



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**COSTOS UNITARIOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS Y  
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

**Walter Mauricio Gallardo Caballeros**

Asesorado por el Ing. Orlando René Muñoz López

Guatemala, marzo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**COSTOS UNITARIOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS Y  
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**WALTER MAURICIO GALLARDO CABALLEROS**

ASESORADO POR EL ING. ORLANDO RENÉ MUÑOZ LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, MARZO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

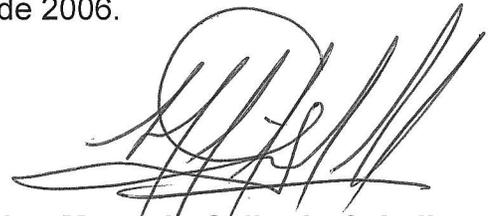
DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. David Cordón Cornel
EXAMINADOR	Ing. Gustavo Benigno Orozco Godínez
EXAMINADOR	Ing. Luis Afonso Muralles Calderón
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **COSTOS UNITARIOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 14 de febrero de 2006.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

**Walter Mauricio Gallardo Caballeros**

Guatemala 10 de Agosto de 2015

**Ingeniero  
Gustavo Benigno Orozco Godínez  
Coordinador Área de Potencia  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería,  
Universidad de San Carlos de Guatemala**

Ingeniero Orozco:

Saludándolo cordialmente aprovecho la oportunidad de comentarle que he revisado el trabajo de Tesis titulado "COSTOS UNITARIOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA", realizado por el estudiante Walter Mauricio Gallardo Caballeros. Desde mi punto de vista, ha llenado los requisitos necesarios que hacen del presente un trabajo completo.

En virtud de lo anterior, me complace comentarle que APRUEBO el mismo, para sus consiguientes trámites que correspondan.

Sin otro particular, atentamente,

  
Orlando René Muñoz López  
Ingeniero Electricista  
Colegiado No. 4049

*Orlando R. Muñoz López*  
INGENIERO ELECTRICISTA  
Colegiado 4049



REF. EIME 05. 2016.  
Guatemala, 17 de SEPTIEMBRE 2015..

FACULTAD DE INGENIERIA

Señor Director  
Ing. Francisco Javier González López  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:  
**COSTOS UNITARIOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS Y  
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA,** del  
estudiante **Walter Mauricio Gallardo Caballeros,** que cumple con los  
requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,  
DIRECCIÓN Y ENSEÑANZA A TODOS

Ing. Gustavo Benigno Orozco Godínez  
Coordinador Area Potencia



STO



REF. EIME 05. 2016.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; WALTER MAURICIO GALLARDO CABALLEROS Titulado: COSTOS UNITARIOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, procede a la autorización del mismo.

Ing. Francisco Javier González López



GUATEMALA, 4 DE FEBRERO 2016.

Universidad de San Carlos  
De Guatemala

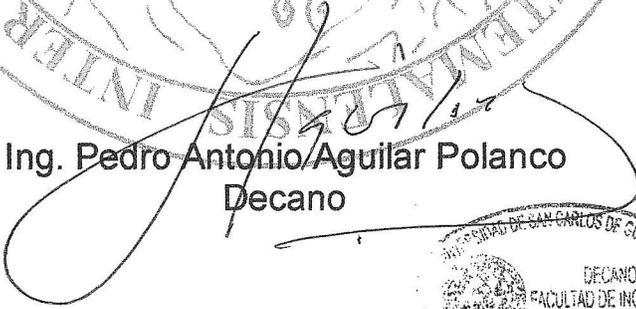


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.D.134-2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica al trabajo de graduación titulado: **COSTOS UNITARIOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**, presentado por el estudiante universitario: **Walter Mauricio Gallardo Caballeros**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, marzo de 2016

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por permitirme seguir adelante y recibir sus bendiciones cada día.
- Mis padres** Waldemar Gallardo y Yolanda Caballeros de Gallardo, por su amor y ser los principales ejemplos de mi vida.
- Mis hermanos** Gina, Lucrecia, Mónica, Esmeralda, Carolina y Alejandro Gallardo Caballeros, por su amor fraternal y apoyo.
- Mi familia** Tíos, primos y sobrinos, por su cariño y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Mi casa de estudios superiores, por brindarme formación como profesional.

**Ing. Orlando Muñoz López** Por su apoyo y asesoría en la realización del presente trabajo.

**Ing. Edwin Ochoa** Por su amistad y apoyo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXV
1. CONCEPTOS DE LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	1
1.1. Sistema de distribución.....	1
1.1.1. Red de distribución de media tensión.....	2
1.1.1.1. Red de distribución de media tensión radial o antena .....	2
1.1.1.2. Red de media tensión en anillo.....	2
1.2. Elementos de una línea aérea de distribución.....	3
1.2.1. Estructuras.....	3
1.2.1.1. Tipos de estructuras .....	5
1.2.1.2. Esfuerzos sobre la estructura .....	6
1.2.1.3. Ubicación de las estructuras.....	7
1.2.1.4. Crucetas .....	8
1.2.2. Conductores para líneas aéreas.....	8
1.2.2.1. Cálculo mecánico de los conductores .....	9

	1.2.2.1.1.	Esfuerzo mecánico de los conductores .....	10
	1.2.2.2.	Disposición de conductores.....	19
1.2.3.		Herrajes y aisladores.....	20
	1.2.3.1.	Herrajes.....	21
	1.2.3.2.	Aisladores.....	21
	1.2.3.2.1.	Materiales de los aisladores.....	22
1.2.4.		Transformadores de distribución o centros de transformación.....	23
1.2.5.		Red de distribución de baja tensión .....	24
	1.2.5.1.	Red aérea trenzada.....	24
	1.2.5.1.1.	Red aérea trenzada sobre estructuras .....	25
1.2.6.		Protecciones eléctricas.....	30
	1.2.6.1.	Reconectador .....	30
	1.2.6.2.	Cortacircuitos .....	31
	1.2.6.3.	Cable de guarda.....	31
	1.2.6.4.	Pararrayos autoválvula.....	32
	1.2.6.5.	Puesta a tierra .....	32
	1.2.6.5.1.	Puesta a tierra de protección.....	32
	1.2.6.5.2.	Puesta a tierra de servicio.....	33
	1.2.6.6.	Descargas atmosféricas .....	33
	1.2.6.6.1.	Impacto directo sobre el cable de guarda.....	33
	1.2.6.6.2.	Descargas en las estructuras .....	34

	1.2.6.6.3.	Descargas en el vano del cable de guarda .....	34
	1.2.6.6.4.	Descargas próximas a la línea .....	34
	1.2.7.	Localización de las líneas de distribución .....	34
	1.2.8.	Trazo de la línea de distribución .....	35
	1.2.9.	Impacto visual .....	35
	1.3.	Renglones integrados RI .....	36
2.	MATERIALES PARA LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....		37
2.1.	Características de los conductores .....		37
	2.1.1.	El aluminio .....	37
		2.1.1.1. Conductor de aluminio-acero (ACSR) .....	40
		2.1.1.2. Conductor aluminio-acero (ACSR/AW) .....	41
		2.1.1.3. Conductor de aleación de aluminio (AAAC) .....	41
		2.1.1.4. Conductor de aluminio reforzado con aleación de aluminio (ACAR) .....	42
2.2.	Características de aisladores .....		42
	2.2.1.	Aisladores de porcelana .....	43
	2.2.2.	Aisladores de vidrio .....	43
	2.2.3.	Aisladores de polímero .....	44
	2.2.4.	Tipos de aisladores por su utilización .....	45
		2.2.4.1. Aislador rígido .....	45
		2.2.4.2. Aislador en cadena o suspensión .....	46
2.3.	Características de los herrajes .....		47

2.3.1.	Varilla protectora de línea.....	47
2.3.2.	Ataduras tipo V o tipo $\Omega$ .....	48
2.3.3.	Ataduras tipo Z con varillas de protección.....	48
2.3.4.	Ataduras dobles laterales .....	49
2.3.5.	Grapa de amarre tipo pistola .....	50
2.4.	Características de las estructuras .....	50
2.4.1.	Poste de madera .....	51
2.4.2.	Poste de concreto armado .....	52
2.4.2.1.	Postes de concreto armado vibrado .....	53
2.4.2.2.	Postes de concreto armado centrifugado.....	53
2.4.2.3.	Postes de concreto armado pretensado .....	54
2.5.	Características de las protecciones.....	55
2.5.1.	Cortacircuitos .....	55
2.5.2.	Pararrayos autoválvula.....	56
3.	EQUIPOS DE TRANSFORMACIÓN.....	59
3.1.	Transformador convencional.....	59
3.2.	Transformador autoprotegido.....	60
3.3.	Transformador monofásico .....	61
3.4.	Transformador trifásico .....	61
3.5.	Criterios de diseño .....	62
4.	COSTOS.....	67
4.1.	Costo de materiales .....	68
4.2.	Costo de mano de obra.....	68
4.2.1.	Mano de obra calificada .....	68
4.2.2.	Mano de obra no calificada .....	71

4.3.	Costos de transporte .....	71
4.4.	Costos indirectos .....	71
5.	MODELO DE CÁLCULO DE COSTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN MCLRD .....	75
5.1.	Diagrama de la red de distribución de energía eléctrica.....	76
5.1.1.	Resumen del diagrama de la red de distribución de energía eléctrica .....	77
5.2.	Aplicación de los renglones integrados de materiales.....	79
5.3.	Materiales por renglón integrado .....	80
5.3.1.	Renglón integrado para postes.....	80
5.3.2.	Renglón integrado para retenidas.....	81
5.3.3.	RI protecciones.....	85
5.3.4.	RI puesta a tierra .....	86
5.3.5.	RI estructuras para media tensión .....	87
5.3.6.	RI transformadores .....	90
5.3.7.	RI estructuras baja tensión .....	91
5.3.8.	RI acometidas.....	91
5.3.9.	RI tendido en media tensión .....	92
5.3.10.	RI tendido en baja tensión .....	92
5.3.11.	RI costos de transporte.....	93
5.4.	Esquema del MCLRD .....	93
5.5.	Resumen integrado de cantidad y costo de materiales y resumen de costos de materiales por renglón integrado .....	96
5.6.	Informe del MCLRD para un proyecto .....	98
5.7.	Ejemplo de aplicación del modelo .....	99
	CONCLUSIONES .....	107
	RECOMENDACIONES .....	109

BIBLIOGRAFÍA..... 111  
APÉNDICES..... 113  
ANEXOS..... 145

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Estructura trifásica de 13,2 kV .....	6
2.	Crucetas de madera y metal .....	8
3.	Flecha y vano .....	10
4.	Vectores para el cálculo de la flecha.....	11
5.	Coplanar horizontal .....	19
6.	Coplanar vertical .....	20
7.	Disposición triangular .....	20
8.	Elementos de suspensión .....	26
9.	Elementos de amarre .....	27
10.	Pinza de acañamiento cónico .....	27
11.	Ganchos de amarre.....	28
12.	Pinza de anclaje para acometida .....	28
13.	Tensores .....	29
14.	Conector de perforación.....	29
15.	Cable ACSR.....	40
16.	Cable AAAC.....	41
17.	Cable ACAR.....	42
18.	Aisladores de porcelana.....	43
19.	Aisladores de vidrio .....	44
20.	Aislador de polímero .....	44
21.	Aislador tipo poste.....	45
22.	Aisladores en cadena.....	46

23.	Varilla protectora de línea .....	47
24.	Ataduras tipo V o tipo $\Omega$ .....	48
25.	Atadura tipo Z .....	49
26.	Ataduras dobles laterales .....	49
27.	Grapa de amarre tipo pistola .....	50
28.	Postes de madera.....	52
29.	Postes de concreto .....	54
30.	Cortacircuito.....	56
31.	Pararrayos autoválvula .....	57
32.	Transformador monofásico .....	61
33.	Transformador trifásico .....	62
34.	Proyecto: comunidad San Bueno.....	100

## TABLAS

I.	Características de los conductores .....	13
II.	Estados climáticos .....	13
III.	Flechas .....	15
IV.	Tiros máximos.....	17
V.	Tensiones mecánicas en Newton por milímetro cuadrado .....	18
VI.	Unidades de medida .....	18
VII.	Renglones integrados del modelo.....	36
VIII.	Profundidad de excavación.....	55
IX.	Costos de mano de obra calificada.....	69
X.	Costos de mano de obra por renglón integrado.....	70
XI.	Costos ... ..	72
XII.	Hoja datos de entrada.....	77
XIII.	Descripción renglones integrados de materiales .....	79
XIV.	RI retenida simple .....	81

XV.	RI retenida simple de bandera .....	82
XVI.	RI retenida doble.....	82
XVII.	RI retenida simple con poste.....	83
XVIII.	RI retenida doble con poste .....	84
XIX.	RI retenida simple con poste en bandera.....	84
XX.	RI cortacircuitos .....	85
XXI.	RI pararrayos .....	86
XXII.	RI puesta a tierra para transformadores.....	86
XXIII.	RI puesta a tierra para estructuras.....	87
XXIV.	RI estructuras monofásicas.....	88
XXV.	RI estructuras trifásicas.....	89
XXVI.	RI transformadores.....	90
XXVII.	RI estructuras baja tensión.....	91
XXVIII.	RI acometida 240 V.....	92
XXIX.	Resumen de materiales y costos .....	97
XXX.	Resumen de costos de materiales por renglón integrado.....	97
XXXI.	Costo total estimado del proyecto .....	98
XXXII.	Cálculo de costos indirectos del proyecto .....	99
XXXIII.	Datos de entrada proyecto comunidad San Bueno.....	101
XXXIV.	Resumen de materiales .....	103
XXXV.	Resumen de renglones integrados .....	105
XXXVI.	Resultado de costos del proyecto comunidad San Bueno .....	106



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Amperio
<b>°</b>	Grado
<b>°C</b>	Grado centígrado
<b>h</b>	Hora
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>km</b>	Kilómetro
<b>km/ h</b>	Kilómetro por hora
<b>kV</b>	Kilovoltio
<b>kVA</b>	Kilovoltio amperio
<b>lb</b>	Libra
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>mm<sup>2</sup></b>	Milímetro cuadrado
<b>Q</b>	Moneda de Guatemala quetzal
<b>Ω</b>	Ohmio
<b>Ω / Km</b>	Ohmio por kilómetro
<b>'</b>	Pie
<b>"</b>	Pulgada
<b>%</b>	Porcentaje
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>SMT</b>	Salida de media tensión
<b>V</b>	Voltio



## GLOSARIO

<b>Acero</b>	Aleación de hierro cuya composición en carbono se sitúa entre el 0,008 % y el 0,003 %.
<b>Acometida</b>	Conjunto de materiales y equipo que forma parte de la infraestructura eléctrica que el distribuidor instala en el punto de entrega al usuario final.
<b>Aleación</b>	Mezcla de dos o más elementos químicos de los cuales al menos uno es metal.
<b>Alta tensión</b>	Nivel de voltaje superior a sesenta mil (60 000) voltios.
<b>Aluminio</b>	Metal ligero, maleable y buen conductor de calor y electricidad su símbolo es Al.
<b>Arcilla</b>	Roca sedimentaria formada a partir de depósitos de grano muy fino, compuesta esencialmente por silicatos de aluminio hidratados.
<b>Baja tensión</b>	Nivel de voltaje igual o inferior a un mil (1 000) voltios.
<b>Carga de rotura/peso</b>	Carga máxima a la rotura resistida por un material cuando está sometido a un esfuerzo de tracción.

<b>Catenaria</b>	Curva formada por una cadena, una cuerda o un objeto semejante suspendido entre dos puntos y sometido a un campo gravitatorio uniforme.
<b>Centrífuga</b>	Que se aleja del centro.
<b>Cobre</b>	Metal rojizo, maleable y dúctil, buen conductor del calor y la electricidad. Símbolo Cu.
<b>Concreto</b>	Mezcla compuesta de piedras menudas, cemento y arena que se emplea en la construcción por su gran dureza y resistencia.
<b>Conductividad eléctrica</b>	Propiedad de ciertos materiales de transmitir la corriente eléctrica.
<b>Conductor neutro</b>	Conductor con potencial cero. Conductor que tiene el mismo potencial que tierra.
<b>Coplanar</b>	Puntos o líneas que se encuentran en el mismo plano.
<b>Corriente de Cortocircuito</b>	Incremento prácticamente instantáneo y varias veces superior a la corriente nominal.
<b>Corrosiva</b>	Que desgasta o destruye lentamente un objeto.
<b>Demanda eléctrica</b>	Medida de la tasa promedio de consumo eléctrico de una instalación en un intervalo de 15 minutos.

<b>Densidad</b>	Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.
<b>Efecto Joule</b>	Cantidad de energía calorífica generada por la circulación de la corriente eléctrica a través de un conductor.
<b>Electronegativo</b>	Átomo capaz de atraer electrones de otras partes de su misma molécula.
<b>Estanqueidad</b>	Sistema de protección para evitar el paso de agua a través de los elementos constructivos externos.
<b>Explosor</b>	Dispositivo que tiene dos o más electrodos entre los que se inicia una descarga eléctrica en unas condiciones determinadas.
<b>Fase</b>	Cable sometido a un valor de tensión.
<b>Feldespató</b>	Silicato compuesto de aluminio con sodio, potasio o calcio y cantidades pequeñas de óxidos de magnesio y hierro. Se utiliza en la fabricación de cerámica y vidrio.
<b>Férrico</b>	Combinación del hierro en la que es trivalente (actúa con valencia 3).
<b>Flexión</b>	Acción a la cual está sometido un cuerpo que se dobla o se curva por efecto de la carga que soporta.

<b>Fusible</b>	Hilo metálico que se intercala en las instalaciones eléctricas para cortar la corriente cuando está sobrepasa un valor determinado.
<b>Haz</b>	Porción de varios conductores.
<b>Impedancia</b>	Resistencia aparente de un circuito eléctrico al paso de la corriente alterna.
<b>Magnesio</b>	Elemento químico metálico, bivalente, de color y brillos argentinos. Maleable, inflamable y algo más pesado que el agua. Su símbolo es Mg.
<b>Media tensión</b>	Nivel de voltaje superior a mil (1 000) voltios e inferior a sesenta mil (60 000) voltios.
<b>Momento mecánico</b>	Es el resultado de la aplicación de una fuerza con una distancia determinada. $M = \text{fuerza} \times \text{distancia}$ .
<b>Newton</b>	Unidad de fuerza del Sistema Internacional que equivale a la fuerza necesaria para que un cuerpo de un kilogramo adquiera una aceleración un metro por segundo al cuadrado.
<b>Ocluido</b>	Cerrado de forma que no pueda abrirse naturalmente.

<b><i>Padmounted</i></b>	Subestación integrada con protección de media tensión, transformador y protección de baja tensión. Con diseño compacto y estructura envolvente que permite su instalación a nivel de piso y sin reja de protección. La alimentación eléctrica de media y baja tensión se realiza de manera subterránea.
<b>Parábola</b>	Curva abierta simétricamente respecto de un eje, con un solo foco y que resulta de cortar un cono circular recto por un plano paralelo a una de sus generatrices.
<b>Polímero</b>	Compuesto químico de elevada masa molecular obtenido mediante un proceso químico, por el cual mediante al calor, la luz o un catalizador se unen varias moléculas de un compuesto para formar una cadena de múltiples eslabones de estas.
<b>Potencia contratada</b>	Potencia establecida en un contrato de suministro entre un distribuidor y un usuario. La potencia contratada da derecho a tener una demanda máxima de potencia igual a dicho valor suscrito.
<b>Rebaba</b>	Porción de materia sobrante que se acumula en los bordes o en la superficie de un objeto.
<b>Resistencia mecánica</b>	Capacidad de los cuerpos a resistir las fuerzas aplicadas sin llegar al punto de ruptura.

<b>Rigidez dieléctrica</b>	Propiedad de un material vinculada a la resistencia eléctrica del mismo.
<b>Servicio exclusivo</b>	Servicio de energía eléctrica destinado para el uso de un solo usuario, a través de un transformador o centro de transformación propiedad del usuario.
<b>Silicio</b>	Elemento químico metaloide cuyo componente principal es el sílice, el material de la arena, en forma de dióxido de silicio.
<b>Síntesis</b>	Proceso por el cual se obtiene una sustancia a partir de la combinación de elementos químicos o sustancias simples.
<b>Sintético</b>	Producto fabricado industrialmente mediante síntesis química.
<b>Subestación</b>	Central eléctrica, la cual puede ser de transformación o conmutación. Comprende varios equipos seccionamiento, protección y conexión.
<b>Tensión</b>	Voltaje o diferencia de potencial efectiva (rms) entre dos conductores o entre un conductor y tierra.
<b>Tensión disruptiva</b>	Voltaje mínimo que genera una ruptura o perforación en un aislante, lo cual produce un paso de corriente.

<b>Tracción</b>	Trabajo que se produce en una barra sometida a la acción de una fuerza según un eje, que da como resultado un alargamiento y la reducción de la sección.
<b>Usuario</b>	Titular o poseedor del bien inmueble que recibe el suministro de energía eléctrica.
<b>Varistancia</b>	Resistencia cuyo valor varía fuertemente en función de la tensión eléctrica aplicada.



## RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla un modelo para calcular los costos aproximados para la construcción de líneas de media tensión en voltaje 13 200 voltios y redes de baja tensión 120/240 V, el cual se ha nombrado como modelo de cálculo de costos para líneas y redes de distribución, que con fines descriptivos se le denomina MCLRD.

El modelo está orientado para que pueda ser utilizado por diferentes segmentos de la población, por lo que se presentan conceptos generales de un sistema de distribución de energía eléctrica. Se explican los conceptos de líneas y redes de media y baja tensión respectivamente. Se describen los diferentes materiales y equipos utilizados en las instalaciones de distribución de energía eléctrica. Asimismo, se introduce el concepto de renglón integrado de materiales (RI), el cual es la base para el desarrollo del MCLRD, ya que integra los materiales utilizados para cada segmento constructivo de la obra a ejecutar.

Para que la vida útil de una obra sea la esperada, entre 40 y 50 años, es necesario utilizar materiales adecuados, por lo que se describen las características y aplicaciones de los diferentes materiales y equipos utilizados en la construcción de líneas de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión.

Dado que, el objetivo del modelo es realizar un cálculo de los diferentes costos unitarios a incurrir en la ejecución de una obra, se analizan los costos directos e indirectos asociados a un proyecto. Se explican las variables

tomadas en cuenta en el desarrollo del MCLRD y la aplicación de estos costos para obtener los resultados.

En el último capítulo se explican los conceptos utilizados para el desarrollo del MCLRD, la metodología para su utilización y se describen los resultados que genera el modelo. Al final del capítulo se desarrolla un caso práctico para el cálculo de los costos aproximados de un proyecto, este consiste en la construcción de una línea de media tensión y red de baja tensión para una comunidad.

Debido a que la distribución de energía eléctrica en Guatemala es una actividad que se desarrolla bajo leyes y normas establecidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, se considera la aplicación de la normativa y la legislación vigente sobre el tema.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Proporcionar una herramienta que permita la cuantificación económica de obras para la construcción de líneas y redes de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión, dirigida a los profesionales de la ingeniería, personal técnico, personas individuales o instituciones interesadas en la ejecución de este tipo de obras.

### **Específicos**

1. Presentar de una forma práctica criterios de diseño y construcción, características técnicas de materiales y equipo utilizados en la construcción de líneas y redes de distribución de energía eléctrica.
2. Elaborar un método para cuantificar los materiales utilizados en la construcción de líneas y redes de media y baja tensión para una obra específica. Esto por medio de un sistema informático que toma en cuenta los materiales utilizados por cada componente de la red.
3. Generar un informe que detalle la cantidad y los costos totales de materiales, de mano de obra, de transporte de personal y materiales e indirectos asociados a la construcción de una obra de distribución de energía eléctrica.



## INTRODUCCIÓN

En estos tiempos modernos de globalización, la sociedad exige que el acceso a la información sea ilimitado. Asimismo, el juego económico de la oferta y la demanda empuja a la producción en general al cumplimiento de normas y estándares. El campo de la electricidad no es la excepción, por lo que el mercado eléctrico nacional, el sector productivo comercial y la población más alejada de los centros urbanos buscan contar con el servicio de energía eléctrica, bajo estas condiciones. Para estos fines, es muy importante y de gran prioridad contar con las herramientas necesarias que proporcionen ideas claras de los criterios de diseño y construcción y las inversiones que serán necesarias para introducir el servicio de energía eléctrica a las nuevas comunidades de tipo domiciliar, servicios industriales o comerciales.

El principal objetivo del presente trabajo es desarrollar una metodología práctica y pública, que permita a la población interesada en este tema, tener acceso al cálculo de los costos aproximados de construcción de líneas y redes de distribución de media y baja tensión. Obteniendo una idea clara de la inversión que se requiere para estas obras. Como también proporcionar una herramienta de apoyo, para el cálculo de los costos asociados a la ejecución de obras para líneas de media tensión de 13 200 V y redes de baja tensión de 120/240 V.

La metodología desarrollada para obtener los valores descritos en el párrafo anterior, se denomina modelo de cálculo de costos para líneas y redes de distribución MCLRD. Este modelo se desarrolla a partir de los diseños y la normativa de construcción de la empresa Distribuidora de Electricidad de

Oriente Sociedad Anónima (Deorsa) y la empresa Distribuidora de Electricidad de Occidente Sociedad Anónima (Deocsa) para líneas de media tensión de 13 200 V y redes de baja tensión de 120/240 V.

Para el cálculo de costos se investigó sobre los costos directos e indirectos que se incurren durante la ejecución de una obra, los cuales incluyen costos de materiales, mano de obra, transporte, ingeniería y administración, pago de impuestos y rentabilidad obtenida por la ejecución de una obra.

Para poner en contexto al lector del presente trabajo, se presenta una descripción de materiales y equipos utilizados en la construcción de líneas y redes de distribución de energía eléctrica y los criterios de construcción que se deben tomar en cuenta durante el proceso de diseño del proyecto.

Los resultados obtenidos utilizando el MCLRD son válidos, siempre y cuando el área donde se ejecute la obra a evaluar se encuentre dentro de la República de Guatemala, en el área geográfica de concesión de las empresas Deorsa y Deocsa, debido a que la información aquí presentada cumple con las normas de construcción de estas empresas.

Para la elaboración del MCLRD, se considera el cumplimiento de la normativa vigente para obras de distribución de energía eléctrica, aprobada por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, que es el ente regulador del mercado eléctrico en la República de Guatemala.

# **1. CONCEPTOS DE LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Para enfocar el tema, se presentan a continuación conceptos de los componentes de un sistema de distribución de energía eléctrica. Se describen los materiales utilizados para la construcción de redes de media y baja tensión y los equipos utilizados para protección y maniobra. Se presentan aspectos técnicos y ambientales a considerar durante el diseño de una obra.

## **1.1. Sistema de distribución**

Un sistema de distribución de energía eléctrica está compuesto por centrales de generación de energía eléctrica, red de transporte de alta tensión, subestaciones, redes de distribución de media y baja tensión y los equipos de medición de la entrega de servicio a los consumidores. En el presente documento, el sistema de distribución se delimita, como aquella parte del sistema que se encuentra entre las subestaciones de transformación de alta a media tensión y el equipo de medición en baja tensión de entrega de servicio a los consumidores. Con base a lo indicado, en el presente trabajo se enfoca:

- Red de distribución de media tensión
- Transformadores de distribución o centros de transformación
- Red de distribución de baja tensión

### **1.1.1. Red de distribución de media tensión**

Son líneas que con una determinada configuración de construcción, cubren la superficie del centro de consumo (comunidades, gran industria, entre otros) uniendo las subestaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación en una zona geográfica bien definida. Las tensiones empleadas en las redes de media tensión en la República de Guatemala son: 13,2 kV y 34,5 kV. Según el tipo de carga que se alimente con una línea media tensión, se construyen líneas de media tensión monofásicas o de una sola fase y trifásicas o de tres fases. Para comunidades rurales con baja densidad de población se construyen principalmente líneas monofásicas. Según su configuración, las redes de distribución de media tensión pueden ser radiales o antena y en anillo.

#### **1.1.1.1. Red de distribución de media tensión radial o antena**

La red radial se caracteriza por la alimentación por uno de sus extremos transmitiendo la energía eléctrica en forma radial a las cargas eléctricas. Como ventajas resaltan su simplicidad y la facilidad que presentan para ser equipadas de protecciones selectivas. Como inconveniente: su falta de garantía de continuidad y calidad de servicio.

#### **1.1.1.2. Red de media tensión en anillo**

La red en anillo permite aumentar la fiabilidad del servicio, ya que al presentarse una falla en uno de los puntos de la red, la misma puede seccionarse y alimentar las cargas desde otro punto de la red.

## **1.2. Elementos de una línea aérea de distribución**

Se denomina línea aérea de distribución a la instalación cuya finalidad es la transmisión aérea de energía eléctrica, esto se realiza con elementos de conducción, elementos de soporte y elementos de protección. En una línea aérea de distribución, los elementos de soporte están formados por postes, aisladores, herrajes y crucetas. Los elementos de conducción de energía eléctrica constituidos por conductores. Los elementos de protección contra fallas eléctricas por cortacircuitos, reconectores, pararrayos y puestas a tierra.

Todos los elementos constructivos de una línea aérea de distribución deben ser elegidos de manera que tengan un comportamiento seguro en condiciones de operación, bajo las condiciones climáticas que se puedan presentar durante su operación, bajo tensiones de régimen, bajo corriente de régimen y bajo las condiciones de cortocircuito esperadas.

### **1.2.1. Estructuras**

Se denomina estructura al poste y los materiales utilizados para soportar los conductores de una línea aérea, separándolos del terreno. Las estructuras están sometidas a fuerzas de compresión y flexión, debido al peso de los materiales que sustentan y a la acción del viento sobre las mismas. Aunque las estructuras podrían ser de cualquier material, siempre que se cumplan las debidas condiciones de seguridad, solamente se utilizan estructuras de madera, concreto armado y acero. El tipo de estructura que se proyecte usar depende de factores, tales como: la ubicación de la red de distribución, la importancia de la misma, el tiempo de vida deseada para la red, la disponibilidad

presupuestaria para inversión inicial, el costo de mantenimiento y la disponibilidad del material.

Los tipos de postes para estructuras utilizados en la República de Guatemala son los siguientes:

- Postes de madera: estos se han utilizado de manera extensa debido a que se dispone de ellos fácilmente. Las líneas construidas con postes de este material son de menor costo.
- Postes de concreto: estos presentan la ventaja que son resistentes a daños causados por insectos, aves u otras formas de deterioro que se observan en los postes de madera en los climas tropicales o subtropicales. Por lo general se hacen vaciados, utilizando moldes o formas estándar. Los postes de concreto deben tener siempre suficiente acero de refuerzo pre esforzado para soportar los esfuerzos de flexión debidos a las cargas del viento, las tracciones que aplican los cables, además de diseñárseles como columnas sujetas a cargas verticales.
- Postes de acero: en el país el tipo de poste utilizado para líneas de media y baja tensión es el denominado poste de secciones poligonales. Está constituido por dos secciones ensambladas por tornillos. Están fabricados por secciones poligonales de lámina de acero galvanizado por inmersión en caliente.

En todas las estructuras debe tomarse en consideración la configuración de los conductores y el efecto de las distintas fuerzas que pueden actuar sobre estos.

### 1.2.1.1. Tipos de estructuras

Según su función, las estructuras en una línea de distribución de energía eléctrica, se pueden clasificar en:

- Estructuras de alineación o tangentes: denominada estructura tipo I, su función es solamente soportar los conductores y cables de tierra; son empleadas en donde no se tengan quiebres en ángulo o dicho de otra manera, en las alineaciones rectas.
- Estructuras de ángulo: estructuras tipo II, tipo III y tipo IV; empleadas para sustentar los conductores y cables de tierra en los vértices o ángulos que forma la línea en su trazado. Además de las fuerzas propias de flexión, en esta clase de estructuras aparece la composición de las tensiones de cada dirección.
- Estructuras de anclaje: estructura tipo V; su finalidad es proporcionar puntos firmes en la línea, que limiten e impidan la destrucción total de la misma cuando por cualquier causa se rompa un conductor o estructura.
- Estructuras de fin de línea: se denomina estructura tipo VI; soportan las tensiones producidas por la línea; son su punto de anclaje de mayor resistencia.
- Estructuras especiales: su función es diferente a las enumeradas anteriormente; pueden ser, por ejemplo, cruce sobre ferrocarril, vías fluviales, líneas de telecomunicación o una bifurcación.

Figura 1. **Estructura trifásica de 13,2 kV**



Fuente: Línea San Juan Chamelco, Alta Verapaz.

### **1.2.1.2. Esfuerzos sobre la estructura**

Respecto de los esfuerzos, puede decirse que las estructuras de la línea resisten en general tres tipos de esfuerzos en condiciones normales:

- Cargas verticales debidas al peso propio, conductores, aisladores y herrajes.
- Cargas transversales debidas al viento sobre estructuras y conductores.
- Cargas longitudinales debidas al tiro de los conductores.

En condiciones excepcionales (rotura de un conductor y en condiciones de montaje) la estructura debe soportar esfuerzos de torsión. De lo dicho se deduce que una estructura debe calcularse para soportar pandeo y esfuerzos

de flexo torsión. Por la manera de resistir estos esfuerzos se les clasifica en estructuras autoportadas y atirantadas (con retenidas).

- Estructuras autoportadas: son estructuras empotradas en el suelo que transmiten los esfuerzos a las fundaciones, pudiendo ser a su vez:
  - Autoportadas rígidas: se dimensionan para resistir los esfuerzos normales y excepcionales sin presentar deformaciones elásticas perceptibles. Son estructuras pesadas, fabricadas en concreto.
  - Autoportadas flexibles: resisten las cargas normales sin deformaciones perceptibles. Frente a sobrecargas presentan grandes deformaciones. Para este tipo se utilizan estructuras metálicas de celosías.
- Estructuras atirantadas o con retenidas: en estructuras de ángulo, de anclaje o de fin de línea, se instalan tirantes o retenidas fijadas a tierra a través de anclajes, para contrarrestar los esfuerzos generados por los conductores. Para los tirantes se utilizan cables de acero y herrajes adecuados que protejan la estructura y mantengan los conductores en la posición de diseño.

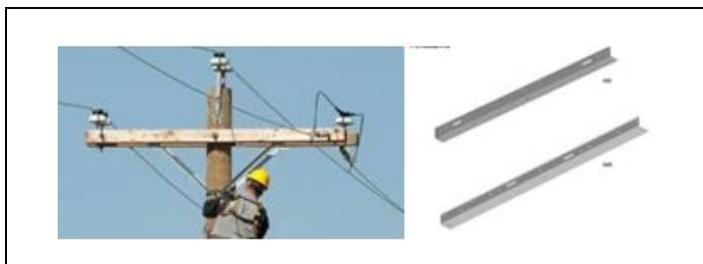
### **1.2.1.3. Ubicación de las estructuras**

La ubicación eficiente de las estructuras en el perfil es una componente importante en el diseño de las líneas. Deben definirse las estructuras del tipo, altura y resistencia apropiadas de manera que permitan tener una distancia adecuada de los conductores al terreno y lograr esto al mínimo costo.

#### 1.2.1.4. Crucetas

Las crucetas son elementos utilizados en las estructuras de media tensión para fijar los elementos de soporte de los conductores, seccionadores o pararrayos. Las crucetas pueden ser de madera o metal. En función del tipo de estructura o para el uso que se les dé, las crucetas para líneas de media tensión pueden ser de las siguientes longitudes: 0,61 m (2'), 1,22 m (4'), 1,83 m (6'), 2,44 m (8') y 3,05 m (10').

Figura 2. **Crucetas de madera y metal**



Fuente: catálogo COIDEASA, p. 33.

#### 1.2.2. Conductores para líneas aéreas

En la construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica, se utilizan, generalmente conductores metálicos desnudos, que se obtienen mediante cableado de hilos metálicos (alambres) alrededor de un hilo central. Los metales utilizados en los conductores para la construcción de líneas aéreas deben poseer tres características principales:

- Presentar una baja resistencia eléctrica y en consecuencia, bajas pérdidas (efecto joule).

- Presentar elevada resistencia mecánica, para ofrecer una elevada resistencia a los esfuerzos permanentes o accidentales.
- Bajo costo.

Los metales que satisfacen estas condiciones son:

- Cobre
- Aluminio
- Aleación de aluminio
- Combinación de metales (aluminio y acero)

En una línea aérea de distribución, los conductores van sujetos a los aisladores y estos, a través de los herrajes, son fijados a las crucetas o directamente se colocan sobre la estructura que los mantiene distanciados del suelo.

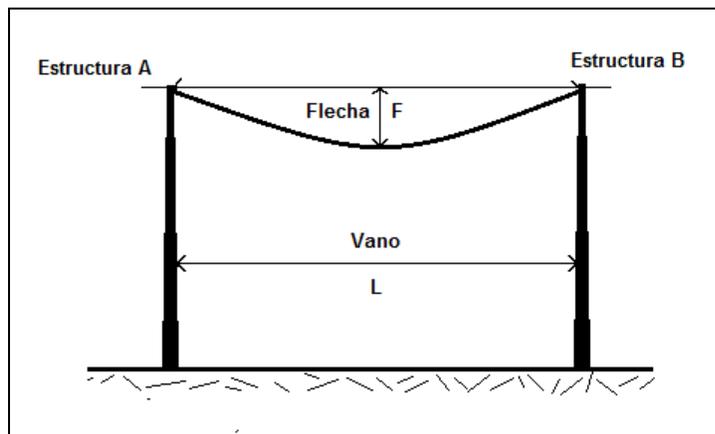
#### **1.2.2.1. Cálculo mecánico de los conductores**

En una línea aérea de distribución, los conductores están sometidos a acciones mecánicas, situación que determina tomar en cuenta los siguientes puntos, para definir la utilización del conductor adecuado para la zona en la cual se realizará la obra.

### 1.2.2.1.1. Esfuerzo mecánico de los conductores

Un cable flexible, con sus extremos fijos, sometido a la acción de su propio peso y eventuales sobrecargas repartidas adopta la forma de una catenaria, dada esta condición, se debe tomar en cuenta la tensión en los extremos del conductor y la flecha formada por la catenaria. La flecha del cable se mide por la distancia del punto más bajo que forma la curva a la línea recta imaginaria que une los puntos de suspensión. La distancia entre dos estructuras se denomina vano. Para vanos menores o iguales a 500 metros, la forma de la catenaria puede equipararse a la de una parábola, obteniendo una precisión suficiente para el cálculo de la flecha.

Figura 3. Flecha y vano

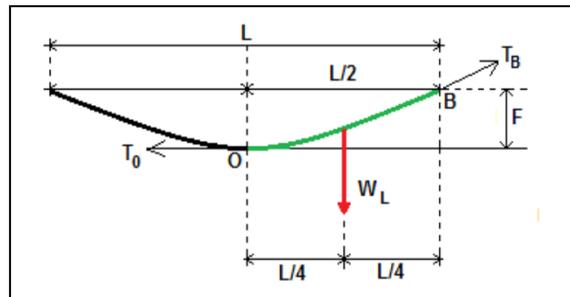


Fuente: elaboración propia, empleando programa Paint de Office.

- La flecha en el conductor

La flecha es diferente para cada conductor utilizado y depende de la tensión mecánica que sea aplicada. Para el cálculo de la flecha se hará el siguiente análisis: si en la catenaria formada por el conductor en la figura 3, se suprime la mitad izquierda y sustituimos esta por una tensión  $T_0$  en el punto más bajo del vano  $L$ . En la mitad derecha del conductor,  $T_B$  es la tensión aplicada en el poste B y  $W_L$  es el peso del conductor correspondiente a medio vano ( $L/2$ ), y para efectos de cálculo se puede aplicar en el punto medio de  $L/2$ .  $T_0$ ,  $T_B$  y  $W_L$  son las tres fuerzas que actúan sobre la mitad del conductor. Como el sistema está en equilibrio, quiere decir que:  $\Sigma M = 0$  y tomando los momentos respecto al punto B se puede hacer un diagrama de fuerzas, como se muestra en la figura 4.

Figura 4. **Vectores para el cálculo de la flecha**



Fuente: elaboración propia, empleando programa Paint de Office.

Haciendo el análisis matemático:

$$W_L \left( \frac{L}{4} \right) = T_0 F$$

Por lo tanto

$$F = W_L L / 4T_0$$

Si  $W$  es el peso unitario por unidad de conductor (kg/m), entonces, el peso unitario por unidad de conductor en el tramo O-B, que se ha llamado  $W_L$ , será casi igual al peso unitario por unidad de conductor del tramo O-B, pues  $L/2 \neq$  a la longitud O-B.

Entonces

$$W_L = W \left(\frac{L}{2}\right)$$

Sustituyendo en la ecuación anterior se tiene

$$F = WL^2 / 8T_0$$

Donde

F = flecha en metros

W = peso unitario del conductor en kilogramos por metro

L = distancia entre postes en metros (vano)

T<sub>0</sub> = tensión en estado inicial (tensión de tendido) en kilogramos

Para determinar la tensión y la flecha sobre los conductores, se presentan los resultados de un análisis sobre conductores de distintos

materiales, de igual capacidad de transporte, que se ha fijado en más de 400 amperios. Este análisis se realiza en vanos de 50, 100, 200 y 400 m, representativos de líneas de baja hasta media tensión. La tabla I presenta los conductores seleccionados.

Tabla I. **Características de los conductores**

<b>Material</b>	<b>Sección</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Corriente</b>	<b>Resistencia</b>
	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm</b>	<b>A</b>	<b>ohm/km</b>
Cobre	120	14,25	440	0,153
Aleación de aluminio	150	15,75	425	0,234
Aluminio acero	140	14,60	410	0,237
Aluminio	150	15,75	455	0,194

Fuente: Sectorelectricidad.com/ArticulosTécnicos.

Consulta: 15 de mayo de 2015.

Se han fijado las condiciones climáticas que se muestran en tabla II, y que definen los distintos estados de tendido en que el conductor se encuentra.

Tabla II. **Estados climáticos**

<b>Estado</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Viento</b>	<b>Tensión</b>
	<b>Grados C.</b>	<b>km/h</b>	<b>kg/mm<sup>2</sup></b>
<i>E<sub>ds</sub></i>	16	0	20% rotura
Viento máximo	10	130	límite 0,2
Temperatura mínima	-7	30	límite 0,2
Temperatura máxima	80	0	

Fuente: Sectorelectricidad.com/ArticulosTécnicos.

Consulta: 15 de mayo de 2015.

El estado *Eds* (*everyday stress*) representa la tensión de todos los días y se considera una tensión mecánica relativamente reducida.

El conductor tensado tiende a vibrar a causa de los torbellinos de Von Karman, que se desprenden de su superficie, este fenómeno se presenta con vientos moderados y a la tensión debida al tiro se le suma la tensión de flexión que causa la fatiga de los alambres del cable, este efecto se reduce disminuyendo la tensión debida al tiro. El tiro de un conductor, es el producto del área de la sección por la tensión mecánica a que se encuentra sometido (en kilogramos por milímetro cuadrado). En condiciones de viento máximo, o temperatura mínima se trata de no superar el límite elástico del conductor (equivalente al 20 %), evitándose así las deformaciones permanentes.

Viento máximo y temperatura mínima son representativos de condiciones extremas que se pueden presentar en la vida de la obra (una vez en 50 años, por ejemplo), para cada tipo de conductor y cada vano se calculan las condiciones de tiro y flecha que se presentan y los valores de flechas obtenidos se reúnen en la tabla III. La condición de temperatura máxima que conduce a la máxima flecha es un valor a considerar para determinar la altura de las estructuras. El punto de suspensión del conductor estará a altura suficiente, para que en esa condición, la distancia al suelo permita la libre circulación. La máxima flecha también determina la distancia horizontal entre conductores.

Tabla III. Flechas

Vano en metros	50	100	200	400
<b>Flecha en condición <i>E<sub>ds</sub></i> (m)</b>				
Cobre	0,36	1,43	5,72	22,87
Aleación	0,12	0,48	1,93	7,72
AL/AC	0,18	0,73	2,92	11,67
Aluminio	0,21	0,84	3,38	13,5
<b>Flecha con temperatura máxima (m)</b>				
Cobre	0,86	2,25	6,82	24,13
Aleación	0,67	1,59	4,03	11,18
AL/AC	0,76	1,78	4,65	14,07
Aluminio	0,96	2,16	5,43	16,22
<b>Flecha con temperatura mínima (m)</b>				
Cobre	0,24	1,13	5,28	22,40
Aleación	0,09	0,35	1,45	6,50
AL/AC	0,12	0,51	2,31	10,74
Aluminio	0,12	0,53	2,58	12,44

Fuente: [SectorElectricidad.com/ArticulosTécnicos](http://SectorElectricidad.com/ArticulosTécnicos).

Consulta: 15 de mayo de 2015.

La flecha a temperatura mínima define la posición del cable de guarda, que en alguna medida debe mantener el paralelismo con los conductores. De la tabla III se observa la enorme importancia que toma la flecha a medida que el vano aumenta. Para vanos de 200 m o más, la longitud de la flecha influye en la altura de las estructuras. Se observa que utilizando cobre se necesitan estructuras más altas. La aleación de aluminio es más conveniente que el aluminio. Para vanos de 400 m la aleación de aluminio es más conveniente que

el aluminio con alma de acero (representa 3 m menos de altura de la estructura).

La tabla IV muestra las fuerzas mecánicas, tiros y cargas verticales que se presentan en los casos indicados. Al observar los tiros máximos se nota que con conductores de aleación de aluminio se alcanzan mayores tiros que con otros materiales. La selección correcta de la longitud de las estructuras se debe plantear considerando todas las condiciones del proyecto.

Las estructuras de retención, fin de línea y de ángulo, soportan el tiro de los conductores, por lo que su peso y costo aumentan en una proporción directa al aumentar el tiro y la altura, pero el peso crece más que proporcionalmente con la altura (la base de la estructura es más fuerte), por lo que es más conveniente reducir altura que tiro.

Las estructuras de suspensión soportan el empuje del viento sobre los conductores (que depende del diámetro del conductor) y de la altura del conductor sobre el suelo. En este tipo de estructuras, el empuje del viento sobre la propia estructura es muy importante, debido a que al ser la misma tangente, no posee retenidas ni otro medio que contrarreste el empuje del viento. La reducción de altura influye en modo notable en el peso y costo.

Tabla IV. **Tiros máximos**

<b>Vano en metros</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>
<b>Tiros máximos en kg (ver nota)</b>				
Cobre	-1 419	-1 215	+1 248	+1 266
Aleación	-1 495	-1 476	+1 579	+1 951
AL/AC	-1 269	-1 212	+1 419	+1 658
Aluminio	-1 043	+979	+1 191	+1 387
<b>Peso vertical del conductor en kg</b>				
Cobre	55	110	220	440
Aleación	20	40	80	160
AL/AC	24,5	49	98	196
Aluminio	20,5	41	82	164
Nota: el signo - (menos) que precede al tiro indica que este se presenta con la temperatura mínima, el + (más) con viento máximo.				

Fuente: [Sectorelectricidad.com/ArticulosTécnicos](http://Sectorelectricidad.com/ArticulosTécnicos).

Consulta: 15 de mayo de 2015.

Otro elemento que influye en el dimensionamiento de la estructura es el peso vertical de los conductores, observándose que aluminio y aleación son más livianos que aluminio acero y mucho más que el cobre.

Dimensionamiento mecánico: el conductor está sometido a distintas condiciones de carga y en cada condición no se debe superar cierto límite de tensión mecánica. En la tabla V se presentan los valores máximos para diferentes conductores.

Tabla V. **Tensiones mecánicas en Newton por milímetro cuadrado**

<b>Material</b>	<b>Tensión prolongada admisible</b>	<b>Media admisible</b>	<b>Tensión máxima admisible</b>
Aluminio	70	30	120
Aleación de aluminio	140	44	240
Cobre	175	85	300
Acero	160 – 550	120 - 150	320 – 1100
Aluminio acero	240 - 120 – 80	90 – 56 - 35	401 - 208 - 130

Fuente: Sectorelectricidad.com/ArticulosTécnicos.

Consulta: 15 de mayo de 2015.

Es conveniente mencionar que en el país la Comisión Guatemalteca de Normas (Coguanor), reglamenta la utilización de manera obligatoria del Sistema Internacional de Unidades SI a partir del año 2008. Sin embargo, es de uso común la utilización de unidades de medida del sistema inglés, tanto para unidades de longitud como de masa. En la tabla VI se presentan las unidades de medida de ambos sistemas.

Tabla VI. **Unidades de medida**

<b>Unidad</b>	<b>Sistema Internacional de Unidades</b>	<b>Sistema inglés</b>
Longitud	metro (m)	pulgada (pulg.)
Masa	kilogramo (kg)	libra (lb)

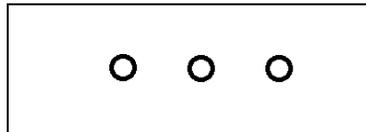
Fuente: elaboración propia.

### 1.2.2.2. Disposición de conductores

En los sistemas de distribución de media tensión trifásicos, las líneas muestran tres disposiciones básicas de los conductores. Para líneas de media tensión, debido a que son líneas con longitudes medias o cortas, las disposiciones de los conductores se utilizan en función de la ubicación de las estructuras:

- Coplanar horizontal: minimiza la altura y corresponde a un mayor ancho de la estructura, en consecuencia mayor franja de servidumbre o derecho de vía. En vanos cortos las estructuras son sometidas a un menor momento y resultan de tamaños y pesos menores que con otras disposiciones.

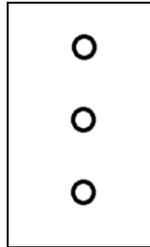
Figura 5. **Coplanar horizontal**



Fuente: elaboración propia.

- Coplanar vertical: da máxima altura, se utiliza para corredores estrechos y da por resultado estructuras más altas. Presenta un alto impacto visual.

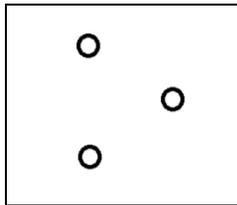
Figura 6. **Coplanar vertical**



Fuente: elaboración propia.

- Disposición triangular: da alturas intermedias, los corredores son un poco más anchos que para la coplanar vertical. Las alturas de las estructuras son menores que para el caso anterior.

Figura 7. **Disposición triangular**



Fuente: elaboración propia.

### 1.2.3. **Herrajes y aisladores**

En este apartado se describen los diferentes materiales utilizados para aislar los conductores de las estructuras y los materiales utilizados para fijación de los mismos.

### **1.2.3.1. HERRAJES**

Se considerarán bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura y al conductor, así como también, los de fijación del cable de tierra a la estructura. Los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor, como separadores, antivibradores y otros materiales. Los herrajes son de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica. Deben ser prácticamente inalterables a la acción corrosiva de la atmósfera.

### **1.2.3.2. AISLADORES**

Los conductores empleados en líneas aéreas, en la mayor parte de los casos, son desnudos; por lo tanto, se necesita aislarlos de las estructuras por medio de aisladores, los cuales son fabricados generalmente con porcelana, polímero o vidrio. Un aislador debe tener las características mecánicas necesarias para soportar los esfuerzos de tracción a los que está sometido. Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, las cualidades específicas que deben cumplir los aisladores son:

- Rigidez dieléctrica suficiente para que la tensión de perforación sea lo más elevada posible. Esta rigidez depende de la calidad del material de construcción del aislador y del grosor del aislador. La tensión de perforación es la tensión a la cual se produce una tensión disruptiva a través de la masa del aislador.
- Disposición adecuada, debido a que la tensión de contorneamiento presenta valores elevados y por consiguiente no se producen descargas de contorno entre los conductores y la estructura a través de los

aisladores. La tensión de contorneamiento es la tensión a la que se ceba un arco a través del aire siguiendo la mínima distancia entre fase y tierra, es decir, el contorno del aislador. Esta distancia se llama línea de fuga.

- Resistencia mecánica adecuada para soportar los esfuerzos demandados por el conductor. La carga de rotura de un aislador debe ser, cuanto menos, igual a la del conductor que tenga que soportar.
- Resistencia a las variaciones de temperatura.
- Ausencia de envejecimiento.

Los aisladores son, de todos los elementos de la línea, aquellos en los que se debe poner el máximo cuidado, tanto en su elección, como en su control de recepción, colocación y vigilancia en operación. Los aisladores se ven sometidos a esfuerzos combinados, mecánicos, eléctricos y térmicos, colaborando todos ellos a su destrucción.

#### **1.2.3.2.1. Materiales de los aisladores**

La mayoría de los aisladores actuales se fabrican de porcelana vidriada, la porcelana es un producto cerámico que se obtiene de la vitrificación de la arcilla, feldespato finamente molido y sílice, esto a alta temperatura. Los aisladores de porcelana de alta calidad, de composición química apropiada, libres de laminaciones, agujeros y esfuerzos de enfriamiento se han tenido a disposición desde hace muchos años. El vitrificado del aislador sella la superficie de la porcelana, es por lo general de color café oscuro, pero los hay en otros colores, como gris y azul. Se han usado aisladores de porcelana en

todos los voltajes de líneas de distribución. Si están fabricados y se utilizan correctamente, son de gran confiabilidad.

Los aisladores sintéticos o polímeros fueron sacados por primera vez al mercado por General Electric Company en 1963 para líneas de transmisión de alta tensión. En su mayoría están formados por una barra de fibra de vidrio cubierta por protectores contra el tiempo atmosférico de faldones de polímero. Otros tipos incluyen un concreto vaciado con polímero llamado Polysil R y un tipo sin núcleo con secciones alternadas de metal y material aislante.

Las mejoras logradas en el diseño y fabricación en años recientes han hecho que los aisladores sintéticos se vayan utilizando en mayor cantidad, ya que su relación de resistencia mecánica a peso es significativamente mayor que la de los de porcelana.

Los aisladores de polímeros pueden llevar a una reducción de costo de las estructuras. Estos aisladores se fabrican, por lo general, en tipos de barra larga o de poste. El bajo peso de la mayoría de los diseños ayuda en la construcción. Su comportamiento en condiciones de alta contaminación puede ser considerada mejor que el de los aisladores de porcelana.

#### **1.2.4. Transformadores de distribución o centros de transformación**

Su función es reducir la tensión de la red de distribución de media tensión al nivel de la red de distribución de baja tensión. Se dispone de estos transformadores para redes monofásicas y trifásicas, en capacidades nominales de 10 hasta 1 000 kVA, pueden instalarse en postes, en áreas especiales al nivel del suelo o en bóvedas subterráneas.

### **1.2.5. Red de distribución de baja tensión**

Son redes que, partiendo de los transformadores de distribución o centros de transformación, alimentan directamente las distintas cargas, constituyendo el último escalón en la distribución de la energía eléctrica. La red de baja tensión se extiende a lo largo de calles o lindero de los terrenos. Desde la red de baja tensión parten las acometidas que entregan la energía al equipo de medición del usuario. Las tensiones utilizadas en las redes de distribución de baja tensión en la República de Guatemala son 120 V y 240 V.

#### **1.2.5.1. Red aérea trenzada**

En el área de concesión de las empresas Deorsa y Deocsa, se construyen las redes aéreas de baja tensión con conductores recubiertos por una sola capa de polietileno, la cual actúa a la vez como aislante eléctrico y como protección mecánica. Los conductores están trenzados en haces de dos conductores (fase y neutro) o de tres conductores (dos fases y neutro). Los conductores de las fases son de alambres cableados de aluminio. Los conductores del neutro pueden ser del mismo material o de aleación de aluminio, magnesio y silicio (Almelec). En este último caso el neutro presenta una gran resistencia mecánica que permite el tensado de los haces mediante tracción exclusivamente sobre dicho conductor.

El Almelec es una aleación de aluminio con pequeñas proporciones de magnesio y silicio, generalmente formada por 98,8 % de aluminio, un 0,7 % de magnesio y un 0,5 % de silicio. Esta aleación posee una conductividad eléctrica menor que la del aluminio puro, pero dispone de una resistencia mecánica bastante mayor, gracias a tratamientos térmicos y mecánicos especiales. Las redes trenzadas son técnicamente fiables, de gran seguridad, bajo costo de

instalación y bajo costo de mantenimiento. Las redes trenzadas pueden construirse sobre paredes o sobre estructuras. En las empresas Deorsa y Deocsa la normativa establece que, solamente se construye redes trenzadas sobre estructuras. Una estructura está compuesta por el poste y los herrajes especiales para sujetar este tipo de conductor.

#### **1.2.5.1.1. Red aérea trenzada sobre estructuras**

Este tipo de red es ideal para construir en el área rural o zonas con alta dispersión de viviendas. Se construyen suspendiendo el haz de conductores en estructuras de concreto, madera o metal. El haz completo de conductores se tensa a través del neutro. Esto evita flechas excesivas en el centro de los vanos. Al utilizar conductores aislados se reduce hasta en un 90 % la actividad de tala y poda de arbolado cercana a la red, reduciendo el número de fallas en baja tensión. Se reducen las pérdidas de energía eléctrica en la red de baja tensión, debido a que no se pueden realizar conexiones directas a la red y se elimina el contacto de los conductores con la vegetación.

Los elementos utilizados para fijar los conductores a las estructuras son básicamente de dos tipos: elementos de suspensión y elementos de amarre.

- Elementos de suspensión: se utilizan en estructuras donde no hay cambio de dirección de la línea o donde el ángulo es muy pequeño, máximo 30°. En estas condiciones el haz, a través del neutro, es fijado al conjunto de suspensión que actúa como apoyo simple, soportando únicamente el peso de los conductores.

La figura 8 presenta dos tipos de elementos de suspensión, para neutro de Almelec.

Figura 8. **Elementos de suspensión**



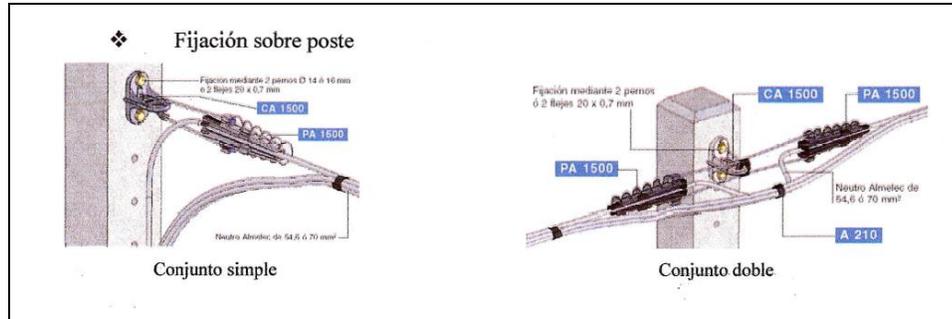
Fuente: Ceper.com.pe/CatalogoAutoportantes.

Consulta: 4 de junio de 2015.

- Elementos de amarre: se utilizan en las estructuras en donde hay un cambio de dirección, ángulos mayores a 30°. En este caso, el neutro tensado es fijado a la estructura mediante elementos denominados pinzas de amarre o pinzas de acuñamiento cónico. Se utilizan conjuntos de amarre en los inicios y finales de línea y es aconsejable instalarlos también cada tres o cuatro estructuras de suspensión, aunque no haya cambio de dirección en la línea.

La figura 9 presenta dos tipos de elementos de amarre. Conjunto simple, utilizado en estructuras de inicio o fin de línea. Conjunto doble, para estructuras de paso.

Figura 9. Elementos de amarre



Fuente: Ceper.com.pe/CatalogoAutoportantes.

Consulta: 4 de junio de 2015.

- Pinzas de amarre: están constituidas por un cuerpo de aleación de aluminio de alta resistencia mecánica, dos cuñas sintéticas y un cable flexible de acero inoxidable. Todos los componentes son resistentes a la corrosión.

Figura 10. Pinza de acuñaamiento cónico



Fuente: Ceper.com.pe/CatalogoAutoportantes.

Consulta: 4 de junio de 2015.

- Ganchos de amarre: se utilizan para el anclaje de pinzas de amarre y pinzas de suspensión. Pueden ser cerrados o abiertos, roscados o para empotrar y de diferentes materiales.

Figura 11. **Ganchos de amarre**

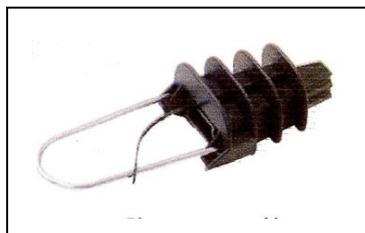


Fuente: Ceper.com.pe/CatalogoAutoportantes.

Consulta: 4 de junio de 2015.

- Pinzas de anclaje para acometida: se utilizan para fijar el cable trenzado utilizado para las acometidas de los consumidores de baja tensión. Están constituidas por un cuerpo de material sintético y un cable flexible de acero inoxidable.

Figura 12. **Pinza de anclaje para acometida**



Fuente: Ceper.com.pe/CatalogoAutoportantes.

Consulta: 4 de junio de 2015.

- **Tensores:** se utilizan para tensar las líneas aéreas trenzadas de baja tensión. Los hay de dos modelos, de doble anillo y de anillo y gancho. Se fabrican de acero galvanizado.

Figura 13. **Tensores**



Fuente: Ceper.com.pe/CatalogoAutoportantes.

Consulta: 4 de junio de 2015.

- **Conectores de perforación:** se utilizan para realizar derivaciones a partir de una red aérea trenzada. Dispone de una estanqueidad eléctrica de 6 kV sumergido en agua. Admite conductores de cable principal o derivado, de cobre o aluminio, la conexión de los conductores se hace simultánea sobre el conductor principal y sobre el derivado mediante tornillos fusibles de cabeza hexagonal. Está fabricado en material termoplástico reforzado con fibra de vidrio de elevada resistencia mecánica y a la intemperie.

Figura 14. **Conector de perforación**



Fuente: Ceper.com.pe/CatalogoAutoportantes.

Consulta: 4 de junio de 2015.

### **1.2.6. Protecciones eléctricas**

En las líneas de media tensión se producen fallas debido a sobre corrientes producidas por descargas atmosféricas o efectos transitorios, por lo que el sistema de protección tiene por objeto la detección, localización y desconexión en forma automática del equipo afectado a fin de minimizar los efectos que el funcionamiento prolongado en estado de falla tendría sobre la instalación. Para cumplir con estas funciones, el sistema de protección debe cumplir las siguientes condiciones fundamentales: selectividad, estabilidad y confiabilidad.

- La selectividad: cualidad de los sistemas de protección eléctrica por la cual su accionamiento debe sacar de servicio solo la porción de la red afectada por la falla o en su defecto, la menor porción posible.
- La estabilidad: asegura que el sistema de protección no operará para fallas que se encuentran fuera del tramo o equipo al que se le ha asignado proteger (la protección permanece estable).
- La confiabilidad: requisito que debe poseer el sistema de protección mediante el cual se determina la seguridad de que cada dispositivo opera en todas las ocasiones en que sea necesario de manera de no afectar la selectividad del conjunto.

#### **1.2.6.1. Reconectador**

Es un equipo de protección capaz de detectar una sobrecorriente, interrumpirla y reconectar automáticamente la línea. Está dotado de un control que le permite realizar varias reconexiones sucesivas, pudiendo, además, variar

el intervalo y la secuencia de estas reconexiones. De esta manera, si la falla es de carácter permanente el reconectador abre en forma definitiva después de cierto número programado de operaciones, de modo que aísla la sección con falla de la parte principal del sistema.

#### **1.2.6.2. Cortacircuitos**

Son dispositivos que sirven para proteger por sobrecorrientes y sobrecarga los equipos instalados en las líneas aéreas de media tensión. Los cortacircuitos, además de utilizarse como dispositivos de protección en las líneas principales o troncales, se utilizan también como elementos de seccionamiento y protección en las derivaciones que se desprenden de líneas troncales en las redes de media tensión. La protección prevista radica en el tipo de fusible utilizado. En Deorsa-Deocsa solamente se utilizan en derivaciones, no así en líneas troncales.

#### **1.2.6.3. Cable de guarda**

En la parte más alta de las estructuras se ponen conductores desnudos llamados de guarda, sirven para formar una pantalla sobre la línea e interceptar las descargas atmosféricas antes que alcancen los conductores de las líneas vivas situados debajo. Los cables de guarda no conducen corriente, por lo que normalmente se utiliza cable de acero y se conecta sólidamente a tierra en cada una de las estructuras. Cuando una descarga atmosférica cae sobre una estructura o el cable de guarda, la corriente del rayo puede descargarse rápidamente a tierra sin llegar a producir arcos en los aisladores.

Para líneas de distribución es económicamente aceptable utilizar únicamente el cable de guarda en donde el terreno por donde pasa la línea tiene una baja resistividad. En cambio se utilizan los pararrayos autoválvula sin

hilo de guarda en terrenos donde se tiene resistencia a tierra de electrodos de más de 25 ohms.

#### **1.2.6.4. Pararrayos autoválvula**

La función básica de los pararrayos autoválvula es proteger las instalaciones de media tensión, líneas y transformadores de distribución, cuando en la línea se produce una sobretensión debido a una descarga atmosférica o a efectos transitorios.

#### **1.2.6.5. Puesta a tierra**

El objetivo es limitar la tensión respecto a tierra de las masas metálicas y asegurar la actuación de las protecciones. Esto se realiza mediante electrodos (picas) enterrados en el suelo, que permiten el paso a tierra de las corrientes de falla o de origen atmosférico. Al producirse un defecto, se produce una tensión en el contacto con tierra, que será menor a medida que la pica esté más enterrada. La corriente circula por el terreno y va disminuyendo al alejarse.

##### **1.2.6.5.1. Puesta a tierra de protección**

Aplica cuando se ponen a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión, normalmente, pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. En el caso de las redes de distribución, hilos de guarda o cables de tierra.

#### **1.2.6.5.2. Puesta a tierra de servicio**

En el caso de equipos instalados en la red de distribución, se conectan a tierra los elementos necesarios (neutros de transformadores, pararrayos, entre otros), para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

#### **1.2.6.6. Descargas atmosféricas**

El efecto de una descarga atmosférica que supera cierta magnitud, es iniciar un arco entre fases, entre fase y tierra o entre partes de la estructura a tierra. En la mayoría de los casos, la tensión de línea es suficiente para mantener el arco iniciado, y este debe ser eliminado por la apertura del interruptor o seccionamiento instalado aguas arriba del punto donde se origine la falla.

##### **1.2.6.6.1. Impacto directo sobre el cable de guarda**

La incidencia de una descarga atmosférica en los cables de guarda o en una de las estructuras de una línea puede ocasionar su salida de servicio, debido al crecimiento de la tensión en el punto de incidencia de la descarga. A diferencia del impacto directo, la ocurrencia de fallas a consecuencia de este fenómeno difícilmente es eliminado. Sin embargo, estos efectos pueden ser minimizados a través de la optimización de las puestas a tierra de las estructuras.

#### **1.2.6.6.2. Descargas en las estructuras**

Cuando un rayo impacta una estructura de una línea, se establece un proceso de propagación de ondas de tensión y corriente en los cables de guarda, en las estructuras próximas y en los sistemas de puesta a tierra.

#### **1.2.6.6.3. Descargas en el vano del cable de guarda**

La incidencia de la descarga en los cables de guarda presenta como característica básica una tensión en el punto de incidencia superior al caso del impacto en la estructura (por la distinta impedancia).

#### **1.2.6.6.4. Descargas próximas a la línea**

Una descarga atmosférica próxima a una línea de media tensión, con niveles de aislamiento sustancialmente inferiores a 500 kV puede fallar por sobretensiones inducidas. En la mayoría de los casos estas líneas no tienen cables de guarda y también están sujetas a fallar cada vez que sean alcanzadas por una descarga directa. En general, las fallas por sobretensiones inducidas no son un problema mayor, ya que el mínimo de fallas por descargas directas excede bastante las provocadas por sobretensiones inducidas.

#### **1.2.7. Localización de las líneas de distribución**

Conviene determinar el carácter general de la ubicación de la línea, porque sirve de base al tipo de diseño. En áreas montañosas difíciles o en zonas intensamente desarrolladas cercanas a las ciudades, este puede ser un factor determinante en la selección de los conductores y el tipo de estructuras.

Las líneas construidas con postes de madera deben tener fácil acceso para su inspección y sus reparaciones. En terrenos montañosos o en áreas densamente pobladas, no es aconsejable buscar una ruta directa ni tratar de hacer la localización con tangentes largas. Deben evitarse puntos muy elevados expuestos, para proteger la instalación contra los vientos y las descargas atmosféricas.

### **1.2.8. Trazo de la línea de distribución**

El costo de preparación para la construcción de una línea de distribución de energía eléctrica representa una parte considerable del costo total. Los costos del derecho de vía, la tala y poda se fijan por condiciones o situaciones económicas locales de donde se desarrolle el proyecto. El costo de levantamiento topográfico para realizar el trazo de la línea, mapas, perfiles y el trazo físico por personal de ingeniería, deben realizarse bajo criterios adecuados. Debe tomarse en cuenta también, los retrasos en ejecución de trabajos de tala y poda o acopio de materiales

El trabajo de ingeniería llevado a cabo para definir un trazo adecuado, hace posible anticiparse a estas situaciones. Para el trabajo de localización y trazado de una línea es indispensable que haya una buena planeación.

### **1.2.9. Impacto visual**

Esta es una característica de las líneas cuya importancia ha ido en aumento en los años recientes. En distintos tipos constructivos de líneas de media tensión, aunque las estructuras deben cumplir la misma función, el uso de uno u otro tipo de estructura y la disposición de las mismas, puede modificar

el ambiente, con lo cual debe prevalecer un buen criterio en el diseño para reducir el impacto visual que la nueva línea cause en el entorno.

### 1.3. Renglones integrados RI

Para la construcción de una red de distribución de media o baja tensión es necesario utilizar diferentes materiales. Para facilitar el desarrollo del MCLRD se definen conjuntos de materiales, que bajo normativas establecidas de construcción representan un componente de la red de distribución de energía eléctrica. A estos conjuntos de materiales se les denomina renglones integrados (RI).

Los RI definidos para el MCLRD se muestran en la tabla VII.

Tabla VII. **Renglones integrados del modelo**

<b>REGLONES INTEGRADOS</b>
POSTES
RETENIDAS
PROTECCIONES
PUESTAS A TIERRA
ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS 13,2 kV CONDUCTOT 1/0
ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS 13,2 kV CONDUCTOT 4/0
ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS 13,2 kV CONDUCTOT 1/0
ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS 13,2 kV CONDUCTOT 4/0
TRANSFORMADORES
ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN
ACOMETIDAS
TENDIDO EN MEDIA TENSIÓN
TENDIDO EN BAJA TENSIÓN
COSTOS DE TRANSPORTE

Fuente: elaboración propia.

## **2. MATERIALES PARA LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Debido a que las inversiones realizadas en la construcción de redes de distribución son altas, se debe asegurar que éstas obras se construyan con los materiales adecuados para que tengan una vida útil de más de cuarenta años. Asimismo, se deben elegir materiales con características adecuadas al área geográfica y a la topografía del lugar donde se ejecutará la obra para reducir costos durante la ejecución de la obra y futuros costos de mantenimiento.

A continuación se presentan las características y aplicación de los diferentes materiales utilizados para la construcción de líneas de distribución.

### **2.1. Características de los conductores**

La sección de los conductores debe ser suficiente para transportar la potencia con cierta densidad de corriente, de manera que el calor por efecto joule sea disipado alcanzándose en el conductor temperaturas moderadas.

#### **2.1.1. El aluminio**

El aluminio es el material que se ha impuesto como conductor en líneas aéreas de distribución de energía eléctrica. Con las mejoras técnicas realizadas en la construcción de conductores de aluminio, comparado con el cobre, se obtienen conductores con un precio mucho menor y menor peso para igual capacidad de transporte. Los conductores a base de aluminio utilizados en la construcción de líneas aéreas se presentan en las siguientes formas:

- Cables homogéneos de aluminio puro (AAC)
- Cables homogéneos de aleación de aluminio (AAAC)
- Cables mixtos aluminio acero (ACSR)
- Cables mixtos aleación de aluminio acero
- Cables aislados con neutroportante (cables pre ensamblados)

Independientemente de las características eléctricas y mecánicas que determinan la elección de un tipo de conductor u otro, se deben tener presentes los principios básicos de uso de este tipo de material:

- Los conductores de aluminio se utilizan siempre en forma de hilos cableados, debido a que poseen mejor resistencia a las vibraciones que los conductores de un único alambre.
- La dureza superficial de los conductores de aluminio es menor que de los de cobre. Se les debe manipular con cuidado, además, los hilos que componen el conductor deben ser de 2 mm de diámetro o más, para que durante su manejo y en las operaciones de tendido no se produzcan daños graves.
- Expuestos a la intemperie se recubren rápidamente de una capa protectora de óxido insoluble, la cual protege al conductor contra la acción de los agentes exteriores. En zonas donde hay ciertos materiales

en suspensión en la atmósfera (zonas de caleras, cementeras, entre otros), se selecciona un conductor de una aleación adecuada.

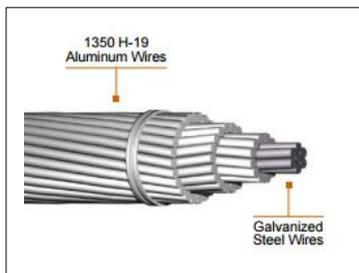
- Ciertos suelos naturales atacan al aluminio en distintas formas, por lo que no es aconsejable utilizarlo para la puesta a tierra de las estructuras.
- El aire marino tiene una acción de ataque sobre el aluminio, en estos casos se deben extremar las precauciones en lo que respecta a la elección de la aleación y su buen estado superficial, en general, el ataque será más lento cuanto menos defectos superficiales haya en el conductor. Los defectos superficiales inician ataques locales que pueden producir daños importantes. Si no se presentan deformaciones o rebabas (que pueden ser causadas por roces durante el montaje) los hilos serán menos sensibles al ataque exterior.
- El aluminio es electronegativo en relación a la mayoría de los metales que se utilizan en las construcciones de líneas y por esto se debe tener especial cuidado en las uniones.
- La temperatura de fusión del aluminio es 660 °C (mientras el cobre funde a 1 083 °C), por lo tanto, los conductores de aluminio son más sensibles a los arcos eléctricos.

### 2.1.1.1. Conductor de aluminio-acero (ACSR)

Estos conductores están compuestos de varios alambres de aluminio, de igual o diferente diámetro nominal y de alambres de acero galvanizado. Los alambres van cableados en capas concéntricas. Los alambres centrales son de acero y las capas exteriores la forman alambres de aluminio. El inconveniente de este tipo de conductores con respecto a los de aluminio exclusivamente es su mayor peso. Las ventajas de un conductor ACSR sobre uno de aluminio puro, se debe a que tienen una mayor resistencia mecánica, pudiendo disminuir con ello el número de estructuras y de aisladores al poder aumentar la longitud de los vanos.

Estos conductores son los más utilizados en las líneas aéreas de media tensión, ya que al tener mayor resistencia mecánica y menor precio han desplazado a los conductores de cobre.

Figura 15. Cable ACSR



Fuente: [Coideasa.com/catalogos\\_phelps\\_dodge\\_files/Conductor.pdf](http://Coideasa.com/catalogos_phelps_dodge_files/Conductor.pdf).

Consulta: 20 de junio de 2015.

### **2.1.1.2. Conductor aluminio-acero (ACSR/ AW)**

Estos conductores están compuestos de un núcleo de acero recubierto con aluminio e hilos de aluminio cableados concéntricamente sobre el núcleo. Se utilizan en líneas de transmisión y distribución. Los cables ACSR/AW tienen características de rotura muy similares a las de los cables ACSR, con una capacidad de conducción de corriente ligeramente superior, y presentan buena resistencia a la corrosión, debida al recubrimiento de aluminio de los alambres de acero del núcleo.

### **2.1.1.3. Conductor de aleación de aluminio (AAAC)**

Estos conductores están compuestos de alambres de aleación de aluminio cableados concéntricamente. Se utilizan en líneas de transmisión y distribución. Los cables AAAC tienen una muy buena relación carga de rotura/peso, lo que los hace muy útiles cuando se diseñan las líneas con flecha considerable.

Figura 16. **Cable AAAC**



Fuente: [Singecr.com/phocadownload/PHELPSDODGE/ \(Conducen\).pdf](http://Singecr.com/phocadownload/PHELPSDODGE/(Conducen).pdf).

Consulta: 20 de junio de 2015.

#### 2.1.1.4. Conductor de aluminio reforzado con aleación de aluminio (ACAR)

Estos conductores están compuestos de un núcleo de aleación de aluminio e hilos de aluminio cableados concéntricamente sobre el núcleo. Se utilizan en líneas de transmisión y distribución. Los cables ACAR tienen una muy buena relación carga de rotura/peso, lo que los hace muy útiles cuando se diseñan las líneas con consideraciones de capacidad de conducción de corriente y de carga de rotura. Estos conductores poseen muy buena resistencia a la corrosión.

Figura 17. Cable ACAR



Fuente: Coideasa.com/catalogos\_phelps\_dodge\_files/Conductor.pdf.

Consulta: 20 de junio de 2015.

## 2.2. Características de aisladores

Según el tipo de estructura o condiciones ambientales del lugar de ubicación del proyecto, se deberán seleccionar los aisladores que cumplan con características adecuadas para estas situaciones.

### 2.2.1. Aisladores de porcelana

Su estructura es homogénea para dificultar las adherencias de la humedad y polvo, la superficie exterior está recubierta por una capa de esmalte. Están fabricados con caolín y cuarzo de primera calidad. La temperatura de cocción en el horno es de 1 400 °C.

Figura 18. **Aisladores de porcelana**



Fuente: [Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf](http://Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf).

Consulta: 20 de junio de 2015.

### 2.2.2. Aisladores de vidrio

Están fabricados por una mezcla de arena silíceo y de arena calcárea. Fundidas con una sal de sodio a una temperatura de 1 300 °C, obteniéndose por moldeo. Su color es verde oscuro. El material es más barato que la porcelana, pero tienen un coeficiente de dilatación muy alto, que limita su aplicación en lugares con cambios grandes de temperatura. Su resistencia al choque es menor que en la porcelana. Su uso se ha descartado casi totalmente en la actualidad.

Figura 19. **Aisladores de vidrio**



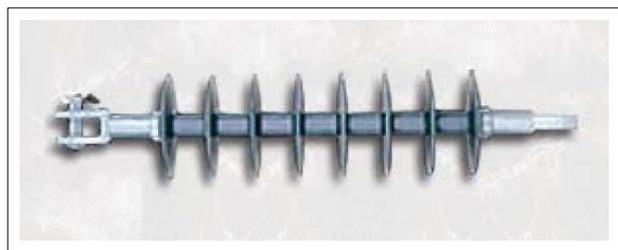
Fuente: [Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf](http://Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf).

Consulta: 20 de junio de 2015.

### 2.2.3. **Aisladores de polímero**

Se emplean cuando han de soportar grandes esfuerzos mecánicos, debido a que su resistencia mecánica es aproximadamente el doble que la de la porcelana y sus propiedades aislantes también son superiores. El inconveniente que tienen es el de ser más caros.

Figura 20. **Aislador de polímero**



Fuente: [Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf](http://Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf).

Consulta: 20 de junio de 2015.

## **2.2.4. Tipos de aisladores por su utilización**

La posición de los conductores, respecto de la estructura depende de los tipos de aisladores utilizados. El punto de sujeción del conductor puede ser fijo (aislador rígido) o presentar algún grado de libertad (cadena de aisladores).

### **2.2.4.1. Aislador rígido**

Están unidos al soporte por un herraje fijo y por consiguiente, no pueden cambiar normalmente de posición después de su montaje. Los aisladores pueden ser tipo alfiler (forma de una campana) o aislador tipo poste, llevan en su parte superior una garganta sobre la que se fija el conductor por una ligadura (de hilo de cobre recocado para conductores de cobre o de hilo de aluminio para conductores a base de aluminio). El interior del aislador es roscado para atornillarlo a la parte superior de un perno o espiga, disposición que facilita la sustitución de un aislador defectuoso, evitando desmontar la espiga.

El aislador tipo poste está diseñado para ser utilizado en líneas de distribución ubicadas en zonas de alta incidencia de descargas atmosféricas.

**Figura 21. Aislador tipo poste**



Fuente: [Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf](http://Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf).

Consulta: 20 de junio de 2015.

#### 2.2.4.2. Aislador en cadena o suspensión

Las cadenas de aisladores se utilizan para grandes vanos y grandes esfuerzos. Las cadenas de retención están dispuestas según el eje del conductor y su momento es insignificante. Las cadenas simples de suspensión tienen un grado de libertad transversal al conductor y giran libremente alrededor del punto de fijación a la estructura, para que los esfuerzos de flexión queden amortiguados. Las cadenas están constituidas por un número variable de elementos según la tensión de servicio.

Figura 22. **Aisladores en cadena**



Fuente: [Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf](http://Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf).

Consulta: 20 de junio de 2015.

Este tipo de aislador presenta las siguientes ventajas:

- Permite elevar la tensión de funcionamiento con solo aumentar la longitud de la cadena, es decir, colocando más elementos.
- No se interrumpe el servicio por rotura de un aislador, ya que la cadena sigue sustentando al conductor.
- Presenta una gran economía en la reparación de las cadenas, pues solamente es necesario cambiar el elemento averiado.

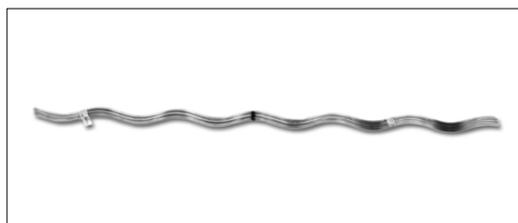
### **2.3. Características de los herrajes**

La fabricación de elementos de protección o sujeción de los conductores a las estructuras, se realiza a partir de elementos de acero galvanizado, de aluminio, de acero recubiertos de aluminio o en aleación de cobre. Estos elementos son recubiertos en la parte interna con un material abrasivo para mejorar el agarre sobre el cable conductor.

#### **2.3.1. Varilla protectora de línea**

Es generalmente utilizada en puntos de suspensión del cable, puntos de amarre sobre aisladores y en algunos casos, como elemento de reparación eléctrica y mecánica en cables parcialmente dañados. La aplicación de este elemento como reparación del conductor está restringida a los casos donde el daño está localizado fuera del área de fijación del cable y no sobrepasa el 25 % de la cantidad total de los hilos del conductor. Utilizadas para reducir el desgaste del conductor cuando se las utiliza sobre el aislador, cuando no son utilizadas las ataduras preformadas. Está constituida por un conjunto de varillas preformadas de aleación de aluminio, que luego de aplicadas sobre el cable lo envuelven totalmente ofreciendo protección mecánica y eléctrica al tramo.

**Figura 23. Varilla protectora de línea**



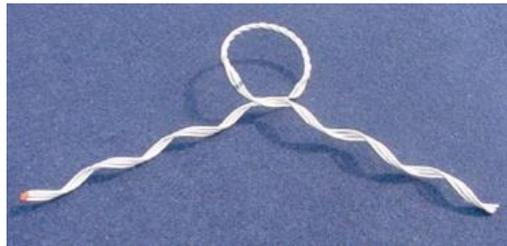
Fuente: [Preform.com.ar/pdf/Catalogo.pdf](http://Preform.com.ar/pdf/Catalogo.pdf).

Consulta: 2 de junio de 2015.

### **2.3.2. Ataduras tipo V o tipo $\Omega$**

Son utilizadas para la fijación lateral de los conductores sobre los aisladores, tanto en posición horizontal como vertical. Es recomendable utilizar la varilla protectora de línea para que en la zona de contacto se proteja tanto el conductor como la atadura. Están constituidas por elementos preformados de aleación de aluminio.

Figura 24. **Ataduras tipo V o tipo  $\Omega$**



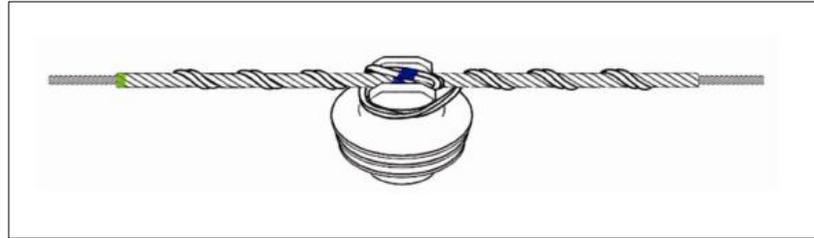
Fuente: [Preform.com.ar/pdf/Catalogo.pdf](http://Preform.com.ar/pdf/Catalogo.pdf).

Consulta: 2 de junio de 2015.

### **2.3.3. Ataduras tipo Z con varillas de protección**

Las ataduras tipo Z se sujetan a la cabeza de los aisladores y usan varillas protectoras entre el cable y la atadura. Se utilizan en vanos de entre 90 y 150 m de longitud. Se emplean en conductores desnudos de aluminio y aleaciones. Están constituidas por elementos preformados de aleación de aluminio.

Figura 25. **Atadura tipo Z**



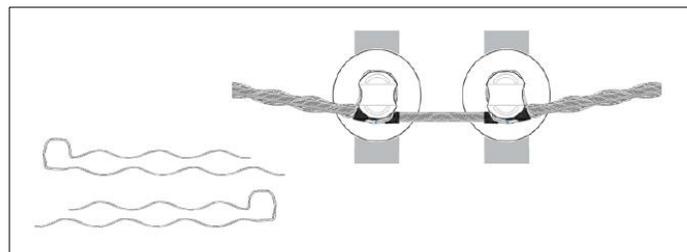
Fuente: [Preform.com.ar/pdf/Catalogo.pdf](http://Preform.com.ar/pdf/Catalogo.pdf).

Consulta: 2 de junio de 2015.

#### 2.3.4. **Ataduras dobles laterales**

Son utilizadas en conductores desnudos instalados en estructuras con cruceta doble y ángulos entre 5 y 15°. Para longitudes menores a 90 m se utilizan sin varillas de protección; para longitudes entre 90 y 150 m se deben utilizar varillas de protección. Están constituidas por elementos preformados de aleación de aluminio.

Figura 26. **Ataduras dobles laterales**



Fuente: [Preform.com.ar/pdf/Catalogo.pdf](http://Preform.com.ar/pdf/Catalogo.pdf).

Consulta: 2 de junio de 2015.

### **2.3.5. Grapa de amarre tipo pistola**

Son utilizadas para amarrar conductores de aluminio, aleación de aluminio y aluminio-acero en aisladores de suspensión. Para su instalación, es importante respetar el par de apriete recomendado por el fabricante, el cual está estudiado para garantizar un deslizamiento superior al 95 % de la carga de rotura del conductor y minimizar los esfuerzos de compresión sobre el conductor a unos límites aceptables. El cuerpo de la grapa es de aleación de aluminio y la tornillería de acero galvanizado.

Figura 27. **Grapa de amarre tipo pistola**



Fuente: catálogo INAEL. p. 12

## **2.4. Características de las estructuras**

La selección del tipo de poste adecuado a utilizar en una estructura asegurará que esta cumpla con su función dentro de la red y perdure el tiempo mínimo esperado.

### **2.4.1. Poste de madera**

Es el más generalizado y económico de fabricación. Su campo de aplicación es casi exclusivamente en redes de baja tensión. Cuando los tramos de línea son rectos o en zonas de muy difícil acceso, se emplea en líneas de media tensión. En la República de Guatemala los postes de madera empleados en las líneas y redes de distribución de energía eléctrica son de madera de pino, debido a que es una especie nativa del país. Existen alrededor de once especies, las cuales crecen en las áreas montañosas de todos los departamentos. Los pinos son árboles resinosos, de tronco recto y flexible, lo cual los hace ideales para la utilización como postes. La madera de los pinos es muy vulnerable, por lo que necesita un tratamiento para resistir la pudrición y las termitas o comejenes.

La vida útil de una estructura con poste de madera de pino se prolonga al proteger el poste mediante tratamiento con impregnación protectora. En uno de los métodos para la impregnación, se utiliza un sistema denominado vacío–presión a célula llena. La sustancia que fundamentalmente se utiliza para la impregnación es un compuesto de óxido de cromo, óxido de cobre y óxido de arsénico.

Ventajas e inconvenientes de postes de madera:

- Ligereza y consiguiente facilidad de transporte
- Bajo precio frente al concreto y acero
- Vida media relativamente corta

- No permite la instalación de grandes vanos
- Esfuerzo disponible en cabeza y altura limitados

Figura 28. **Postes de madera**



Fuente: [Mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/](http://Mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/).

Consulta: 15 de junio de 2015.

#### **2.4.2. Poste de concreto armado**

Es el más utilizado en las líneas eléctricas de baja y media tensión. Los postes de concreto tienen la ventaja de no necesitar conservación y su duración ilimitada, pero tienen el inconveniente de que su costo es mayor que los de madera. Como su peso es grande, aumentan los gastos de transporte e instalación. Con la finalidad de mejorar las cualidades del concreto armado, la fabricación de los mismos se lleva a cabo mediante vibración, centrifugado y por precompresión.

Según el sistema de fabricación se dividen en:

- Postes de concreto armado vibrado

- Postes de concreto armado centrifugado
- Postes de concreto armado pretensado

Las ventajas e inconvenientes de postes de concreto son las siguientes:

- Amplia gama de medidas y resistencias
- Permiten vanos muy grandes
- Tienen vida ilimitada
- Son más caros y pesados que los de madera
- Tienen mayor fragilidad que los de madera

#### **2.4.2.1. Postes de concreto armado vibrado**

Los materiales empleados en la fabricación del poste de concreto armado se someten a vibraciones, ya sea a través de la armadura, o con la ayuda de vibradores ordinarios, consiguiendo que la masa de concreto se vaya asentando y reduciendo el volumen de los espacios vacíos. La frecuencia oscila entre 5 000 y 24 000 vibraciones por minuto.

#### **2.4.2.2. Postes de concreto armado centrifugado**

Su forma es tronco-cónica y su armadura es longitudinal y transversal. La armadura longitudinal se reparte uniformemente, en su sección circular y rematada o ceñida mediante la armadura transversal, formada por dos o más

espirales de sentido contrario arrolladas a lo largo de la armadura longitudinal. Se fabrican en moldes de madera, que giran alrededor de su eje a una gran velocidad, sobre unas 800 rpm, comprimiéndose el concreto por la fuerza centrífuga, quedando una superficie exterior compacta y a un grosor adecuado, formando bloque con las armaduras metálicas y dejando la parte interior hueca. Se emplean, sobre todo, en líneas de media y baja tensión. En líneas montadas con este tipo de postes, se puede construir estructuras de ángulo, anclaje, derivación, etc. No se emplean en lugares de difícil acceso, por la dificultad de transporte.

### **2.4.2.3. Postes de concreto armado pretensado**

Esta técnica para la fabricación de postes de concreto se emplea cada día más por ser más baratos que los de concreto corriente, al requerir menos material férnico. Se fabrican con concreto vibrado y llevan en su interior alambres de acero que se someten a una fuerte tracción previa y permanente. Cuando el concreto adquiere cierto grado de fraguado, se cortan los alambres de acero; al quedar sin tensión, los alambres tienden a acortarse, pero, al impedirlo la masa de concreto, comprimen esta, convirtiéndose en un soporte pretensado.

Figura 29. **Postes de concreto**



Fuente: *Catálogo medidas eléctricas ingeniería Ltda.* <http://melei.com.co/web/productos.php>.

Consulta: 20 de junio de 2015.

En la tabla VIII se presentan las profundidades de excavación para la instalación de postes en líneas de media y baja tensión.

Tabla VIII. **Profundidad de excavación**

Longitud del poste	Profundidad de excavación	
	Material del suelo	
	Tierra	Roca
7,62 m	1,40 m	1,40 m
9,14 m	1,60 m	1,60 m
10,60 m	1,66 m	1,60 m
12,19 m	2,00 m	1,60 m

Fuente: *Estructuras de media tensión.*

Unión Fenosa, Guatemala. p.35.

## 2.5. Características de las protecciones

A continuación se presentan los diferentes equipos utilizados en las redes de media tensión para proteger las instalaciones al momento de presentarse fallas transitorias o permanentes.

### 2.5.1. Cortacircuitos

Los cortacircuitos son seccionadores monoplares que utilizan un fusible para la protección de equipos y redes de media tensión. El fusible se ubica en el interior de un portafusible. El fusible está calibrado para que a determinado valor de corriente alcance su punto de fusión e interrumpa el paso de corriente eléctrica, liberando la falla y protegiendo así al sistema. Para restablecer el servicio es necesario reponer el fusible en el portafusible y volver a conectar.

Figura 30. **Cortacircuito**



Fuente: [Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf](http://Mayecen.com/new/cat1/IUSA.pdf).

Consulta: 20 de junio de 2015.

### **2.5.2. Pararrayos autoválvula**

Existen diferentes tipos, pero los más utilizados en media tensión son los de óxido de zinc (ZnO) y los de varistancias y explosores. Los de varistancias y explosores constan de varios explosores en serie y unas resistencias de carbono-silicio no lineales que limitan la corriente tras el paso de la onda de choque de la sobretensión. A los de óxido de zinc (ZnO) se les denomina también pararrayos de óxidos metálicos (POM), este tipo no presenta explosores por tanto la autoválvula es conductora de forma permanente para el voltaje nominal de la red que protege. Este tipo de pararrayos autoválvula solamente está formado por varistancias, además, son más fiables que los de varistancias y explosores.

Figura 31. **Pararrayos autoválvula**



Fuente: [Mayecen.com/new/cat1/USA.pdf](http://Mayecen.com/new/cat1/USA.pdf).

Consulta: 20 de junio de 2015.



### **3. EQUIPOS DE TRANSFORMACIÓN**

En la elección correcta de los transformadores de distribución es indispensable que la persona que desarrolla el diseño eléctrico seleccione adecuadamente el tipo de transformador y su capacidad.

Poner fuera de servicio un transformador de distribución representa un serio problema para las empresas que prestan el servicio de electricidad a comunidades o instalaciones individuales para empresas, ya que ello siempre trae consigo un apagón, afectando a los consumidores residenciales, o no continuar con la producción de una industria. El caso se vuelve más serio cuando la interrupción de la operación del transformador es causada por una falla del equipo, pues, además de los inconvenientes mencionados se tendría que añadir el costo de reparación o reposición del transformador.

En el país, para la conexión de las redes de baja tensión, se utilizan transformadores de distribución tipo poste, los cuales constan de núcleo y bobinas montados en un tanque cargado con aceite. Llevan hacia fuera las terminales que pasan a través de bujes apropiados. Las terminales de alto voltaje pueden ser dos, pero lo más común es usar una sola terminal. Poseen además una terminal de tierra en la pared del tanque conectada al extremo de tierra del devanado de alto voltaje para usarse en circuitos de varias tierras.

#### **3.1. Transformador convencional**

El transformador convencional incluye solo la estructura básica del transformador sin equipo de protección alguna. La protección deseada por

sobre voltaje, sobrecarga y cortocircuito se obtiene usando pararrayos e interrupciones primarias de fusibles montados separadamente en el poste o en la cruceta muy cerca del transformador. La interrupción primaria del fusible proporciona un medio para detectar a simple vista los fusibles quemados en el sistema primario, y sirve también para sacar el transformador de la línea de media tensión, ya sea manual, cuando así se desee, o automáticamente en el caso de falla interna de las bobinas.

### **3.2. Transformador autoprotegido**

El transformador autoprotegido tiene un interruptor secundario de protección por sobrecarga y cortocircuitos, controlado térmicamente y montado en su interior. Posee un eslabón protector de montaje interno conectado en serie con el devanado de alto voltaje para desconectar el transformador de la línea en caso de falla interna de las bobinas y un pararrayos montado en forma integral en el exterior del tanque para protección por sobre voltaje.

En algunas marcas de transformadores, el interruptor interno opera una lámpara de señal cuando se llega a una temperatura de devanado predeterminada, a manera de advertencia antes del disparo. Si no se atiende la señal y el interruptor dispara, puede restablecerse este y restaurarse la carga por medio de una palanca externa. Es común que esto se logre con el ajuste normal del interruptor, pero si la carga se ha sostenido por un tiempo prolongado, que haya permitido al aceite alcanzar una temperatura elevada, el interruptor podrá dispararse de nuevo en breve o podrá ser imposible restablecerlo para que permanezca cerrado.

### 3.3. Transformador monofásico

Estos pueden ser autoprotegidos o convencionales. En el país se utilizan en voltaje primario 13,2 kV o 34,5 kV y en el secundario, voltajes 120/240 V.

Figura 32. Transformador monofásico



Fuente: Transformadoresprolec.com/.

Consulta: 20 de junio de 2015.

### 3.4. Transformador trifásico

Estos transformadores son similares a las unidades monofásicas, con la excepción de que emplea un cortacircuitos de tres polos. El cortacircuitos está dispuesto de manera que abra los tres polos en forma simultánea, en caso de una sobrecarga seria o de falla en alguna de las fases.

Se utilizan en redes de distribución trifásicas, para voltajes de 13,2 kV o 34,5 kV. Los transformadores trifásicos de distribución del tipo estación, son los transformadores que tienen, por lo general, capacidad para 250, 333, 500 o hasta un máximo de 1 000 kVA. Este tipo de transformadores se obtienen en el mercado del tipo *padmounted*, los cuales presentan en unos casos sus puntos

de conexión de alto voltaje accesible al operador, pero existen otros con los puntos de conexión de alto voltaje blindados y con conexión a tierra.

La protección eléctrica de estos transformadores consiste en pararrayos y fusibles.

Figura 33. **Transformador trifásico**



Fuente: *Catálogo medidas eléctricas ingeniería Ltda.*

<http://melei.com.co/web/productos.php>.

Consulta: 25 de junio de 2015.

### **3.5. Criterios de diseño**

Este tema reviste especial importancia dentro del tema de costos de un proyecto de construcción de líneas y redes de distribución de energía eléctrica aéreas, debido a que la correcta o incorrecta escogencia de estos criterios afecta directamente el costo del proyecto. A continuación se describen los criterios de diseño que se considera importante tomar en cuenta:

- Estudio topográfico: se debe realizar un correcto estudio y levantamiento topográfico, ya que esto evitará incurrir en costos adicionales por: pago de servidumbres o derechos de vía, traslado de materiales a lugares de

difícil acceso, demandas por reubicación de estructuras por ampliación de carreteras, etc. Tomar en cuenta la ubicación de zonas de reforestación o áreas protegidas para evitar trazos de nuevas líneas cercanas a esos puntos, ya que a futuro no es posible realizar mantenimiento de corte o desramado de árboles.

- Capacidad de transformadores: diseñar, buscando que la carga mínima conectada al transformador sea igual o mayor al 75 % de su capacidad nominal, con lo cual se reducen las pérdidas eléctricas en los transformadores.

En muchos casos se diseñan y construyen obras de distribución de energía eléctrica para comunidades rurales, las cuales tendrán un consumo muy bajo por usuario. Por error o por obtener mayores beneficios económicos para el constructor, se diseñan obras utilizando solamente transformadores de 25 kVA, con lo cual la carga conectada a los transformadores no llega incluso ni al 50 % de su potencia nominal. Situación similar se presenta también en la ejecución de obras para bombeos de agua municipales, instalando centros de transformación sobredimensionados.

Estas decisiones inciden en una mayor inversión en la ejecución del proyecto y en altos costos de operación debido al pago de potencia contratada y demanda al distribuidor, en el caso de servicios exclusivos.

- Ubicación de pararrayos de tipo autoválvula y puestas a tierra. Debe tomarse como punto inicial la determinación del nivel de descargas atmosféricas en la zona donde se va a desarrollar el proyecto. Se considera que se debe instalar un juego de pararrayos autoválvula y

cortacircuitos en el punto de arranque del proyecto y los siguientes pararrayos autoválvula a lo largo de la línea de media tensión en zonas con alto nivel de descargas atmosféricas. Deben instalarse juegos de pararrayos autoválvula y puestas a tierra en los puntos topográficos más altos del trazo de la línea de media tensión. En zonas con alto nivel de descargas atmosféricas, los conductores de neutro deben tener una puesta a tierra en cada estructura. En otras zonas como mínimo cada 400 m.

- Utilización de postes de madera o concreto: postes de madera en puntos de instalación en los cuales el acceso es sumamente difícil, debido a que se corre el riesgo de daños a los postes de concreto o un incremento en el costo de instalación al utilizar maquinaria especial para el traslado e instalación.

En zonas especiales tomar en cuenta las condiciones ambientales del punto de instalación, por ejemplo, en áreas de costa debe utilizarse postes de madera debido a la salinidad del ambiente. En áreas urbanas o terrenos planos de fácil acceso se sugiere la utilización de postes de concreto. Para este material, como un factor muy importante, se debe tomar en cuenta el aspecto económico del proyecto que se va a ejecutar.

- Tipo de conductor: determinar el nivel de carga, el tipo de conductor normado por la empresa que presta el servicio de distribución de energía eléctrica en la región, y en algunos casos, las condiciones de medio ambiente. Por ejemplo, para zonas costeras es indispensable utilizar conductores del tipo de aleaciones de aluminio sin alma de acero, como los ya descritos, conductor de aleación de aluminio AAAC y conductor de aluminio reforzado con aleación de aluminio ACAR.

- Tipos de estructuras: considerar casos especiales en los cuales se deban utilizar postes autoportados considerando costos de materiales *versus* pagos de indemnización por derechos de vía o servidumbres en propiedades privadas.
- Utilización de aisladores de polímero en zonas de alta contaminación o con alto índice de vandalismo, garantizando de esta forma una vida útil más prolongada.



## 4. COSTOS

El costo total de una obra está compuesto por diferentes variables, las cuales se deben considerar al momento de evaluar un proyecto. Los costos que se deben tomar en cuenta son:

- Materiales
- Mano de obra
- Transporte
- Indirectos

El tema de costo del proyecto es un tanto polémico. La razón, consiste en que cada empresa tiene costos diferentes. Normalmente, los costos directos son muy similares. Mientras que en costos indirectos, la situación cambia para cada empresa. La logística de cada empresa tiene distintas prácticas. En la República de Guatemala el principio de libre empresa y libre competencia, no permite delimitar la rentabilidad empresarial, por lo tanto, cada empresa fija sus índices de rentabilidad.

Los datos que en el presente caso se detallan son reflejo de la información obtenida en consenso con un grupo de empresarios. Por lo tanto, los valores que se expondrán en el siguiente apartado son solamente una aproximación a la realidad.

#### **4.1. Costo de materiales**

En Guatemala la mayor parte de los materiales utilizados en la construcción de redes de distribución de energía eléctrica son importados. Esta situación genera una variable en el costo de las obras debido a las variaciones del tipo de cambio del quetzal respecto al dólar. El rubro de materiales representa aproximadamente el 40 % del costo total de una obra, de allí su importancia en la selección de materiales que cumplan con estándares altos de calidad y acorde al lugar donde se ejecute la obra.

#### **4.2. Costo de mano de obra**

Para la ejecución de una obra se utiliza mano de obra calificada y no calificada.

##### **4.2.1. Mano de obra calificada**

En Guatemala, la mano de obra calificada la realiza, principalmente personal que se ha formado empíricamente. Esto debido a que existe poca formación técnica académica para linieros. Debido a esta situación, cada técnico posee métodos propios o particulares para ejecutar diferentes trabajos, situación que genera una variable en los costos.

De acuerdo al concepto tomado en el MCLRD, se define un costo medio de mano de obra calificada para cada uno de los renglones integrados de materiales utilizados en el modelo, para que este realice los cálculos y genere el costo total de mano de obra asociado a la obra del proyecto. Estos costos indicativos se generaron a través de un consenso de valores manejados por

empresas dedicadas a la construcción de este tipo de obras y son costos actualizados del mercado laboral en la República de Guatemala.

Como ejemplo, en la tabla IX se desglosa el costo de mano de obra calificada para el renglón integrado correspondiente a la construcción de una estructura monofásica de media tensión tipo I.

Tabla IX. **Costos de mano de obra calificada**

<b>COSTO DE MANO DE OBRA CALIFICADA RENGLÓN INTEGRADO ESTRUCTURA MONOFÁSICA TIPO I</b>	
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>COSTO Q.</b>
IZADO DEL POSTE Y PONER A PLOMO	Q 700,00
INSTALACIÓN DE SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE	Q 100,00
INSTALACIÓN DE AISLADOR DE PORCELANA TIPO POSTE	Q 70,00
INSTALACIÓN DE SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 70,00
INSTALACIÓN DE AISLADOR TIPO CARRETE	Q 60,00
<b>TOTAL COSTO PARA ESTE RENGLÓN INTEGRADO</b>	<b>Q 1 000,00</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla X presenta los costos de mano de obra por renglón integrado de materiales definido para el MCLRD.

Tabla X. Costos de mano de obra por renglón integrado

<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN INTEGRADO (RI)</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>COSTO DE RI PROYECTO</b>
unidad	RETENIDAS	Q 250,00	Q -
unidad	RETENIDAS CON POSTE 25 PIES	Q 350,00	Q -
unidad	CORTACIRCUITOS MONOFÁSICOS	Q 100,00	Q -
unidad	CORTACIRCUITOS TRIFÁSICOS	Q 300,00	Q -
unidad	PARARRAYOS MONOFÁSICOS	Q 250,00	Q -
unidad	PARARRAYOS TRIFÁSICOS	Q 400,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO I	Q 1 000,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO II	Q 1 200,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO III	Q 1 200,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO IV	Q 1 500,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO V	Q 1 500,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO VI	Q 1 000,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO I	Q 2 400,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO II	Q 2 600,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO III Y IV	Q 2 800,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO V	Q 3 000,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO VI	Q 2 400,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 10 kVA	Q 1 000,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 15 kVA	Q 1 100,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 25 kVA	Q 1 200,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 37.5 kVA	Q 1 300,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 50 kVA	Q 1 500,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30°	Q 800,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN ALINEACIÓN Y ÁNGULO DE 30° A 90°	Q 1 000,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN FIN DE LÍNEA	Q 1 000,00	Q -
unidad	TIERRAS	Q 175,00	Q -
m	TENDIDO EN MEDIA TENSIÓN	Q 5,00	Q -
m	TENDIDO EN BAJA TENSIÓN	Q 8,00	Q -
unidad	ACOMETIDAS 120 V	Q 50,00	Q -
unidad	ACOMETIDAS 240 V	Q 75,00	Q -
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN INTEGRADO</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO DE RI PROYECTO</b>
unidad	APERTURA DE AGUJEROS PARA POSTES, ANCLAS Y TIERRAS	Q 80,00	Q -
<b>IZADO DE POSTES</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN INTEGRADO</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO DE RI PROYECTO</b>
unidad	POSTES DE MADERA	Q 200,00	Q -
unidad	POSTES DE CONCRETO	Q 400,00	Q -
			<b>Q -</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.2. Mano de obra no calificada**

Esta se encarga de realizar trabajos que no requieren ninguna formación técnica, como lo es la apertura de agujeros para el izado de postes, agujeros para instalación de puestas a tierra y anclajes, traslado de materiales dentro de la obra, colaborar en izado y poner a plomo el poste, colaborar en el tendido de cable, entre otras actividades. Este tipo de mano de obra, con regularidad se contrata en el punto de la obra y se paga por día de trabajo (jornal), o por actividad realizada. Para el presente modelo de cálculo se define un costo de Q85,00 el jornal de trabajo por persona.

#### **4.3. Costos de transporte**

En este rubro se considera, básicamente el costo por kilómetro de desplazamiento de vehículos para el traslado de materiales y para traslado de personal, desde la sede de la empresa constructora y la bodega de materiales hasta el punto donde se ejecute la obra. Se considera un desplazamiento ida y retorno, ya que es la modalidad de trabajo en ese medio. En el MCLRD se toma en cuenta la cantidad de traslados que se deben realizar en función del volumen de materiales y personal.

Por lo general, los costos directos, en promedio corresponden al 60 % del costo total de la obra.

#### **4.4. Costos indirectos**

Se define como los valores que dentro del presupuesto de una obra no se aprecian físicamente en la misma. Dentro de los costos indirectos se consideran los siguientes:

- Ingeniería y administración: estos comprenden la realización del estudio de campo, diseño, elaboración de planos, revisión y aprobación por ingeniero colegiado, sobrecostos e imprevistos. También se debe considerar la dirección y supervisión durante la ejecución de la obra, gastos administrativos y pago de estudio de ingeniería EDI a la empresa distribuidora. Dentro de estos costos se incluye también las fianzas de sostenimiento de oferta, fianzas de cumplimiento, fianza de conservación de la obra y seguro de responsabilidad. Se incluye el porcentaje de rentabilidad de la empresa ejecutora de la obra. Estos costos equivalen al 40 % del costo total de la obra. En la tabla XI se muestra la composición de costos para una obra:

Tabla XI. **Costos**

<b>DIRECTOS</b>	<b>% COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>
MATERIALES	40,0%
MANO DE OBRA	15,0%
TRANSPORTE	5,0%
<b>SUMATORIA COSTOS DIRECTOS</b>	<b>60,0%</b>
<b>INDIRECTOS</b>	<b>% COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>
ESTUDIO DE CAMPO	1,0%
DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PLANOS	1,0%
REVISIÓN Y APROBACIÓN PROFESIONAL	2,0%
EDI Y SUPERVISIÓN	3,5%
ADMINISTRACIÓN	6,0%
FIANZAS	2,5%
SEGURO DE RESPONSABILIDAD	2,0%
PAGO DE IMPUESTOS	12,0%
RENTABILIDAD	10,0%
<b>SUMATORIA COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>40,0%</b>
<b>TOTAL PROYECTO DIRECTOS + INDIRECTOS</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: elaboración propia.

- Rentabilidad: con fines didácticos, en este caso, se aplica la rentabilidad equivalente a 10 % sobre el valor del proyecto.
- Estudio de ingeniería y supervisión: en las áreas de concesión de las empresas Deorsa y Deocsa se debe cancelar el costo por el Estudio de Ingeniería y supervisión (EDI), que realiza la empresa distribuidora. Esta actividad esta normada por las empresas Deorsa y Deocsa y el pago de este concepto equivale al 3,5 % del costo total de la obra. Al aprobar el estudio de ingeniería, las empresas distribuidoras extienden la licencia de construcción para la obra.
- Pago de servidumbre o derechos de vía: este costo indirecto no se considera dentro del presupuesto proporcionado por el MCLRD, ya que está en función de variables particulares a la zona donde se ejecute la obra.
- Para construcción de líneas de media tensión, la legislación actual no solicita estudios de impacto ambiental.

A continuación se hace un breve detalle del valor de los impuestos que se pagan en la República de Guatemala. Es de considerar que el presente trabajo tiene un enfoque técnico y no económico ni financiero, por lo que con base en el conocimiento empírico empresarial se hace la siguiente exposición.

- Impuestos: el pago de impuestos lo constituye el impuesto al valor agregado (IVA), impuesto de solidaridad (ISO) y el impuesto sobre la renta (ISR). La sumatoria de los impuestos mencionados es equivalente al 12 % del valor del proyecto. Es un tanto confuso este porcentaje. En primera instancia, cualquier persona adversará este valor afirmando que

solamente el IVA es equivalente al 12 %. Sin embargo, la mayoría de costos directos se facturan y pagan IVA. La mayoría de costos indirectos es más difícil facturarlos. Por lo tanto, en calidad de impuestos, se paga el equivalente a un 6 %. Luego, el ISO tiene un valor fijo del 1 %. Mientras tanto, el impuesto sobre la renta tiene un valor del 5 %. Al realizar la sumatoria de impuestos, resulta el 12 % del valor del proyecto.

Dentro de los costos indirectos asociados a una obra, se debe considerar el pago de prestaciones laborales, establecidas en la legislación guatemalteca:

- Vacaciones
- Aguinaldo
- Bono 14
- Asuetos y días festivos

## **5. MODELO DE CÁLCULO DE COSTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN MCLRD**

Para cumplir el objetivo del presente trabajo, de proporcionar una herramienta práctica y pública dirigida a todas las personas interesadas en obtener una aproximación de la inversión que se necesita para la ejecución de obras de distribución de energía eléctrica en media y baja tensión, se desarrolló el MCLRD, que permite obtener una descripción general de los materiales necesarios y los costos aproximados asociados para desarrollar un proyecto. Las consideraciones que se tomaron en cuenta en el desarrollo del MCLRD, están relacionadas directamente con la legislación y regulación vigente, los precios actuales de materiales, costos de mano de obra, transporte y gastos indirectos.

Con el uso del MCLRD se busca versatilidad y facilidad de cálculo para obtener un valor aproximado de la inversión que se necesita para la ejecución de una obra de distribución de energía eléctrica. Los distintos niveles de voltaje de distribución en media tensión es uno de los elementos que se considera durante el presente análisis. El análisis se realiza de manera exclusiva para redes de distribución en 13,2 kV.

El requisito previo para el uso de este proyecto, será disponer del diseño de la red de distribución de energía eléctrica que se desea evaluar, el cual debe representarse esquemáticamente a través de un diagrama.

## **5.1. Diagrama de la red de distribución de energía eléctrica**

Para el presente trabajo, el diagrama de la red de distribución de energía eléctrica, representa de modo gráfico todas las partes que componen un sistema eléctrico, tomando en cuenta las conexiones que hay entre sus elementos, para lograr una visualización completa del sistema de la forma más sencilla, mediante símbolos estándar en lugar de sus circuitos equivalentes.

El propósito del diagrama de la red de distribución de energía eléctrica, es el de suministrar, en forma concisa, información significativa acerca del sistema. La persona que hará uso del MCLRD deberá poseer el diagrama de la red de distribución de media y baja tensión del proyecto a evaluar. Utilizando la nomenclatura eléctrica, identificará los renglones integrados de materiales que se representan en el diagrama de la red de distribución y determinará la cantidad de cada uno de ellos.

Las cantidades identificadas de cada uno de los renglones integrados de materiales será la información básica que se utilizará para ingresar al MCLRD y determinar el costo aproximado de la obra a ejecutar.

En el país no se aplica una nomenclatura universal en los planos o diagramas de las redes, por lo que el proyectista debe tener cuidado con las variantes que se le presenten. Debido a esta razón se presenta en el apéndice, la nomenclatura eléctrica más utilizada en Guatemala.

### 5.1.1. Resumen del diagrama de la red de distribución de energía eléctrica

El insumo principal y único que utiliza el MCLRD consiste en el resumen de datos para calcular los costos del proyecto, este se obtiene mediante la interpretación del diagrama de la red de distribución de energía eléctrica y el conteo de los renglones integrados (RI) de materiales que lo componen. Mientras mayor certeza se tenga en los datos que se ingrese, mayor será la aproximación a los costos reales del proyecto. El valor de cada RI se ingresa en la columna cantidad, de la hoja datos de entrada del archivo del MCLRD, la cual se muestra en la tabla XII.

Tabla XII. Hoja datos de entrada

<b>RESUMEN RENGLONES INTEGRADOS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>POSTES CONCRETO</b>		
DE 7,62 M (25')	unidad	0
DE 9,14 M (30')	unidad	0
DE 10,60 M (35')	unidad	0
DE 12,19 M (40')	unidad	0
<b>POSTES MADERA</b>		
DE 7,62 M (25')	unidad	0
DE 9,14 M (30')	unidad	0
DE 10,60 M (35')	unidad	0
DE 12,19 M (40')	unidad	0
<b>RETENIDAS</b>		
SIMPLE	unidad	0
DOBLE	unidad	0
SIMPLE EN BANDERA	unidad	0
SIMPLE CON POSTE	unidad	0
DOBLE CON POSTE	unidad	0
SIMPLE CON POSTE EN BANDERA	unidad	0
<b>PROTECCIONES</b>		
CORTACIRCUITOS MONOFÁSICOS CONDUCTOR 1/0	unidad	0
CORTACIRCUITOS MONOFÁSICOS CONDUCTOR 4/0	unidad	0
CORTACIRCUITOS TRIFÁSICOS CONDUCTOR 1/0	unidad	0
CORTACIRCUITOS TRIFÁSICOS CONDUCTOR 4/0	unidad	0
PARARRAYOS MONOFÁSICOS	unidad	0
PARARRAYOS TRIFÁSICOS	unidad	0

Continuación de la tabla XI.

<b>ESTRUCTURA MONOFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 1/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III	unidad	0
TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>ESTRUCTURA MONOFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 4/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III	unidad	0
TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>ESTRUCTURA TRIFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 1/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III Y TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>ESTRUCTURA TRIFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 4/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III Y TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>BAJA TENSIÓN</b>		
ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30°	unidad	0
ALINEACIÓN Y ÁNGULO DE 30° A 90°	unidad	0
FIN DE LÍNEA	unidad	0
<b>PUESTAS A TIERRA</b>		
PARA TRANSFORMADORES	unidad	0
PARA LÍNEA	unidad	0
<b>ACOMETIDAS</b>		
ACOMETIDAS 120 V	unidad	0
ACOMETIDAS 240 V	unidad	0
<b>TRANSFORMADORES</b>		
DE 10 kVA	unidad	0
DE 15 kVA	unidad	0
DE 25 kVA	unidad	0
DE 37.5 kVA	unidad	0
DE 50 kVA	unidad	0
<b>TENDIDO EN MEDIA TENSIÓN</b>		
CABLE ACSR 1/0 MONOFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 1/0 TRIFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 4/0 MONOFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 4/0 TRIFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 1/0 NEUTRO	m	0
<b>TENDIDO EN BAJA TENSIÓN</b>		
CABLE TRIPLEX NEUTRO FORRADO No. 2	m	0
<b>COSTOS DE TRANSPORTE</b>		
DISTANCIA EMPRESA - OBRA	km	0
CANTIDAD DE TRANSPORTE MATERIALES	unidad	0
CANTIDAD DE TRANSPORTE PERSONAL	unidad	0

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Aplicación de los renglones integrados de materiales

Según sean las cantidades de los renglones integrados que se requieran para la obra, el MCLRD realizará los cálculos correspondientes. Con fines didácticos y para facilidad de uso y comprensión de los usuarios del MCLRD, cada renglón integrado de materiales se encuentra contenido en una hoja electrónica del archivo, cuya identificación se detalla en la tabla XIII.

Tabla XIII. Descripción renglones integrados de materiales

Nombre del renglón integrado (RI)	Descripción
Postes	Clasifica unidades de madera o concreto y en longitudes de 7,62 m (25 pies), 9,14 m (30 pies), 10,60 m (35 pies) y 12,19 m (40 pies).
Retenidas	Contiene los siguientes tipos: retenida simple, retenida doble, retenida simple en bandera, retenida simple con poste, retenida doble con poste y retenida simple con poste en bandera.
Protecciones	Este renglón integrado contiene cortacircuitos y pararrayos.
Puesta a tierra	Comprende puestas a tierra para transformadores y puestas a tierra para línea de media tensión.
Monofásica	Renglón integrado para estructuras de líneas de media tensión de una sola fase, tipo I, tipo II, tipo III, tipo IV, tipo V y tipo VI.
Trifásica	Renglón integrado para estructuras de líneas de media tensión de tres fases, tipo I, tipo II, tipo III y IV, tipo V y tipo VI.
Transformadores	Para transformadores autoprotegidos de 10 kVA, 15 kVA, 25 kVA, 37,5 kVA y 50 kVA.
Baja tensión	Renglón Integrado para redes de baja tensión, se incluyen estructuras de alineación y ángulo hasta 30°, Alineación y ángulo de 30° a 90° y estructuras de fin de línea.
Acometidas	Comprende la instalación de conductor dúplex para servicios 120 V o tríplex para servicios 240 V, para la conexión de consumidores de energía eléctrica a la red de baja tensión.
Tendido en media tensión	Este renglón integrado comprende el tendido por metro lineal de conductor, fases y neutro. Tomando en cuenta el calibre del mismo y la cantidad de fases en media tensión.
Tendido en baja tensión	Este renglón integrado comprende el tendido por metro lineal de conductor tríplex número 2 para red de baja tensión.
Costos de transporte	Comprende el costo por kilómetro de desplazamiento para el traslado de materiales y personal.

Fuente: elaboración propia.

### **5.3. Materiales por renglón integrado**

En el presente punto se describe los materiales y las cantidades necesarias que componen cada uno de los renglones integrados de materiales utilizados en el MCLRD.

#### **5.3.1. Renglón integrado para postes**

Está compuesto por ocho subrenglones de un solo material. Se utiliza en función de las condiciones definidas para la obra a ejecutar, si se utilizarán postes de concreto o postes de madera y sus longitudes correspondientes.

- Concreto de 12,19 m, (40 pies)
- Concreto de 10,60 m, (35 pies)
- Concreto de 9,14 m, (30 pies)
- Concreto de 7,62 m, (25 pies)
- Madera de 12,19 m, (40 pies)
- Madera de 10,60 m, (35 pies)
- Madera de 9,14 m, (30 pies)
- Madera de 7,62 m, (25 pies)

### 5.3.2. Renglón integrado para retenidas

Se definen seis subrenglones integrados para retenidas.

- RI retenida simple: se utiliza en estructuras con ángulos entre 5 y 30°. Los materiales que la componen se presentan en la tabla XIV.

Tabla XIV. RI retenida simple

RETENIDA SIMPLE					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q	114,85	Q 114,85
1	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q	20,58	Q 20,58
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	Q	16,35	Q 16,35
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	Q	93,23	Q 93,23
4	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q	31,56	Q 126,24
12,5	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q	7,64	Q 95,50
1	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q	4,16	Q 4,16
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q	3,85	Q 3,85
1	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q	12,00	Q 12,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>486,76</b>

Fuente: elaboración propia.

- RI retenida simple en bandera: este tipo de retenida se utiliza en estructuras con ángulos entre 5 y 30°, ubicadas en puntos donde no existe espacio suficiente para la instalación del ancla. Los materiales que la componen se presentan en la tabla XV.

Tabla XV. **RI retenida simple de bandera**

<b>RETENIDA SIMPLE EN BANDERA</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
1	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q 20,58	Q 20,58
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	Q 16,35	Q 16,35
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	Q 93,23	Q 93,23
4	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 126,24
1	unidad	HERRAJE DE ANCLAJE PARA RETENIDA VERTICAL	Q 38,50	Q 38,50
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 7,70
15	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 114,60
1	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 4,16
1	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 12,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>548,21</b>

Fuente: elaboración propia.

- RI retenida doble: este tipo de retenida se utiliza en estructuras con ángulos entre 30 y 90°, en estructuras de remate y estructuras de fin de línea. Los materiales que la componen se presentan en la tabla XVI.

Tabla XVI. **RI retenida doble**

<b>RETENIDA DOBLE</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	Q 16,35	Q 16,35
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 5/8" X 7"	Q 103,49	Q 103,49
2	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q 20,58	Q 41,16
8	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 252,48
25	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 191,00
2	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 8,32
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 7,70
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
2	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 24,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>776,42</b>

Fuente: elaboración propia.

- RI retenida simple con poste: esta retenida se utiliza en estructuras que se encuentran ubicadas a orilla de calles o carreteras, en las cuales la tensión mecánica proporcionada por la retenida es en dirección hacia la calle o carretera, con lo cual la retenida debe cruzar la calle, por lo que se debe instalar un poste y ancla al otro lado de la calle o carretera. Los materiales que la componen se presentan en la tabla XVII.

Tabla XVII. **RI retenida simple con poste**

<b>RETENIDA SIMPLE CON POSTE</b>					
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>		<b>TOTAL</b>
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q	114,85	Q 114,85
1	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q	20,58	Q 20,58
2	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q	32,67	Q 65,34
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	Q	93,23	Q 93,23
6	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q	31,56	Q 189,36
1	unidad	POSTE DE 7,62 M (25'), CONCRETO	Q	990,00	Q 990,00
20	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q	7,64	Q 152,80
3	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q	4,16	Q 12,48
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q	3,85	Q 11,55
1	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q	12,00	Q 12,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>1 662,19</b>	

Fuente: elaboración propia.

- RI retenida doble con poste: se utiliza en los mismos casos de las retenidas simples con poste, para estructuras en las cuales se necesita ejercer una tensión mecánica mayor debido al tipo de estructura o altura de la misma. Los materiales que la componen se presentan en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. RI retenida doble con poste

RETENIDA DOBLE CON POSTE				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
2	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q 20,58	Q 41,16
2	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q 65,34
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 5/8" X 7"	Q 103,49	Q 103,49
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
10	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 315,60
1	unidad	POSTE DE 7,62 M (25'), CONCRETO	Q 990,00	Q 990,00
33	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 252,12
4	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 16,64
4	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 15,40
2	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 24,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>1 955,67</b>

Fuente: elaboración propia.

- RI retenida simple con poste en bandera: a diferencia de la retenida simple con poste, esta se utiliza en puntos donde no existe espacio suficiente para la instalación del ancla. Los materiales que la componen se presentan en la tabla XIX.

Tabla XIX. RI retenida simple con poste en bandera

RETENIDA SIMPLE CON POSTE EN BANDERA				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
2	unidad	HERRAJE DE ANCLAJE PARA RETENIDA VERTICAL	Q 38,50	Q 77,00
1	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q 20,58	Q 20,58
2	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q 65,34
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	Q 93,23	Q 93,23
6	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 189,36
1	unidad	POSTE DE 7,62 M (25'), CONCRETO	Q 990,00	Q 990,00
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 11,55
22	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 168,08
3	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 12,48
1	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 12,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>1 754,47</b>

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.3. RI protecciones

Se definen dos subrenglones para el renglón de protecciones.

- RI cortacircuitos: para instalación en el arranque de derivaciones de líneas de media tensión y en derivaciones de línea para centros de transformación exclusivos de unidades monofásicas o bancos trifásicos. Como ejemplo, los materiales que se presentan en la tabla XX corresponden al RI para la instalación de un cortacircuitos en una derivación monofásica con conductor 1/0. El MCLRDR contempla también, la instalación de cortacircuitos monofásicos con conductor 4/0 y cortacircuitos en líneas trifásicas para ambos conductores.

Tabla XX. RI cortacircuitos

CORTACIRCUITO MONOFÁSICO CONDUCTOR 1/0				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	CORTACIRCUITO PARA 15 kV, 200 A	Q 500,45	Q 500,45
1	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	Q 21,77	Q 21,77
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q 59,99
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 627,63</b>

Fuente: elaboración propia.

- RI pararrayos: para instalación en el arranque de derivaciones de líneas de media tensión y en centros de transformación trifásicos formados por unidades monofásicas convencionales. Pararrayos a instalar en los puntos donde se instalen puestas a tierra a lo largo de la línea de media tensión. Los materiales que componen este renglón integrado se presentan en la tabla XXI, para el caso de pararrayos en una línea trifásica.

Tabla XXI. RI pararrayos

PARARRAYOS TRIFÁSICO					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
1,5	m	CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	Q	1,99	Q 2,99
18	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q	37,26	Q 670,68
2	unidad	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	Q	161,67	Q 323,34
5	unidad	HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	Q	2,56	Q 12,80
3	unidad	PARARRAYOS AUTOVALVULA 13,2 KV-10 KA	Q	329,81	Q 989,43
1	unidad	PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10"	Q	37,02	Q 37,02
3	unidad	CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	Q	11,51	Q 34,53
3	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	Q	103,93	Q 311,79
3	unidad	PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	Q	10,11	Q 30,33
2	unidad	VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8"	Q	39,81	Q 79,62
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>2 492,53</b>	

Fuente: elaboración propia.

#### 5.3.4. RI puesta a tierra

Contiene dos subrenglones: puesta a tierra para transformadores y puesta a tierra para estructuras definidas a lo largo de la línea de media tensión.

- RI puesta a tierra para transformadores: los materiales utilizados en este subrenglón se presentan en la tabla XXII.

Tabla XXII. RI puesta a tierra para transformadores

PUESTA A TIERRA PARA TRANSFORMADORES					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
2	unidad	VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8"	Q	39,81	Q 79,62
1,5	m	CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	Q	1,99	Q 2,99
16	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q	37,26	Q 596,16
2	unidad	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	Q	161,67	Q 323,34
5	unidad	HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	Q	2,56	Q 12,80
1	unidad	PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10"	Q	37,02	Q 37,02
1	unidad	CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	Q	11,51	Q 11,51
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>1 063,44</b>	

Fuente: elaboración propia.

- RI puesta a tierra para estructuras: los materiales utilizados se presentan en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **RI puesta a tierra para estructuras**

PUESTA A TIERRA PARA ESTRUCTURAS				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1,5	m	CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	Q 1,99	Q 2,99
15	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 558,90
1	unidad	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	Q 161,67	Q 161,67
5	unidad	HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	Q 2,56	Q 12,80
1	unidad	PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10'	Q 37,02	Q 37,02
1	unidad	VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	Q 39,81	Q 39,81
1	unidad	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLOS	Q 5,22	Q 5,22
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW1/0 - No. 2 CU	Q 16,67	Q 16,67
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>835,08</b>

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.5. RI estructuras para media tensión

El renglón integrado para construcción de estructuras monofásicas y trifásicas, consta de seis sub renglones integrados para estructuras monofásicas y cinco para estructuras trifásicas.

- RI estructuras monofásicas: para el caso de estructuras para líneas de una sola fase, se describen a continuación cada uno de los subrenglones y los materiales definidos para cada uno de ellos:
  - Estructura tipo I. Estructura de alineación o tangente.
  - Estructura tipo II. Estructura utilizada para trazos con ángulos entre 5 y 30°.
  - Estructura tipo III. Estructura utilizada para trazos con ángulos entre 30 y 60°.

- Estructura tipo IV. Estructura utilizada para trazos con ángulos entre 60 y 90°.
- Estructura tipo V. Estructura de anclaje.
- Estructura tipo VI. Estructura de remate o fin de línea.

Como ejemplo, la tabla XXIV presenta los materiales que componen el RI para la construcción de una estructura monofásica tipo II.

**Tabla XXIV. RI estructuras monofásicas**

<b>ESTRUCTURA TIPO II</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
2	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 243,98
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB"AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 17,59	Q 17,59
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 3,85
2	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 6,64
2	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q 31,37	Q 62,74
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 34,14
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q 13,84
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA"AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q 16,93
2	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q 15,71	Q 31,42
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>458,63</b>

Fuente: elaboración propia.

En el anexo se presentan los detalles de cada tipo de estructura monofásica.

- RI estructuras trifásicas: el MCLRD contiene los RI para la construcción de cada una de las estructuras para líneas trifásicas.
  - Estructura tipo I

- Estructura tipo II
- Estructura tipo III y IV
- Estructura tipo V
- Estructura tipo VI

La tabla XXV presenta la lista de materiales utilizados en una estructura trifásica tipo VI.

**Tabla XXV. RI estructuras trifásicas**

<b>TIPO VI</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
3	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q 334,26
2	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q 259,00
4	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q 182,36
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
21	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 69,72
4	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q 42,08
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
10	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q 2,00	Q 20,00
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q 34,26	Q 34,26
3	unidad	GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 91,68	Q 275,04
1	unidad	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	Q 55,61	Q 55,61
3	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q 23,85	Q 71,55
3	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q 86,94
3	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q 123,00
1	unidad	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	Q 79,20	Q 79,20
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q 1 459,17</b>

Fuente: elaboración propia.

En el anexo se presentan los detalles de cada tipo de estructura trifásica.

### 5.3.6. RI transformadores

Consta de cinco subrenglones integrados para la instalación de transformadores en la red de distribución. Cada subrenglón contiene los mismos materiales e iguales cantidades, la única diferencia en cada uno de ellos es la capacidad del transformador a utilizar:

- De 10 kVA
- De 15 kVA
- De 25 kVA
- De 37,5 kVA
- De 50 kVA

Tabla XXVI. RI transformadores

25 kVA				
TOTAL	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 25 kVA	Q 14 330,00	Q 14 330,00
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	Q 104,95	Q 104,95
2	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 74,52
2	unidad	SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	Q 425,79	Q 851,58
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 41,30
2	unidad	PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	Q 33,70	Q 67,40
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
2	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 6,64
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>15 484,09</b>

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.7. RI estructuras baja tensión

Consta de tres subrenglones, para la construcción de diferentes estructuras en baja tensión.

- Estructura de alineación y ángulo hasta 30°
- Estructura de alineación y ángulo de 30 hasta 90°
- Estructura fin de línea o estructura de remate

La tabla XXVII presenta los materiales para el RI de una estructura de fin de línea.

Tabla XXVII. RI estructuras baja tensión

FIN DE LINEA				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 10"	Q 46,67	Q 46,67
1	unidad	PINZA DE ANCLAJE No. 2 - 1000	Q 30,34	Q 30,34
1	unidad	BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 50 mm	Q 1,50	Q 1,50
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 3,85
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>82,36</b>

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.8. RI acometidas

Definido para la instalación de acometidas para la conexión de los consumidores a la red de baja tensión.

- Acometida 120 V
- Acometida 240 V

Los materiales utilizados en el RI para instalación de acometidas 240 V se presentan en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **RI acometida 240 V**

<b>ACOMETIDA 240V</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
40	m	COND. TRENZADO TRIPLEX 600 V No.6 AAC / No.6 AAC	Q 6,91	Q 276,40
3	unidad	CONECTOR DE PERFORACIÓN No.2 - No.6 / No.2 - No.8	Q 23,86	Q 71,58
2	unidad	PINZA DE ANCLAJE ACOMETIDA	Q 8,27	Q 16,54
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>364,52</b>

Fuente: elaboración propia.

### **5.3.9. RI tendido en media tensión**

Definido para la instalación por metro lineal, del conductor de fase y el conductor neutro de la línea de media tensión, tanto para líneas de una fase y líneas de tres fases. Se debe de tomar en cuenta el calibre del conductor para las fases, 1/0 o 4/0. Para el neutro, en ambos casos se utiliza conductor calibre 1/0.

- Conductor ACSR 1/0
- Conductor ACSR 4/0

### **5.3.10. RI tendido en baja tensión**

Renglón de un solo material, definido para la instalación por metro lineal de conductor tríplex número 2 con neutro forrado para el tendido de la red de baja tensión.

### **5.3.11. RI costos de transporte**

Corresponde a un costo indirecto de la obra, asociada al transporte de materiales en un transporte pesado tipo tráiler y transporte de personal en vehículo tipo picop de doble cabina. Se considera la distancia en kilómetros a recorrer desde la sede de la empresa constructora y la bodega de materiales, hasta el punto donde se ejecute la obra y retorno. También debe determinarse la cantidad de traslados que deberán realizarse.

### **5.4. Esquema del MCLRD**

En este punto se describe la esquematización del MCLRD para voltaje 13,2 kV, el cual es una herramienta computacional de cálculo, que utiliza la información definida en los renglones integrados y toma en cuenta lo establecido en las normas de construcción para obras de distribución de energía eléctrica en media y baja tensión, de las empresas Deorsa y Deocsa. No aplica a la Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima (Eegsa) y las Empresas Eléctricas Municipales, debido a que estas utilizan una normativa de construcción diferente.

A continuación se detalla cada una de las hojas de cálculo que componen el MCLRD:

- Datos de entrada: se sugiere al usuario del MCLRD, que imprima esta hoja para tener claridad sobre cada uno de los datos que debe ingresar al MCLRD. Hay que recordar que mientras más exacto sea el dato que ingresa, mejor será la aproximación de costo del proyecto a evaluar.

En esta hoja se introduce las cantidades de cada uno de los renglones integrados (RI), que se han obtenido del diagrama de la red de distribución. Asimismo, deberá ingresar la distancia en kilómetros para el traslado de personal y materiales.

- Base de datos: esta hoja contiene la lista de materiales y su precio unitario, la cual permite ser actualizada según la variación de precios de materiales en el mercado.
- Postes: esta hoja contiene información sobre los diferentes tipos de postes utilizados en la construcción de líneas de media y redes de baja tensión, se presenta según el tipo de material del poste y sus longitudes. El usuario debe ingresar en esta hoja la cantidad de cada tipo de poste a utilizar en la obra, tomando en cuenta el material y longitud del poste.
- Retenidas: contiene la información correspondiente a los materiales y costo de los mismos, utilizados en los diferentes renglones integrados para retenidas. El usuario debe ingresar la cantidad de retenidas a utilizar, diferenciando cada tipo de ellas.
- Protecciones: contiene la información correspondiente a los materiales utilizados y su costo, para la instalación de cortacircuitos y pararrayos dentro de la red de distribución a construir. Debe ingresar la cantidad de cortacircuitos y pararrayos a instalar.
- Puestas a tierra: contiene la descripción de materiales, cantidad y costo para la construcción de puestas a tierra utilizadas en instalación de transformadores, cortacircuitos y puesta a tierra de estructuras de la línea

de media tensión. El usuario deberá ingresar las cantidades que sean necesarias según el tipo de puesta a tierra que se necesite.

- **Monofásica:** en esta hoja se describen los materiales utilizados, cantidades y costo, para las diferentes estructuras de media tensión para líneas de una sola fase. El usuario del MCLRD debe identificar las cantidades de cada tipo de estructura, según el diagrama, e ingresarlas al modelo.
- **Trifásica:** la hoja lista los materiales utilizados, cantidades y costo para estructuras de media tensión de tres fases. El usuario del MCLRD debe identificar las cantidades de cada tipo de estructura, según el diagrama, e ingresarlas al modelo.
- **Transformadores:** se describen los diferentes transformadores utilizados en redes de distribución de energía eléctrica, según su potencia en kVA y los diferentes materiales utilizados para su instalación. Ingresar la cantidad de transformadores a utilizar en el proyecto, según la potencia.
- **Baja tensión:** contiene la descripción de los materiales utilizados, cantidades y costo, que se utilizan en las estructuras para redes de baja tensión. El usuario del MCLRD debe identificar las cantidades de cada tipo de estructura, según el diagrama, e ingresarlas al modelo.
- **Acometidas:** describe los materiales, costo y cantidades para instalar acometidas 120 V y 240 V. Se debe ingresar la cantidad de acometidas 120 V y 240 V definidas para el proyecto.

- Resumen de materiales: presenta el resumen de materiales y costos para la obra.

El MCLRD toma los valores de los datos de entrada tanto de renglones integrados de materiales como de longitudes en metros de conductor para línea de media y baja tensión. A través de fórmulas matemáticas se realizan las correspondencias entre las diferentes hojas de cálculo, para obtener las cantidades por tipo de material y los costos asociados. El MCLRD toma en cuenta los costos de mano de obra, transporte de materiales, herramientas y equipo, gastos administrativos y de ingeniería, además, el pago de Estudio de Ingeniería y Supervisión a la empresa distribuidora de energía eléctrica.

Para obtener mejores resultados, debe realizarse con regularidad la actualización de precios de materiales en la base de datos.

#### **5.5. Resumen integrado de cantidad y costo de materiales y resumen de costos de materiales por renglón integrado**

Como resultado del ingreso de los datos para cada uno de los renglones integrados asociados a la obra, el MCLRD genera un resumen, integrando el total de materiales y las cantidades a utilizar para la ejecución de la obra.

Este resumen contiene el costo unitario de cada material y el costo total del material a utilizar por cada renglón integrado. Como ejemplo, en la tabla XXIX se presenta el resumen de los materiales y costos para los renglones integrados de estructuras de baja tensión, tendido de media tensión y tendido de baja tensión.

Tabla XXIX. Resumen de materiales y costos

ESTRUCTURAS BAJA TENSION				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
GANCHO ABIERTO 5/8" X 10"	0	unidad	Q 23,29	Q -
GRAPA DE SUSPENSIÓN GS-1200	0	unidad	Q 27,50	Q -
BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 50 mm	0	unidad	Q 1,50	Q -
PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 10"	0	unidad	Q 46,67	Q -
PINZA DE ANCLAJE No. 2 - 1000	0	unidad	Q 30,34	Q -
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	0	unidad	Q 3,85	Q -
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q -</b>
TENDIDO MEDIA TENSION				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CABLE ACSR 1/0 MONOFÁSICO	0	m	Q 6,49	Q -
CABLE ACSR 1/0 TRIFÁSICO	0	m	Q 6,49	Q -
CABLE ACSR 4/0 MONOFÁSICO	0	m	Q 12,98	Q -
CABLE ACSR 4/0 TRIFÁSICO	0	m	Q 12,98	Q -
CABLE ACSR 1/0 NEUTRO	0	m	Q 6,49	Q -
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q -</b>
TENDIDO BAJA TENSION				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CABLE TRIPLEX NEUTRO FORRADO No. 2	0	m	Q 15,78	Q -
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXX presenta el resumen final de renglones integrados a utilizar en la obra, los costos por renglón integrado y el gran total del costo de materiales para la obra.

Tabla XXX. Resumen de costos de materiales por renglón integrado

REGLON INTEGRADO DE MATERIALES	TOTAL Q.
<b>POSTES</b>	Q -
<b>RETENIDAS</b>	Q -
<b>PROTECCIONES</b>	Q -
<b>PUESTAS A TIERRA</b>	Q -
<b>ESTRUCTURAS MEDIA TENSION</b>	Q -
<b>ESTRUCTURAS BAJA TENSION</b>	Q -
<b>TRANSFORMADORES</b>	Q -
<b>ACOMETIDAS</b>	Q -
<b>TENDIDO EN MEDIA TENSION</b>	Q -
<b>TENDIDO EN BAJA TENSION</b>	Q -
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES PARA LA OBRA:</b>	<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

## 5.6. Informe del MCLR D para un proyecto

El MCLR D genera un cuadro resumen de los costos finales del proyecto a evaluar, el cual contiene los costos directos, indirectos y costo total. El modelo utiliza como base de cálculo de los costos indirectos el valor total del costo de materiales obtenido para el proyecto.

En la tabla XXXI se presenta cada uno de los montos que componen la integración de costos.

Tabla XXXI. Costo total estimado del proyecto

<b>INFORME FINAL MCLR D</b>	
<b>ITEM</b>	<b>COSTO</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	
MATERIALES	Q -
MANO DE OBRA	Q -
TRANSPORTE	Q -
<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
ESTUDIO DE CAMPO	Q -
DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PLANOS	Q -
REVISIÓN Y APROBACIÓN PROFESIONAL	Q -
EDI Y SUPERVISIÓN	Q -
ADMINISTRACIÓN	Q -
FIANZAS	Q -
SEGURO DE RESPONSABILIDAD	Q -
PAGO DE IMPUESTOS	Q -
RENTABILIDAD	Q -
<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>	<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Una manera de obtener datos de los costos indirectos en forma aproximada, es a través del siguiente cuadro. De acuerdo a la experiencia y algunos ejemplos que se generaron en el presente trabajo, se determinó una relación entre los costos de materiales y los costos indirectos. Esos índices se presentan en la tabla XXXII. Se aclara que son solamente valores indicativos que nos pueden dar idea general de los costos. No representa un patrón exacto.

Tabla XXXII. **Cálculo de costos indirectos del proyecto**

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>% DEL COSTO DE MATERIALES</b>
ESTUDIO DE CAMPO	1,71 % X
DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PLANOS	1,71 % X
REVISIÓN Y APROBACIÓN PROFESIONAL	1,71 % X
EDI Y SUPERVISIÓN	7,17 % X
ADMINISTRACIÓN	6,83 % X
FIANZAS	3,41 % X
SEGURO DE RESPONSABILIDAD	1,71 % X
PAGO DE IMPUESTOS	20,99 % X
RENTABILIDAD	17,75 % X
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>63,00 % X</b>

NOTA: X REPRESENTA EL VALOR DE LOS MATERIALES

Fuente: elaboración propia.

### 5.7. Ejemplo de aplicación del modelo

A continuación se presenta el análisis para la aplicación del MCLRDR para determinar el costo de un proyecto consistente en la construcción de una línea de media tensión monofásica de 548 m de longitud, construida con conductor ACSR 1/0 y red de baja tensión de 450 m de longitud. El proyecto dará servicio de energía eléctrica a 10 viviendas con servicios 120 V.



Tabla XXXIII. Datos de entrada proyecto comunidad San Bueno

<b>RESUMEN RENGLONES INTEGRADOS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>POSTES CONCRETO</b>		
DE 7,62 M (25')	unidad	0
DE 9,14 M (30')	unidad	0
DE 10,60 M (35')	unidad	0
DE 12,19 M (40')	unidad	0
<b>POSTES MADERA</b>		
DE 7,62 M (25')	unidad	0
DE 9,14 M (30')	unidad	4
DE 10,60 M (35')	unidad	6
DE 12,19 M (40')	unidad	0
<b>RETENIDAS</b>		
SIMPLE	unidad	7
DOBLE	unidad	4
SIMPLE EN BANDERA	unidad	0
SIMPLE CON POSTE	unidad	0
DOBLE CON POSTE	unidad	0
SIMPLE CON POSTE EN BANDERA	unidad	0
<b>PROTECCIONES</b>		
CORTACIRCUITOS MONOFÁSICOS CONDUCTOR 1/0	unidad	1
CORTACIRCUITOS MONOFÁSICOS CONDUCTOR 4/0	unidad	0
CORTACIRCUITOS TRIFÁSICOS CONDUCTOR 1/0	unidad	0
CORTACIRCUITOS TRIFÁSICOS CONDUCTOR 4/0	unidad	0
PARARRAYOS MONOFÁSICOS	unidad	1
PARARRAYOS TRIFÁSICOS	unidad	0
<b>ESTRUCTURA MONOFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 1/0</b>		
TIPO I	unidad	3
TIPO II	unidad	1
TIPO III	unidad	1
TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	1

Continuación de la tabla XXXIII.

<b>ESTRUCTURA MONOFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 4/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III	unidad	0
TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>ESTRUCTURA TRIFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 1/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III Y TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>ESTRUCTURA TRIFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 4/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III Y TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>BAJA TENSIÓN</b>		
ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30°	unidad	1
ALINEACIÓN Y ÁNGULO DE 30° A 90°	unidad	1
FIN DE LÍNEA	unidad	2
<b>PUESTAS A TIERRA</b>		
PARA TRANSFORMADORES	unidad	1
PARA LÍNEA	unidad	3
<b>ACOMETIDAS</b>		
ACOMETIDAS 120 V	unidad	10
ACOMETIDAS 240 V	unidad	0
<b>TRANSFORMADORES</b>		
DE 10 kVA	unidad	1
DE 15 kVA	unidad	0
DE 25 kVA	unidad	0
DE 37.5 kVA	unidad	0
DE 50 kVA	unidad	0
<b>TENDIDO EN MEDIA TENSIÓN</b>		
CABLE ACSR 1/0 MONOFÁSICO	m	548
CABLE ACSR 1/0 TRIFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 4/0 MONOFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 4/0 TRIFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 1/0 NEUTRO	m	548
<b>TENDIDO EN BAJA TENSIÓN</b>		
CABLE TRIPLEX NEUTRO FORRADO No. 2	m	450
<b>COSTOS DE TRANSPORTE</b>		
DISTANCIA EMPRESA - OBRA	km	120
CANTIDAD DE TRANSPORTE MATERIALES	unidad	1
CANTIDAD DE TRANSPORTE PERSONAL	unidad	1

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXIV presenta cada renglón integrado con su lista de materiales y sus costos para el proyecto en análisis.

Tabla XXXIV. Resumen de materiales

POSTES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
DE 7,62 M (25) CONCRETO	0	unidad	990,00	Q -
DE 9,14 M (30) CONCRETO	0	unidad	1 290,00	Q -
DE 10,60 M (35) CONCRETO	0	unidad	1 940,00	Q -
DE 12,19 M (40) CONCRETO	0	unidad	2 420,00	Q -
DE 7,62 M (25) MADERA	0	unidad	740,00	Q -
DE 9,14 M (30) MADERA	4	unidad	1 375,00	Q 5 500,00
DE 10,60 M (35) MADERA	6	unidad	1 899,00	Q 11 394,00
DE 12,19 M (40) MADERA	0	unidad	2 400,00	Q -
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 16 894,00</b>
RETENIDAS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
ANCLA POLIPROPILENO 115"	11	unidad	114,85	Q 1 263,35
HERRAJE DE ANCLAJE PARA RETENIDA VERTICAL	0	unidad	38,50	Q -
CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	187,5	m	7,64	Q 1 432,50
FLAJADOR DE ÁNGULO 5/8"	15	unidad	20,58	Q 308,70
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	15	unidad	3,85	Q 57,75
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	11	unidad	16,35	Q 179,85
POSTE DE 7,62 M (25), CONCRETO	0	unidad	990,00	Q -
REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	60	unidad	31,56	Q 1 893,60
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 5/8" X 7"	4	unidad	103,49	Q 413,96
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	7	unidad	93,23	Q 652,61
AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	15	unidad	12,00	Q 180,00
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	4	unidad	17,07	Q 68,28
PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	0	unidad	32,67	Q -
GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	15	unidad	4,16	Q 62,40
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 6 513,00</b>
ESTRUCTURAS MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 1/0				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	5	unidad	121,99	Q 609,95
AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	2	unidad	111,42	Q 222,84
RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	3	unidad	13,80	Q 41,40
CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	0	unidad	129,50	Q -
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	14	unidad	3,85	Q 53,90
SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	5	unidad	31,37	Q 156,85
GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	0	unidad	85,00	Q -
GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	1	unidad	91,68	Q 91,68
GRILLETES DE 5/8"	3	unidad	41,00	Q 123,00
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	5	unidad	20,65	Q 103,25
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	8	unidad	17,07	Q 136,56
PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	2	unidad	32,67	Q 65,34
AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	5	unidad	6,85	Q 34,25
SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	5	unidad	13,84	Q 69,20
BREIZA DE PLETINA 28"	0	unidad	45,59	Q -
PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	0	unidad	22,22	Q -
ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	2	unidad	3,32	Q 6,64
PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	0	unidad	10,52	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T. 5/8" X 16"	0	unidad	21,75	Q -
TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	0	unidad	2,00	Q -
PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	0	unidad	23,85	Q -
GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN)	0	unidad	55,61	Q -
GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	0	unidad	79,20	Q -
ALARGADERA 10" PARA CADENA AISLADORES	1	unidad	24,20	Q 24,20
GRAPA SUSPENSIÓN AL. COND. AWG 1/0 (RAVEN)	2	unidad	76,77	Q 153,54
REMATE PREFORMADO No. 1/0	1	unidad	19,64	Q 19,64
RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	4	unidad	16,93	Q 67,72
PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	5	unidad	15,71	Q 78,55
PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	1	unidad	34,26	Q 34,26
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	0	unidad	59,99	Q -
RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	1	unidad	17,59	Q 17,59
TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	0	unidad	28,98	Q -
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 2 110,36</b>

Continuación de la tabla XXXIV.

ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
GANCHO ABIERTO 5/8" X 10"	1	unidad	23,29	23,29
GRAPA DE SUSPENSIÓN GS-1200	1	unidad	27,50	27,50
BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 50 mm	6	unidad	1,50	9,00
PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 10"	3	unidad	46,67	140,01
PINZA DE ANCLAJE No. 2 - 1000	4	unidad	30,34	121,36
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	3	unidad	3,85	11,55
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 332,71</b>
TENDIDO MEDIA TENSIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CABLE ACSR 1/0 MONOFÁSICO	548	m	6,49	3 556,52
CABLE ACSR 1/0 TRIFÁSICO	0	m	6,49	-
CABLE ACSR 4/0 MONOFÁSICO	0	m	12,98	-
CABLE ACSR 4/0 TRIFÁSICO	0	m	12,98	-
CABLE ACSR 1/0 NEUTRO	548	m	6,49	3 556,52
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 7 113,04</b>
TENDIDO BAJA TENSIÓN				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CABLE TRIPLEX NEUTRO FORRADO No. 2	450	m	15,78	7 101,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 7 101,00</b>
TRANSFORMADORES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	0	unidad	104,95	-
CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	2	m	37,26	74,52
SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	2	unidad	425,79	851,58
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	2	unidad	20,65	41,30
PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	2	unidad	33,70	67,40
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	2	unidad	3,85	7,70
ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	2	unidad	3,32	6,64
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 10 kVA	1	unidad	9 450,28	9 450,28
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 15 kVA	0	unidad	10 038,40	-
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 25 kVA	0	unidad	14 330,00	-
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 37.5 kVA	0	unidad	19 695,00	-
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 50 kVA	0	unidad	25 059,00	-
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 10 499,42</b>
CORTACIRCUITOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CORTACIRCUITO PARA 15 kV, 200 A	1	unidad	500,45	500,45
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	1	unidad	21,77	21,77
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	0	unidad	103,93	-
PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	0	unidad	10,11	-
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	1	unidad	17,07	17,07
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	1	unidad	20,65	20,65
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	2	unidad	3,85	7,70
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	1	unidad	59,99	59,99
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	0	unidad	65,50	-
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 627,63</b>

Continuación de la tabla XXXIV.

PARARRAYOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	1,5	m	Q 1,99	Q 2,99
CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	15	m	Q 37,26	Q 558,90
CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	2	unidad	Q 161,67	Q 323,34
HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	5	unidad	Q 2,56	Q 12,80
PARARRAYOS AUTOVALVULA 13,2 KV-10 KA	1	unidad	Q 329,81	Q 329,81
PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10'	1	unidad	Q 37,02	Q 37,02
CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	1	unidad	Q 11,51	Q 11,51
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	1	unidad	Q 21,77	Q 21,77
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	0	unidad	Q 103,93	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	1	unidad	Q 17,07	Q 17,07
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	1	unidad	Q 20,65	Q 20,65
PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	0	unidad	Q 10,11	Q -
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	2	unidad	Q 3,85	Q 7,70
VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	2	unidad	Q 39,81	Q 79,62
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>1 423,18</b>
PUESTAS A TIERRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	6	m	Q 1,99	Q 11,94
CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	61	m	Q 37,26	Q 2 272,86
CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	5	unidad	Q 161,67	Q 808,35
HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	20	unidad	Q 2,56	Q 51,20
PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10'	4	unidad	Q 37,02	Q 148,08
CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	1	unidad	Q 11,51	Q 11,51
GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLOS	3	unidad	Q 5,22	Q 15,66
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW1/0 - No. 2 CU	3	unidad	Q 16,67	Q 50,01
VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	5	unidad	Q 39,81	Q 199,05
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>3 568,66</b>
ACOMETIDAS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
COND. TRENZADO DUPLEX 600V No.6 AAC / No.6 AAC	400	m	Q 4,45	Q 1 780,00
COND. TRENZADO TRIPLEX 600 V No.6 AAC / No.6 AAC	0	m	Q 6,91	Q -
CONECTOR DE PERFORACIÓN No.2 - No.6 / No.2 - No.8	20	unidad	Q 23,86	Q 477,20
PINZA DE ANCLAJE ACOMETIDA	20	unidad	Q 8,27	Q 165,40
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>2 422,60</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXV presenta el resumen y el costo total para cada uno de los renglones integrados para el proyecto.

Tabla XXXV. Resumen de renglones integrados

RENGLÓN INTEGRADO DE MATERIALES	TOTAL Q.
<b>POSTES</b>	<b>Q 16 894,00</b>
<b>RETENIDAS</b>	<b>Q 6 513,00</b>
<b>PROTECCIONES</b>	<b>Q 2 050,81</b>
<b>PUESTAS A TIERRA</b>	<b>Q 3 568,66</b>
<b>ESTRUCTURAS MEDIA TENSIÓN</b>	<b>Q 2 110,36</b>
<b>ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN</b>	<b>Q 332,71</b>
<b>TRANSFORMADORES</b>	<b>Q 10 499,42</b>
<b>ACOMETIDAS</b>	<b>Q 2 422,60</b>
<b>TENDIDO EN MEDIA TENSIÓN</b>	<b>Q 7 113,04</b>
<b>TENDIDO EN BAJA TENSIÓN</b>	<b>Q 7 101,00</b>
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES PARA LA OBRA:</b>	<b>Q 58 605,60</b>

Fuente: elaboración propia.

Luego el modelo realiza los cálculos de los costos de mano de obra, transporte, ingeniería y administración, impuestos, utilidad y licencia de construcción. Se presentan en la tabla XXXVI.

Tabla XXXVI. **Resultado de costos del proyecto comunidad San Bueno**

<b>INFORME FINAL MCRD</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
MATERIALES	Q 58 605,60
MANO DE OBRA	Q 28 900,00
TRANSPORTE	Q 3 360,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 90 865,60</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
ESTUDIO DE CAMPO	Q 1 002,16
DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PLANOS	Q 1 002,16
REVISIÓN Y APROBACIÓN PROFESIONAL	Q 1 002,16
EDI Y SUPERVISIÓN	Q 4 202,02
ADMINISTRACIÓN	Q 4 002,76
FIANZAS	Q 1 998,45
SEGURO DE RESPONSABILIDAD	Q 1 002,16
PAGO DE IMPUESTOS	Q 12 301,31
RENTABILIDAD	Q 10 402,49
<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 36 915,66</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>	<b>Q 127 781,26</b>

Fuente: elaboración propia.

Como conclusión del análisis realizado a este proyecto, se puede observar que el costo de materiales equivale a un 48 % del costo total de la obra, de allí la importancia en la realización de un diseño adecuado previo a la ejecución y de una correcta selección de los materiales a utilizar, tomando en cuenta el área geográfica y topográfica donde se ubicará el proyecto.

## CONCLUSIONES

1. El modelo de cálculo de costos para líneas y redes de distribución (MCLRD) es de aplicación para redes radiales al no considerar la instalación de equipos de maniobra con telecontrol, para transferencias de carga dentro de la red.
2. Las cantidades de materiales a utilizar en una obra, obtenidos a través del MCLRD, serán las necesarias en función de la exactitud de la información ingresada al modelo, la cual es obtenida del diseño realizado para la obra a evaluar.
3. Los materiales utilizados en cada renglón integrado de materiales en el MCLRD, se tomaron de los diseños definidos por las empresas Deorsa y Deocsa. Para otras normas de construcción existirá diferencia en los materiales definidos en este trabajo.
4. El uso del MCLRD reduce en un 75 % el trabajo de cálculo de materiales para un proyecto, ya que al utilizar renglones integrados de materiales (RI), solamente se deben identificar las cantidades de RI de cada tipo y el modelo calcula las cantidades totales de cada material, presentando los resultados de forma separada y ordenada.
5. Las redes de baja tensión construidas con conductor trenzado eliminan en un 90 % la actividad de control de vegetación, además de reducir el número de fallas en baja tensión y las pérdidas de energía eléctrica. En la tabla de materiales para estructuras de baja tensión del MCLRD puede

observarse que la cantidad de materiales utilizados en redes de baja tensión con conductor trenzado se reducen en cantidad significativa con relación a los materiales utilizados en redes construidas con línea abierta. Asimismo, se reduce el costo de la mano de obra.

6. El costo de materiales representa aproximadamente el 45 % del costo total de las obras para la construcción de redes de media y baja tensión. De allí la importancia de un buen diseño y la selección de los materiales adecuados para el área geográfica y la topografía del lugar donde se ejecute la obra.
7. No tomar en cuenta criterios de diseño importantes, como la utilización de postes adecuados o un trazo conveniente para las redes de media y baja tensión, incrementarán el presupuesto inicial de una obra, debido a los inconvenientes que se presentan durante la ejecución, tales como dificultad de transporte e instalación del material seleccionado o problemas de derechos de paso o servidumbre. En los casos de obras para servicios exclusivos, un diseño inadecuado representará altos costos de operación para el usuario.
8. El modelo de cálculo desarrollado en el presente trabajo es un indicativo que proporciona costos aproximados del presupuesto necesario para la ejecución de una obra.
9. Para que el MCLRD genere los resultados esperados, es necesario que los datos ingresados correspondan exactamente a los elementos presentados en los planos o diagramas de la obra a ejecutar.

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar el modelo de cálculo de costos para líneas y redes de distribución (MCLRD) como un método auxiliar para la evaluación financiera de proyectos.
2. De existir otras variables para un proyecto en particular y no tomadas en cuenta en el desarrollo del MCLRD, evaluarlas por separado, asignándoles su costo correspondiente y sumarlo al valor presentado por el MCLRD.
3. Las redes de baja tensión con conductor trenzado número 2 están normadas para las empresas Deorsa y Deocsa. Es importante que esta norma de construcción sea de aplicación en las áreas atendidas por empresas eléctricas municipales, ya que reduce el costo de inversión y de mantenimiento, asimismo, el número de fallas y las pérdidas de energía eléctrica en la red de baja tensión.
4. Previo a la ejecución de una obra tomar en cuenta factores que afectarán directamente la inversión. Se debe realizar un adecuado estudio topográfico para evitar sobrecostos por pago de servidumbres o cambio de trazos al momento de ejecutar la obra. Utilizar transformadores de la potencia adecuada a la carga a conectar para no instalar transformadores sobredimensionados. Instalar las protecciones necesarias de acuerdo a la zona donde se ejecute la obra. En zonas de alta contaminación utilizar los conductores, aislamiento y tipo de postes

adecuados para reducir las fallas debido al deterioro de materiales por los agentes contaminantes.

5. Actualizar con regularidad la base de datos de costo de materiales en el MCLRD, para obtener resultados más aproximados del costo del proyecto a evaluar.
6. Los porcentajes fijados en el MCLRD para costos de ingeniería y administración y costos de utilidad, son valores referenciales tomados de empresarios consultados al respecto. El usuario del MCLRD puede variarlo en caso lo considere conveniente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CIRED. *Publicaciones y conferencias*. Estocolmo: 2013. 25 p.
2. COTRÍM, Ademaro. *Instalaciones eléctricas*. 4a ed. Argentina: 2012. 115 p.
3. GERÍN, Merlín. *Soluciones para optimizar las redes de distribución MT/BT*. Seminario técnico, Guatemala: 2000. 20 p.
4. Instituto de Investigaciones Eléctricas, *Boletín IIE*. Comisión Federal de Electricidad. México: 1993. 56 p.
5. Guatemala, *Ley General de Electricidad y su Reglamento*, Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Decreto número 93-96 Congreso de la República de Guatemala. Incluyendo reformas según Acuerdos Gubernativos números 68-2007 y 69-2009.
6. LUCAS MARIN, Carlos. *Líneas e Instalaciones Eléctricas*. México: Alfaomega, 1996. 65 p.
7. Oficina Técnica de Gestión de Red. *Catálogo de unidades constructivas*. Guatemala, Energuate: 2013. 20 p.
8. \_\_\_\_\_. *Líneas aéreas de media tensión 13,8 kV y 34,5 kV*. Guatemala: Unión Fenosa, 2002. 18 p.

9. Sural Tech, Grupo Sural. *Conductores para líneas aéreas*. Cambridge, Massachusetts, 2014. 35 p.
10. TRANSACOS, José García. *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*. 4a ed. Madrid: Paraninfo, 2003. 70 p.
11. TURAN, Gonen. *Electric Power Distribution System Engineering*. Sacramento, California: McGraw-Hill, 2009. 175 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Hojas de cálculo del MCLRD

A continuación se presenta el total de las tablas de las hojas de cálculo que componen el modelo de cálculo de costos para líneas y redes de distribución MCLRD.

Tabla I-A.	Datos de entrada
Tabla II-A.	Resumen de materiales
Tabla III-A.	Costos por renglón integrado
Tabla IV-A.	Costos del proyecto
Tabla V-A.	Postes
Tabla VI-A.	Retenidas
Tabla VII-A.	Protecciones
Tabla VIII-A.	Tierras
Tabla IX-A.	Monofásicas 1-0
Tabla X-A.	Trifásicas 1-0
Tabla XI-A.	Monofásicas 4-0
Tabla XII-A.	Trifásicas 1-0
Tabla XIII-A.	Trifásicas 4-0
Tabla XIV-A.	Transformadores
Tabla XV-A.	Baja tensión
Tabla XVI-A.	Acometidas
Tabla XVII-A.	Mano de obra
Tabla XVIII-A.	Base de datos de materiales

Tabla I-A. Datos de entrada

<b>RESUMEN RENGLONES INTEGRADOS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>POSTES CONCRETO</b>		
DE 7,62 M (25')	unidad	0
DE 9,14 M (30')	unidad	0
DE 10,60 M (35')	unidad	0
DE 12,19 M (40')	unidad	0
<b>POSTES MADERA</b>		
DE 7,62 M (25')	unidad	0
DE 9,14 M (30')	unidad	0
DE 10,60 M (35')	unidad	0
DE 12,19 M (40')	unidad	0
<b>RETENIDAS</b>		
SIMPLE	unidad	0
DOBLE	unidad	0
SIMPLE EN BANDERA	unidad	0
SIMPLE CON POSTE	unidad	0
DOBLE CON POSTE	unidad	0
SIMPLE CON POSTE EN BANDERA	unidad	0
<b>PROTECCIONES</b>		
CORTACIRCUITOS MONOFÁSICOS CONDUCTOR 1/0	unidad	0
CORTACIRCUITOS MONOFÁSICOS CONDUCTOR 4/0	unidad	0
CORTACIRCUITOS TRIFÁSICOS CONDUCTOR 1/0	unidad	0
CORTACIRCUITOS TRIFÁSICOS CONDUCTOR 4/0	unidad	0
PARARRAYOS MONOFÁSICOS	unidad	0
PARARRAYOS TRIFÁSICOS	unidad	0
<b>ESTRUCTURA MONOFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 1/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III	unidad	0
TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>ESTRUCTURA MONOFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 4/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III	unidad	0
TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0

Continuación de la tabla I-A.

<b>ESTRUCTURA TRIFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 1/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III Y TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>ESTRUCTURA TRIFÁSICA 13.2 kV CONDUCTOR 4/0</b>		
TIPO I	unidad	0
TIPO II	unidad	0
TIPO III Y TIPO IV	unidad	0
TIPO V	unidad	0
TIPO VI	unidad	0
<b>BAJA TENSIÓN</b>		
ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30°	unidad	0
ALINEACIÓN Y ÁNGULO DE 30° A 90°	unidad	0
FIN DE LÍNEA	unidad	0
<b>PUESTAS A TIERRA</b>		
PARA TRANSFORMADORES	unidad	0
PARA LINEA	unidad	0
<b>ACOMETIDAS</b>		
ACOMETIDAS 120 V	unidad	0
ACOMETIDAS 240 V	unidad	0
<b>TRANSFORMADORES</b>		
DE 10 kVA	unidad	0
DE 15 kVA	unidad	0
DE 25 kVA	unidad	0
DE 37.5 kVA	unidad	0
DE 50 kVA	unidad	0
<b>TENDIDO EN MEDIA TENSIÓN</b>		
CABLE ACSR 1/0 MONOFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 1/0 TRIFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 4/0 MONOFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 4/0 TRIFÁSICO	m	0
CABLE ACSR 1/0 NEUTRO	m	0
<b>TENDIDO EN BAJA TENSIÓN</b>		
CABLE TRIPLEX NEUTRO FORRADO No. 2	m	0
<b>COSTOS DE TRANSPORTE</b>		
DISTANCIA EMPRESA - OBRA	km	0
CANTIDAD DE TRANSPORTE MATERIALES	unidad	0
CANTIDAD DE TRANSPORTE PERSONAL	unidad	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla II-A. Resumen de materiales

POSTES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
POSTE DE 7,62 M (25'), CONCRETO	0	unidad	Q 990,00	Q -
POSTE DE 9,14 M (30'), CONCRETO	0	unidad	Q 1 290,00	Q -
POSTE DE 10,60 M (35'), CONCRETO	0	unidad	Q 1 940,00	Q -
POSTE DE 12,19 M (40'), CONCRETO	0	unidad	Q 2 420,00	Q -
POSTE DE 7,62 M (25'), MADERA	0	unidad	Q 740,00	Q -
POSTE DE 9,14 M (30'), MADERA	0	unidad	Q 1 375,00	Q -
POSTE DE 10,60 M (35'), MADERA	0	unidad	Q 1 899,00	Q -
POSTE DE 12,19 M (40'), MADERA	0	unidad	Q 2 400,00	Q -
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
RETENIDAS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
ANCLA POLIPROPILENO 115"	0	unidad	Q 114,85	Q -
HERRAJE DE ANCLAJE PARA RETENIDA VERTICAL	0	unidad	Q 38,50	Q -
CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	0	m	Q 7,64	Q -
FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	0	unidad	Q 20,58	Q -
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	0	unidad	Q 3,85	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	0	unidad	Q 16,35	Q -
POSTE DE 7,62 M (25'), CONCRETO	0	unidad	Q 990,00	Q -
REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	0	unidad	Q 31,56	Q -
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 5/8" X 7"	0	unidad	Q 103,49	Q -
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	0	unidad	Q 93,23	Q -
AISSLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	0	unidad	Q 12,00	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	0	unidad	Q 17,07	Q -
PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	0	unidad	Q 32,67	Q -
GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	0	unidad	Q 4,16	Q -
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
ESTRUCTURAS MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 1/0				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
AISSLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	0	unidad	Q 121,99	Q -
AISSLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	0	unidad	Q 111,42	Q -
RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	0	unidad	Q 13,80	Q -
CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	0	unidad	Q 129,50	Q -
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	0	unidad	Q 3,85	Q -
SOPORTE LATERAL PARA AISSLADOR TIPO POSTE.	0	unidad	Q 31,37	Q -
GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	0	unidad	Q 85,00	Q -
GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	0	unidad	Q 91,68	Q -
GRILLETES DE 5/8"	0	unidad	Q 41,00	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	0	unidad	Q 20,65	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	0	unidad	Q 17,07	Q -
PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	0	unidad	Q 32,67	Q -
AISSLADOR CARRETE 53-2 GRIS	0	unidad	Q 6,85	Q -
SOPORTE HORQUILLA PARA AISSLADOR TIPO CARRETE	0	unidad	Q 13,84	Q -
BREIZA DE PLETINA 28"	0	unidad	Q 45,59	Q -
PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	0	unidad	Q 22,22	Q -
ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	0	unidad	Q 3,32	Q -
PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	0	unidad	Q 10,52	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T. 5/8" X 16"	0	unidad	Q 21,75	Q -
TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	0	unidad	Q 2,00	Q -
PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	0	unidad	Q 23,85	Q -
GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN)	0	unidad	Q 55,61	Q -
GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	0	unidad	Q 79,20	Q -
ALARGADERA 10" PARA CADENA AISSLADORES	0	unidad	Q 24,20	Q -
GRAPA SUSPENSIÓN AL. COND. AWG 1/0 (RAVEN)	0	unidad	Q 76,77	Q -
REMATE PREFORMADO No. 1/0	0	unidad	Q 19,64	Q -
RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	0	unidad	Q 16,93	Q -
PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	0	unidad	Q 15,71	Q -
PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	0	unidad	Q 34,26	Q -
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	0	unidad	Q 59,99	Q -
RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	0	unidad	Q 17,59	Q -
TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	0	unidad	Q 28,98	Q -
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>

Continuación de la tabla II-A.

ESTRUCTURAS MEDIA TENSION CONDUCTOR 4/0					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.	
AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	0	unidad	Q 121,99	Q	-
AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	0	unidad	Q 111,42	Q	-
RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	0	unidad	Q 20,70	Q	-
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	0	unidad	Q 3,85	Q	-
SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	0	unidad	Q 31,37	Q	-
GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	0	unidad	Q 85,00	Q	-
GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	0	unidad	Q 91,68	Q	-
GRILLETES DE 5/8"	0	unidad	Q 41,00	Q	-
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	0	unidad	Q 20,65	Q	-
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	0	unidad	Q 17,07	Q	-
PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	0	unidad	Q 32,67	Q	-
PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	0	unidad	Q 34,26	Q	-
AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	0	unidad	Q 6,85	Q	-
SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	0	unidad	Q 13,84	Q	-
RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	0	unidad	Q 16,93	Q	-
RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	0	unidad	Q 17,59	Q	-
ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	0	unidad	Q 3,32	Q	-
ALARGADERA 10" PARA CADENA AISLADORES	0	unidad	Q 24,20	Q	-
GRAPA SUSPENSIÓN AL. COND. AWG 1/0 (RAVEN)	0	unidad	Q 76,77	Q	-
GRAPA SUSPENSIÓN AL.COND. AWG 4/0 - MCM 266	0	unidad	Q 76,77	Q	-
REMATE PREFORMADO No. 1/0	0	unidad	Q 19,64	Q	-
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	0	unidad	Q 65,50	Q	-
TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	0	unidad	Q 28,98	Q	-
PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	0	unidad	Q 15,71	Q	-
CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	0	unidad	Q 129,50	Q	-
BREIZA DE PLETINA 28"	0	unidad	Q 45,59	Q	-
PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	0	unidad	Q 22,22	Q	-
PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	0	unidad	Q 10,52	Q	-
TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	0	unidad	Q 2,00	Q	-
PERNO DE MÁQUINA C/T. 5/8" X 16"	0	unidad	Q 21,75	Q	-
RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	0	unidad	Q 26,26	Q	-
PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	0	unidad	Q 23,85	Q	-
GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN)	0	unidad	Q 55,61	Q	-
GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	0	unidad	Q 79,20	Q	-
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	0	unidad	Q 59,99	Q	-
<b>TOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>Q</b>	<b>-</b>
ESTRUCTURAS BAJA TENSION					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.	
GANCHO ABIERTO 5/8"X 10"	0	unidad	Q 23,29	Q	-
GRAPA DE SUSPENSIÓN GS-1200	0	unidad	Q 27,50	Q	-
BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 50 mm	0	unidad	Q 1,50	Q	-
PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 10"	0	unidad	Q 46,67	Q	-
PINZA DE ANCLAJE No. 2 - 1000	0	unidad	Q 30,34	Q	-
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	0	unidad	Q 3,85	Q	-
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>Q</b>	<b>-</b>
TENDIDO MEDIA TENSION					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.	
CABLE ACSR 1/0 MONOFÁSICO	0	m	Q 6,49	Q	-
CABLE ACSR 1/0 TRIFÁSICO	0	m	Q 6,49	Q	-
CABLE ACSR 4/0 MONOFÁSICO	0	m	Q 12,98	Q	-
CABLE ACSR 4/0 TRIFÁSICO	0	m	Q 12,98	Q	-
CABLE ACSR 1/0 NEUTRO	0	m	Q 6,49	Q	-
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>Q</b>	<b>-</b>
TENDIDO BAJA TENSION					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.	
CABLE TRIPLEX NEUTRO FORRADO No. 2	0	m	Q 15,78	Q	-
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>Q</b>	<b>-</b>

Continuación de la tabla II-A.

TRANSFORMADORES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	0	unidad	Q 104,95	Q -
CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	0	m	Q 37,26	Q -
SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	0	unidad	Q 425,79	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	0	unidad	Q 20,65	Q -
PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	0	unidad	Q 33,70	Q -
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	0	unidad	Q 3,85	Q -
ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	0	unidad	Q 3,32	Q -
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 10 kVA	0	unidad	Q 9 450,28	Q -
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 15 kVA	0	unidad	Q 10 038,40	Q -
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 25 kVA	0	unidad	Q 14 330,00	Q -
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 37.5 kVA	0	unidad	Q 19 695,00	Q -
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 50 kVA	0	unidad	Q 25 059,00	Q -
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
CORTACIRCUITOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CORTACIRCUITO PARA 15 kV, 200 A	0	unidad	Q 500,45	Q -
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	0	unidad	Q 21,77	Q -
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	0	unidad	Q 103,93	Q -
PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	0	unidad	Q 10,11	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	0	unidad	Q 17,07	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	0	unidad	Q 20,65	Q -
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	0	unidad	Q 3,85	Q -
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	0	unidad	Q 59,99	Q -
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	0	unidad	Q 65,50	Q -
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
PARARRAYOS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	0	m	Q 1,99	Q -
CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	0	m	Q 37,26	Q -
CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	0	unidad	Q 161,67	Q -
HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	0	unidad	Q 2,56	Q -
PARARRAYOS AUTOVALVULA 13,2 KV-10 KA	0	unidad	Q 329,81	Q -
PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10'	0	unidad	Q 37,02	Q -
CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	0	unidad	Q 11,51	Q -
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	0	unidad	Q 21,77	Q -
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	0	unidad	Q 103,93	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	0	unidad	Q 17,07	Q -
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	0	unidad	Q 20,65	Q -
PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	0	unidad	Q 10,11	Q -
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	0	unidad	Q 3,85	Q -
VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	0	unidad	Q 39,81	Q -
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
PUSTAS A TIERRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	0	m	Q 1,99	Q -
CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	0	m	Q 37,26	Q -
CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	0	unidad	Q 161,67	Q -
HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	0	unidad	Q 2,56	Q -
PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10'	0	unidad	Q 37,02	Q -
CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	0	unidad	Q 11,51	Q -
GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLOS	0	unidad	Q 5,22	Q -
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW1/0 - No. 2 CU	0	unidad	Q 16,67	Q -
VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	0	unidad	Q 39,81	Q -
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>

Continuación de la tabla II-A.

ACOMETIDAS				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL Q.
COND. TRENZADO DUPLEX 600V No.6 AAC / No.6 AAC	0	m	Q 4,45	Q -
COND. TRENZADO TRIPLEX 600 V No.6 AAC / No.6 AAC	0	m	Q 6,91	Q -
CONECTOR DE PERFORACIÓN No.2 - No.6 / No.2 - No.8	0	unidad	Q 23,86	Q -
PINZA DE ANCLAJE ACOMETIDA	0	unidad	Q 8,27	Q -
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla III-A. Costos por renglón integrado

REGLON INTEGRADO DE MATERIALES	TOTAL Q.
<b>POSTES</b>	<b>Q -</b>
<b>RETENIDAS</b>	<b>Q -</b>
<b>PROTECCIONES</b>	<b>Q -</b>
<b>PUESTAS A TIERRA</b>	<b>Q -</b>
<b>ESTRUCTURAS MEDIA TENSIÓN</b>	<b>Q -</b>
<b>ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN</b>	<b>Q -</b>
<b>TRANSFORMADORES</b>	<b>Q -</b>
<b>ACOMETIDAS</b>	<b>Q -</b>
<b>TENDIDO EN MEDIA TENSIÓN</b>	<b>Q -</b>
<b>TENDIDO EN BAJA TENSIÓN</b>	<b>Q -</b>
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES PARA LA OBRA:</b>	<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV-A. Costos del proyecto

INFORME FINAL MCRD	
DESCRIPCIÓN	COSTO
MATERIALES	Q -
MANO DE OBRA	Q -
TRANSPORTE	Q -
<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
ESTUDIO DE CAMPO	Q -
DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PLANOS	Q -
REVISIÓN Y APROBACIÓN PROFESIONAL	Q -
EDI Y SUPERVISIÓN	Q -
ADMINISTRACIÓN	Q -
FIANZAS	Q -
SEGURO DE RESPONSABILIDAD	Q -
PAGO DE IMPUESTOS	Q -
RENTABILIDAD	Q -
<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q -</b>
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>	<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla V-A. Postes

POSTES MADERA Y CONCRETO				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	DE 7,62 M (25') CONCRETO	Q 990,00	Q -
1	unidad	DE 9,14 M (30') CONCRETO	Q 1 290,00	Q -
1	unidad	DE 10,60 M (35') CONCRETO	Q 1 940,00	Q -
1	unidad	DE 12,19 M (40') CONCRETO	Q 2 420,00	Q -
1	unidad	DE 7,62 M (25') MADERA	Q 740,00	Q -
1	unidad	DE 9,14 M (30') MADERA	Q 1 375,00	Q -
1	unidad	DE 10,60 M (35') MADERA	Q 1 899,00	Q -
1	unidad	DE 12,19 M (40') MADERA	Q 2 400,00	Q -
<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>			<b>Q</b>	<b>-</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI-A. Retenidas

RETENIDA SIMPLE				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
1	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q 20,58	Q 20,58
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	Q 16,35	Q 16,35
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	Q 93,23	Q 93,23
4	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 126,24
12,5	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 95,50
1	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 4,16
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 3,85
1	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 12,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 486,76</b>
RETENIDA DOBLE				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	Q 16,35	Q 16,35
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 5/8" X 7"	Q 103,49	Q 103,49
2	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q 20,58	Q 41,16
8	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 252,48
25	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 191,00
2	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 8,32
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 7,70
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
2	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 24,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 776,42</b>

Continuación de la tabla VI-A.

<b>RETENIDA SIMPLE EN BANDERA</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
1	unidad	FIJADOR DE ANGULO 5/8"	Q 20,58	Q 20,58
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	Q 16,35	Q 16,35
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	Q 93,23	Q 93,23
4	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 126,24
1	unidad	HERRAJE DE ANCLAJE PARA RETENIDA VERTICAL	Q 38,50	Q 38,50
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 7,70
15	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 114,60
1	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 4,16
1	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 12,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 548,21</b>
<b>RETENIDA SIMPLE CON POSTE</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
1	unidad	FIJADOR DE ANGULO 5/8"	Q 20,58	Q 20,58
2	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q 65,34
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	Q 93,23	Q 93,23
6	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 189,36
1	unidad	POSTE DE 7,62 M (25), CONCRETO	Q 990,00	Q 990,00
20	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 152,80
3	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 12,48
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 11,55
1	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 12,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 1 662,19</b>
<b>RETENIDA DOBLE CON POSTE</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
2	unidad	FIJADOR DE ANGULO 5/8"	Q 20,58	Q 41,16
2	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q 65,34
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 5/8" X 7"	Q 103,49	Q 103,49
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
10	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 315,60
1	unidad	POSTE DE 7,62 M (25), CONCRETO	Q 990,00	Q 990,00
33	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 252,12
4	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 16,64
4	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 15,40
2	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 24,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 1 955,67</b>

Continuación de la tabla VI-A.

<b>RETENIDA SIMPLE CON POSTE EN BANDERA</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q 114,85
2	unidad	HERRAJE DE ANCLAJE PARA RETENIDA VERTICAL	Q 38,50	Q 77,00
1	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q 20,58	Q 20,58
2	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q 65,34
1	unidad	VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	Q 93,23	Q 93,23
6	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q 189,36
1	unidad	POSTE DE 7,62 M (25'), CONCRETO	Q 990,00	Q 990,00
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q 11,55
22	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q 168,08
3	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q 12,48
1	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q 12,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 1 754,47</b>
<b>TOTAL MATERIALES Y COSTOS POR PROYECTO</b>				
<b>CANTIDAD</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Q/UNIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
0	unidad	ANCLA POLIPROPILENO 115"	Q 114,85	Q -
0	unidad	HERRAJE DE ANCLAJE PARA RETENIDA VERTICAL	Q 38,50	Q -
0	m	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	Q 7,64	Q -
0	unidad	FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	Q 20,58	Q -
0	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5	Q 3,85	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	Q 16,35	Q -
0	unidad	POSTE DE 7,62 M (25'), CONCRETO	Q 990,00	Q -
0	unidad	REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	Q 31,56	Q -
0	unidad	VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 5/8" X 7"	Q 103,49	Q -
0	unidad	VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	Q 93,23	Q -
0	unidad	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	Q 12,00	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q -
0	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q -
0	unidad	GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	Q 4,16	Q -
		<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>		<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla VII-A. Protecciones**

<b>CORTACIRCUITO MONOFÁSICO CONDUCTOR 1/0</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	CORTACIRCUITO PARA 15 kV, 200 A	Q 500,45	Q 500,45
1	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	Q 21,77	Q 21,77
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q 59,99
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q 627,63</b>
<b>CORTACIRCUITO MONOFÁSICO CONDUCTOR 4/0</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	CORTACIRCUITO PARA 15 kV, 200 A	Q 500,45	Q 500,45
1	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	Q 21,77	Q 21,77
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	Q 65,50	Q 65,50
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q 633,14</b>
<b>CORTACIRCUITO TRIFÁSICO CONDUCTOR 1/0</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
3	unidad	CORTACIRCUITO PARA 15 kV, 200 A	Q 500,45	Q 1 501,35
3	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	Q 103,93	Q 311,79
3	unidad	PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	Q 10,11	Q 30,33
3	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q 179,97
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q 2 023,44</b>
<b>CORTACIRCUITO TRIFÁSICO CONDUCTOR 4/0</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
3	unidad	CORTACIRCUITO PARA 15 kV, 200 A	Q 500,45	Q 1 501,35
3	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	Q 103,93	Q 311,79
3	unidad	PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	Q 10,11	Q 30,33
3	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	Q 65,50	Q 196,50
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q 2 039,97</b>
<b>PARARRAYOS MONOFÁSICO</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1,5	m	CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	Q 1,99	Q 2,99
15	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 558,90
2	unidad	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	Q 161,67	Q 323,34
5	unidad	HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	Q 2,56	Q 12,80
1	unidad	PARARRAYOS AUTOVALVULA 13,2 KV-10 KA	Q 329,81	Q 329,81
1	unidad	PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10"	Q 37,02	Q 37,02
1	unidad	CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	Q 11,51	Q 11,51
1	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	Q 21,77	Q 21,77
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
2	unidad	VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	Q 39,81	Q 79,62
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q 1 423,18</b>

Continuación de la tabla VII-A.

PARARRAYOS TRIFÁSICO					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
1,5	m	CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	Q	1,99	Q 2,99
18	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q	37,26	Q 670,68
2	unidad	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	Q	161,67	Q 323,34
5	unidad	HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	Q	2,56	Q 12,80
3	unidad	PARARRAYOS AUTOVALVULA 13,2 KV-10 KA	Q	329,81	Q 989,43
1	unidad	PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10"	Q	37,02	Q 37,02
3	unidad	CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	Q	11,51	Q 34,53
3	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	Q	103,93	Q 311,79
3	unidad	PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	Q	10,11	Q 30,33
2	unidad	VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	Q	39,81	Q 79,62
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>2 492,53</b>
<b>TOTAL MATERIALES Y COSTOS POR PROYECTO</b>					
RESUMEN CORTACIRCUITOS					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Q/UNIDAD	COSTO TOTAL	
0	unidad	CORTACIRCUITO PARA 15 kV, 200 A	Q	500,45	Q -
0	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	Q	21,77	Q -
0	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	Q	103,93	Q -
0	unidad	PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	Q	10,11	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q	17,07	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q -
0	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q -
0	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q	59,99	Q -
0	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	Q	65,50	Q -
<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>				<b>Q</b>	<b>-</b>
RESUMEN DE PARARRAYOS					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Q/UNIDAD	COSTO TOTAL	
0	m	CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	Q	1,99	Q -
0	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q	37,26	Q -
0	unidad	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	Q	161,67	Q -
0	unidad	HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	Q	2,56	Q -
0	unidad	PARARRAYOS AUTOVALVULA 13,2 KV-10 KA	Q	329,81	Q -
0	unidad	PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10"	Q	37,02	Q -
0	unidad	CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	Q	11,51	Q -
0	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	Q	21,77	Q -
0	unidad	SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	Q	103,93	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q	17,07	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q -
0	unidad	PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	Q	10,11	Q -
0	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q -
0	unidad	VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	Q	39,81	Q -
<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>				<b>Q</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL PROTECCIONES</b>				<b>Q</b>	<b>-</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII-A. Puestas a tierra

PUESTA A TIERRA PARA TRANSFORMADORES				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
2	unidad	VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	Q 39,81	Q 79,62
1,5	m	CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	Q 1,99	Q 2,99
16	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 596,16
2	unidad	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	Q 161,67	Q 323,34
5	unidad	HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	Q 2,56	Q 12,80
1	unidad	PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10'	Q 37,02	Q 37,02
1	unidad	CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	Q 11,51	Q 11,51
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 1 063,44</b>
PUESTA A TIERRA PARA ESTRUCTURAS				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1,5	m	CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	Q 1,99	Q 2,99
15	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 558,90
1	unidad	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	Q 161,67	Q 161,67
5	unidad	HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	Q 2,56	Q 12,80
1	unidad	PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10'	Q 37,02	Q 37,02
1	unidad	VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	Q 39,81	Q 39,81
1	unidad	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLOS	Q 5,22	Q 5,22
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW1/0 - No. 2 CU	Q 16,67	Q 16,67
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 835,08</b>
RESUMEN				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Q/UNIDAD	COSTO TOTAL
0	m	CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	Q 1,99	Q -
0	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q -
0	unidad	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	Q 161,67	Q -
0	unidad	HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	Q 2,56	Q -
0	unidad	PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10'	Q 37,02	Q -
0	unidad	CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	Q 11,51	Q -
0	unidad	GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLOS	Q 5,22	Q -
0	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW1/0 - No. 2 CU	Q 16,67	Q -
0	unidad	VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	Q 39,81	Q -
<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>				<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX-A. Monofásicas I/O

ESTRUCTURA TIPO I					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
1	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q	121,99	Q 121,99
1	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q	13,80	Q 13,80
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q 11,55
1	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q	31,37	Q 31,37
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q	17,07	Q 34,14
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q 20,65
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q	6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q	13,84	Q 13,84
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q	16,93	Q 16,93
1	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q	15,71	Q 15,71
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 286,83</b>

ESTRUCTURA TIPO II					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
2	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q	121,99	Q 243,98
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q	17,59	Q 17,59
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q 3,85
2	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q	3,32	Q 6,64
2	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q	31,37	Q 62,74
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q	17,07	Q 34,14
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q 20,65
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q	6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q	13,84	Q 13,84
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q	16,93	Q 16,93
2	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q	15,71	Q 31,42
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 458,63</b>

ESTRUCTURA TIPO III					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
1	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q	111,42	Q 111,42
1	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q	32,67	Q 32,67
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q	34,26	Q 34,26
1	unidad	ALARGADERA 10" PARA CADENA AISLADORES	Q	24,20	Q 24,20
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q 7,70
2	unidad	GRAPA SUSPENSIÓN AL. COND. AWG 1/0 (RAVEN)	Q	76,77	Q 153,54
2	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q	41,00	Q 82,00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 445,79</b>

ESTRUCTURA TIPO IV					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
2	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q	111,42	Q 222,84
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q 11,55
2	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q	85,00	Q 170,00
2	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q	32,67	Q 65,34
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q 20,65
2	unidad	REMATE PREFORMADO No. 1/0	Q	19,64	Q 39,28
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q	6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q	13,84	Q 13,84
2	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q	41,00	Q 82,00
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q	59,99	Q 59,99
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 692,34</b>

Continuación de la tabla IX-A.

<b>ESTRUCTURA TIPO V</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 121,99
1	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q 31,37	Q 31,37
2	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q 222,84
1	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 13,80	Q 13,80
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 11,55
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q 59,99
2	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85,00	Q 170,00
2	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q 82,00
1	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q 32,67
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q 16,93
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q 13,84
1	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q 15,71	Q 15,71
1	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q 28,98
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>828,52</b>
<b>ESTRUCTURA TIPO VI</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
1	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q 111,42
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
1	unidad	GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 91,68	Q 91,68
1	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q 41,00
1	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q 32,67
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
1	unidad	REMATE PREFORMADO No. 1/0	Q 19,64	Q 19,64
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q 13,84
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>345,45</b>
<b>TOTAL MATERIALES Y COSTOS POR PROYECTO</b>				
<b>CANTIDAD</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Q/UNIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
0	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q -
0	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 13,80	Q -
0	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q -
0	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q 31,37	Q -
0	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85,00	Q -
0	unidad	GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 91,68	Q -
0	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q -
0	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q -
0	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q 34,26	Q -
0	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q -
0	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 17,59	Q -
0	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q -
0	unidad	ALARGADERA 10" PARA CADENA AISLADORES	Q 24,20	Q -
0	unidad	GRAPA SUSPENSIÓN AL. COND. AWG 1/0 (RAVEN)	Q 76,77	Q -
0	unidad	REMATE PREFORMADO No. 1/0	Q 19,64	Q -
0	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q -
0	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q -
0	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q 15,71	Q -
		<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>	<b>Q</b>	<b>-</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla X-A. Trifásicas 1/0

TIPO I				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
3	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 365,97
1	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q 129,50
2	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q 91,18
3	unidad	PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	Q 22,22	Q 66,66
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 11,55
7	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 23,24
2	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q 21,04
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 16"	Q 21,75	Q 21,75
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q 13,84
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q 6,85
3	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 13,80	Q 41,40
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q 16,93
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 847,63</b>

TIPO II				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
6	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 731,94
2	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q 259,00
4	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q 182,36
6	unidad	PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	Q 22,22	Q 133,32
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 3,85
21	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 69,72
4	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q 42,08
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 41,30
10	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q 2,00	Q 20,00
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q 13,84
3	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 17,59	Q 52,77
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q 16,93
3	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q 23,85	Q 71,55
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 1 645,51</b>

TIPO III Y IV				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 121,99
6	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q 668,52
1	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE	Q 31,37	Q 31,37
2	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q 259,00
4	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q 182,36
1	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q 15,71	Q 15,71
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
21	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 69,72
4	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q 42,08
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 34,14
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
10	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q 2,00	Q 20,00
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q 34,26	Q 34,26
6	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85,00	Q 510,00
1	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 13,80	Q 13,80
2	unidad	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	Q 55,61	Q 111,22
3	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q 23,85	Q 71,55
7	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q 202,86
6	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q 246,00
2	unidad	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	Q 79,20	Q 158,40
4	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q 239,96
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 2 416,93</b>

Continuación de la tabla X-A.

<b>TIPO V</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
2	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 243,98
6	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q 668,52
4	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q 518,00
8	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q 364,72
2	unidad	PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	Q 22,22	Q 44,44
4	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 15,40
42	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 139,44
8	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q 84,16
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 41,30
20	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q 2,00	Q 40,00
2	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q 34,26	Q 68,52
6	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85,00	Q 510,00
2	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 13,80	Q 27,60
2	unidad	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	Q 55,61	Q 111,22
6	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q 23,85	Q 143,10
6	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q 173,88
6	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q 246,00
2	unidad	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	Q 79,20	Q 158,40
4	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q 239,96
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q 3 598,68</b>
<b>TIPO VI</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
3	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q 334,26
2	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q 259,00
4	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q 182,36
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
21	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 69,72
4	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q 42,08
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
10	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q 2,00	Q 20,00
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q 34,26	Q 34,26
3	unidad	GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 91,68	Q 275,04
1	unidad	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	Q 55,61	Q 55,61
3	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q 23,85	Q 71,55
3	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q 86,94
3	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q 123,00
1	unidad	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	Q 79,20	Q 79,20
			<b>Q SUBTOTAL</b>	<b>Q 1 459,17</b>

Continuación de la tabla X-A.

TOTAL MATERIALES Y COSTOS POR PROYECTO				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Q/UNIDAD	COSTO TOTAL
0	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q -
0	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q -
0	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q -
0	unidad	PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	Q 22,22	Q -
0	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q -
0	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q -
0	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q -
0	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q 2,00	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T. 5/8" X 16"	Q 21,75	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q -
0	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q -
0	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 13,80	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q -
0	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q -
0	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q 31,37	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 17,59	Q -
0	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q 23,85	Q -
0	unidad	GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 91,68	Q -
0	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q 15,71	Q -
0	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q 34,26	Q -
0	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85,00	Q -
0	unidad	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN)	Q 55,61	Q -
0	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q -
0	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q -
0	unidad	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	Q 79,20	Q -
0	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q -
<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>				<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI-A. Monofásicas 4/0

ESTRUCTURA TIPO I						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL	
1	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q	121,99	Q	121,99
1	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	Q	20,70	Q	20,70
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q	11,55
1	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q	31,37	Q	31,37
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q	17,07	Q	34,14
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q	20,65
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q	6,85	Q	6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q	13,84	Q	13,84
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q	16,93	Q	16,93
1	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q	15,71	Q	15,71
			<b>Q</b>	<b>293,73</b>	<b>Q</b>	<b>293,73</b>

ESTRUCTURA TIPO II						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL	
2	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q	121,99	Q	243,98
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	Q	26,26	Q	26,26
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q	3,85
2	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q	3,32	Q	6,64
2	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q	31,37	Q	62,74
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q	17,07	Q	34,14
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q	20,65
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q	6,85	Q	6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q	13,84	Q	13,84
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q	16,93	Q	16,93
2	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q	15,71	Q	31,42
			<b>Q</b>	<b>467,30</b>	<b>Q</b>	<b>467,30</b>

ESTRUCTURA TIPO III						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL	
1	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q	111,42	Q	111,42
1	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q	32,67	Q	32,67
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q	34,26	Q	34,26
1	unidad	ALARGADERA 10" PARA CADENA AISLADORES	Q	24,20	Q	24,20
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q	7,70
1	unidad	GRAPA SUSPENSIÓN AL. COND. AWG 1/0 (RAVEN)	Q	76,77	Q	76,77
1	unidad	GRAPA SUSPENSIÓN AL.COND. AWG 4/0 - MCM 266	Q	76,77	Q	76,77
2	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q	41,00	Q	82,00
			<b>Q</b>	<b>445,79</b>	<b>Q</b>	<b>445,79</b>

ESTRUCTURA TIPO IV						
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL	
2	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q	111,42	Q	222,84
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q	11,55
2	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q	85,00	Q	170,00
2	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q	32,67	Q	65,34
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q	20,65
2	unidad	REMATE PREFORMADO No. 1/0	Q	19,64	Q	39,28
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q	6,85	Q	6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q	13,84	Q	13,84
2	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q	41,00	Q	82,00
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	Q	65,50	Q	65,50
			<b>Q</b>	<b>697,85</b>	<b>Q</b>	<b>697,85</b>

Continuación de la tabla XI-A.

ESTRUCTURA TIPO V				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 121,99
1	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q 31,37	Q 31,37
2	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q 222,84
1	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	Q 20,70	Q 20,70
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 11,55
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	Q 65,50	Q 65,50
2	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85,00	Q 170,00
2	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q 82,00
1	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q 32,67
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q 16,93
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q 13,84
1	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q 15,71	Q 15,71
1	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q 28,98
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>840,93</b>
ESTRUCTURA TIPO VI				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q 111,42
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
1	unidad	GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 91,68	Q 91,68
1	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q 41,00
1	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q 32,67
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
1	unidad	REMATE PREFORMADO No. 1/0	Q 19,64	Q 19,64
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q 13,84
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>345,45</b>
TOTAL MATERIALES Y COSTOS POR PROYECTO				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Q/UNIDAD	COSTO TOTAL
0	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q -
0	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	Q 20,70	Q -
0	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q -
0	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q 31,37	Q -
0	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85,00	Q -
0	unidad	GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 91,68	Q -
0	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q -
0	unidad	PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	Q 32,67	Q -
0	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q 34,26	Q -
0	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q -
0	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 17,59	Q -
0	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q -
0	unidad	ALARGADERA 10" PARA CADENA AISLADORES	Q 24,20	Q -
0	unidad	GRAPA SUSPENSIÓN AL COND. AWG 1/0 (RAVEN)	Q 76,77	Q -
0	unidad	GRAPA SUSPENSIÓN AL COND. AWG 4/0 - MCM 266	Q 76,77	Q -
0	unidad	REMATE PREFORMADO No. 1/0	Q 19,64	Q -
0	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	Q 65,50	Q -
0	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q -
0	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q 15,71	Q -
		<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>	<b>Q</b>	<b>-</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII-A. Trifásicas 4/0

TIPO I				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
3	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 365,97
1	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q 129,50
2	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q 91,18
3	unidad	PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	Q 22,22	Q 66,66
3	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 11,55
7	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 23,24
2	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q 21,04
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T. 5/8" X 16"	Q 21,75	Q 21,75
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 17,07
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q 13,84
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q 6,85
3	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	Q 20,70	Q 62,10
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q 16,93
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>868,33</b>

TIPO II				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
6	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 731,94
2	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q 259,00
4	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q 182,36
6	unidad	PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	Q 22,22	Q 133,32
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 3,85
21	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 69,72
4	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q 42,08
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 41,30
10	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q 2,00	Q 20,00
1	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q 6,85
1	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q 13,84
3	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	Q 26,26	Q 78,78
1	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q 16,93
3	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q 23,85	Q 71,55
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>1 671,52</b>

TIPO III Y IV				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q 121,99
6	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q 668,52
1	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q 31,37	Q 31,37
2	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q 259,00
4	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q 182,36
1	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q 15,71	Q 15,71
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
21	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 69,72
4	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q 42,08
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q 34,14
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 20,65
10	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q 2,00	Q 20,00
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q 34,26	Q 34,26
6	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85,00	Q 510,00
1	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	Q 20,70	Q 20,70
2	unidad	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	Q 55,61	Q 111,22
3	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q 23,85	Q 71,55
7	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q 202,86
6	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q 246,00
2	unidad	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	Q 79,20	Q 158,40
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q 59,99
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	Q 65,50	Q 65,50
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>2 423,83</b>

Continuación de la tabla XII-A.

TIPO V					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
2	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q	121,99	Q 243,98
6	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q	111,42	Q 668,52
4	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q	129,50	Q 518,00
8	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q	45,59	Q 364,72
2	unidad	PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	Q	22,22	Q 44,44
4	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q 15,40
42	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q	3,32	Q 139,44
8	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q	10,52	Q 84,16
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q 41,30
20	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q	2,00	Q 40,00
2	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q	34,26	Q 68,52
6	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q	85,00	Q 510,00
2	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR 4/0	Q	20,70	Q 41,40
2	unidad	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	Q	55,61	Q 111,22
6	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q	23,85	Q 143,10
6	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q	28,98	Q 173,88
6	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q	41,00	Q 246,00
2	unidad	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	Q	79,20	Q 158,40
3	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	Q	65,50	Q 196,50
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q	59,99	Q 59,99
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>3 612,48</b>

TIPO VI					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO		TOTAL
3	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q	111,42	Q 334,26
2	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q	129,50	Q 259,00
4	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q	45,59	Q 182,36
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q	3,85	Q 7,70
21	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q	3,32	Q 69,72
4	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q	10,52	Q 42,08
1	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q	20,65	Q 20,65
10	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q	2,00	Q 20,00
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q	34,26	Q 34,26
3	unidad	GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q	91,68	Q 275,04
1	unidad	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	Q	55,61	Q 55,61
3	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q	23,85	Q 71,55
3	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q	28,98	Q 86,94
3	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q	41,00	Q 123,00
1	unidad	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	Q	79,20	Q 79,20
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>1 459,17</b>

Continuación de la tabla XII-A.

TOTAL MATERIALES Y COSTOS POR PROYECTO				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Q/UNIDAD	COSTO TOTAL
0	unidad	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	Q 121,99	Q -
0	unidad	CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	Q 129,50	Q -
0	unidad	BREIZA DE PLETINA 28"	Q 45,59	Q -
0	unidad	PERNO LARGO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X7"	Q 22,22	Q -
0	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q -
0	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q -
0	unidad	PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	Q 10,52	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q -
0	unidad	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	Q 2,00	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T. 5/8" X 16"	Q 21,75	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	Q 17,07	Q -
0	unidad	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	Q 13,84	Q -
0	unidad	AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	Q 6,85	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	Q 20,70	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 16,93	Q -
0	unidad	AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	Q 111,42	Q -
0	unidad	SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	Q 31,37	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	Q 17,59	Q -
0	unidad	RETENCIÓN PREF."OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	Q 26,26	Q -
0	unidad	PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	Q 23,85	Q -
0	unidad	GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 91,68	Q -
0	unidad	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	Q 15,71	Q -
0	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	Q 34,26	Q -
0	unidad	GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	Q 85,00	Q -
0	unidad	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	Q 55,61	Q -
0	unidad	TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	Q 28,98	Q -
0	unidad	GRILLETES DE 5/8"	Q 41,00	Q -
0	unidad	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	Q 79,20	Q -
0	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	Q 65,50	Q -
0	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	Q 59,99	Q -
<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>				<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII-A. Transformadores

10 kVA				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 10 kVA	Q 9 450,28	Q 9 450,28
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	Q 104,95	Q 104,95
2	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 74,52
2	unidad	SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	Q 425,79	Q 851,58
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 41,30
2	unidad	PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	Q 33,70	Q 67,40
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
2	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 6,64
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>10 604,37</b>
15 kVA				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 15 kVA	Q 10 038,40	Q 10 038,40
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	Q 104,95	Q 104,95
2	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 74,52
2	unidad	SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	Q 425,79	Q 851,58
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 41,30
2	unidad	PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	Q 33,70	Q 67,40
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
2	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 6,64
<b>SUBTOTAL</b>			<b>Q</b>	<b>11 192,49</b>

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla XIII-A.

25 kVA				
TOTAL	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 25 kVA	Q 14 330,00	Q 14 330,00
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	Q 104,95	Q 104,95
2	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 74,52
2	unidad	SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	Q 425,79	Q 851,58
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 41,30
2	unidad	PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	Q 33,70	Q 67,40
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
2	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 6,64
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 15 484,09</b>
37.5 kVA				
TOTAL	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 37.5 kVA	Q 19 695,00	Q 19 695,00
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	Q 104,95	Q 104,95
2	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 74,52
2	unidad	SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	Q 425,79	Q 851,58
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 41,30
2	unidad	PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	Q 33,70	Q 67,40
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
2	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 6,64
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 20 849,09</b>
50 kVA				
TOTAL	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 50 kVA	Q 25 059,00	Q 25 059,00
1	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	Q 104,95	Q 104,95
2	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q 74,52
2	unidad	SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	Q 425,79	Q 851,58
2	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q 41,30
2	unidad	PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	Q 33,70	Q 67,40
2	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 7,70
2	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q 6,64
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 26 213,09</b>
TOTAL MATERIALES Y COSTOS POR PROYECTO				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Q/UNIDAD	COSTO TOTAL
0	unidad	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	Q 104,95	Q -
0	m	CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	Q 37,26	Q -
0	unidad	SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	Q 425,79	Q -
0	unidad	PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	Q 20,65	Q -
0	unidad	PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	Q 33,70	Q -
0	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q -
0	unidad	ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	Q 3,32	Q -
0	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 10 kVA	Q 9 450,28	Q -
0	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 15 kVA	Q 10 038,40	Q -
0	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 25 kVA	Q 14 330,00	Q -
0	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 37.5 kVA	Q 19 695,00	Q -
0	unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 50 kVA	Q 25 059,00	Q -
			<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>	<b>Q -</b>
<b>NOTA:</b>	PARA EL CASO DE CONDUCTOR DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN CALIBRE 4/0, SUSTITUIR EL CONECTOR DE CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0 POR CONECTOR DE CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 4/0			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV-A. Baja tensión

ALINEACION Y ÁNGULO HASTA 30°				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	GANCHO ABIERTO 5/8" X 10"	Q 23,29	Q 23,29
1	unidad	GRAPA DE SUSPENSIÓN GS-1200	Q 27,50	Q 27,50
2	unidad	BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 50 mm	Q 1,50	Q 3,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 53,79</b>
ALINEACIÓN Y ÁNGULO DE 30° A 90°				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 10"	Q 46,67	Q 46,67
2	unidad	PINZA DE ANCLAJE No. 2 - 1000	Q 30,34	Q 60,68
2	unidad	BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 50 mm	Q 1,50	Q 3,00
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 3,85
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 114,20</b>
FIN DE LINEA				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 10"	Q 46,67	Q 46,67
1	unidad	PINZA DE ANCLAJE No. 2 - 1000	Q 30,34	Q 30,34
1	unidad	BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 50 mm	Q 1,50	Q 1,50
1	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q 3,85
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 82,36</b>
TOTAL MATERIALES Y COSTOS POR PROYECTO				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Q/UNIDAD	COSTO TOTAL
0	unidad	GANCHO ABIERTO 5/8" X 10"	Q 23,29	Q -
0	unidad	GRAPA DE SUSPENSIÓN GS-1200	Q 27,50	Q -
0	unidad	BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 50 mm	Q 1,50	Q -
0	unidad	PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 10"	Q 46,67	Q -
0	unidad	PINZA DE ANCLAJE No. 2 - 1000	Q 30,34	Q -
0	unidad	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	Q 3,85	Q -
		<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>		<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV-A. Acometidas

<b>ACOMETIDA 120V</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
40	m	COND. TRENZADO DUPLEX 600V No.6 AAC / No.6 AAC	Q 4,45	Q 178,00
2	unidad	CONECTOR DE PERFORACIÓN No.2 - No.6 / No.2 - No.8	Q 23,86	Q 47,72
2	unidad	PINZA DE ANCLAJE ACOMETIDA	Q 8,27	Q 16,54
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 242,26</b>
<b>ACOMETIDA 240V</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
40	m	COND. TRENZADO TRIPLEX 600 V No.6 AAC / No.6 AAC	Q 6,91	Q 276,40
3	unidad	CONECTOR DE PERFORACIÓN No.2 - No.6 / No.2 - No.8	Q 23,86	Q 71,58
2	unidad	PINZA DE ANCLAJE ACOMETIDA	Q 8,27	Q 16,54
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 364,52</b>
<b>TOTAL MATERIALES Y COSTOS POR PROYECTO</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Q/UNIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
0	m	COND. TRENZADO DUPLEX 600V No.6 AAC / No.6 AAC	Q 4,45	Q -
0	m	COND. TRENZADO TRIPLEX 600 V No.6 AAC / No.6 AAC	Q 6,91	Q -
0	unidad	CONECTOR DE PERFORACIÓN No.2 - No.6 / No.2 - No.8	Q 23,86	Q -
0	unidad	PINZA DE ANCLAJE ACOMETIDA	Q 8,27	Q -
		<b>TOTAL ESTE RUBRO</b>		<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI-A. Mano de obra

<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN INTEGRADO (RI)</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>COSTO DE RI PROYECTO</b>
unidad	RETENIDAS	Q 250,00	Q -
unidad	RETENIDAS CON POSTE 25 PIES	Q 350,00	Q -
unidad	CORTACIRCUITOS MONOFÁSICOS	Q 100,00	Q -
unidad	CORTACIRCUITOS TRIFÁSICOS	Q 300,00	Q -
unidad	PARARRAYOS MONOFÁSICOS	Q 250,00	Q -
unidad	PARARRAYOS TRIFÁSICOS	Q 400,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO I	Q 1 000,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO II	Q 1 200,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO III	Q 1 200,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO IV	Q 1 500,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO V	Q 1 500,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS TIPO VI	Q 1 000,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO I	Q 2 400,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO II	Q 2 600,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO III Y IV	Q 2 800,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO V	Q 3 000,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS TIPO VI	Q 2 400,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 10 kVA	Q 1 000,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 15 kVA	Q 1 100,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 25 kVA	Q 1 200,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 37.5 kVA	Q 1 300,00	Q -
unidad	TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 50 kVA	Q 1 500,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30°	Q 800,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN ALINEACIÓN Y ÁNGULO DE 30° A 90°	Q 1 000,00	Q -
unidad	ESTRUCTURAS BAJA TENSIÓN FIN DE LÍNEA	Q 1 000,00	Q -
unidad	TIERRAS	Q 175,00	Q -
m	TENDIDO EN MEDIA TENSIÓN	Q 5,00	Q -
m	TENDIDO EN BAJA TENSIÓN	Q 8,00	Q -
unidad	ACOMETIDAS 120 V	Q 50,00	Q -
unidad	ACOMETIDAS 240 V	Q 75,00	Q -
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>-</b>
<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN INTEGRADO</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO DE RI PROYECTO</b>
unidad	APERTURA DE AGUJEROS PARA POSTES, ANCLAS Y TIERRAS	Q 80,00	Q -
<b>IZADO DE POSTES</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN RENGLÓN INTEGRADO</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO DE RI PROYECTO</b>
unidad	POSTES DE MADERA	Q 200,00	Q -
unidad	POSTES DE CONCRETO	Q 400,00	Q -
			<b>Q -</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>Q -</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII-A. Base de datos de materiales

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI 57-1)	unidad	Q121,99
AISLADOR CARRETE 53-2 CAFE	unidad	Q6,87
AISLADOR CARRETE 53-2 GRIS	unidad	Q6,85
AISLADOR POLIMERO 13.8 kV DE GOMA SILICÓN	unidad	Q111,42
ALAMBRE DESNUDO No. 6 ALUMINIO	m	Q1,79
ANCLA POLIPROPILENO 115"	unidad	Q114,85
HERRAJE DE ANCLAJE PARA RETENIDA VERTICAL	unidad	Q38,50
ARANDELAS CUADRADA 2" X 5/8"	unidad	Q3,32
ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16" , 5/8"	unidad	Q3,85
BREIZA DE PLETINA 28"	unidad	Q45,59
CABLE ACSR 1/0	m	Q6,49
CABLE ACSR 4/0	m	Q12,98
CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 3/8"	m	Q7,64
CABLE DE COBRE NO. 2 DESNUDO	m	Q37,26
COND. TRENZADO DUPLEX 600V No.6 AAC / No.6 AAC	m	Q4,45
CABLE No. 2 ACSR	m	Q3,90
CABLE TRIPLEX NEUTRO FORRADO 1/0	m	Q33,45
CINTA ACERO AL CARBON GALVANIZADO 3/8"	m	Q1,99
CONDUCTOR DE ALUMINIO FORRRADO NO. 1/0 AWG	m	Q12,33
CONDUCTOR DE COBRE No.2 DESNUDO, 7 HILOS	m	Q37,26
CONECTOR DE COMPRESIÓN 1/0	unidad	Q6,72
CONECTOR DE COMPRESIÓN 1/0 A No.2	unidad	Q6,72
CONECTOR DE COMPRESIÓN TIPO C, No. 6 A No. 2 AWG	unidad	Q5,23
CONECTOR DE COMPRESIÓN UNIVERSAL 1 1/2" LONGITUD	unidad	Q5,50
CONECTOR FARGO 1/0	unidad	Q82,69
CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE No. 2 A VARILLA 5/8"	unidad	Q161,67
CORTACIRCUITO PARA 15 kV, 200 A	unidad	Q500,45
CRUCETA DE PINO TRATADO DE 0.76 X 0.09 X 0.115 M	unidad	Q43,17
CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.20 X 0.09 X 0.115 M	unidad	Q86,34
CRUCETA DE PINO TRATADO DE 1.80 X 0.09 X 0.115 M	unidad	Q129,50
CRUCETA DE PINO TRATADO DE 2.40 X 0.09 X 0.115 M	unidad	Q172,67
SOPORTE LATERAL PARA AISLADOR TIPO POSTE.	unidad	Q31,37
ESTRIBO PARA CONECTOR FARGO	unidad	Q68,36
FIJADOR DE ÁNGULO 5/8"	unidad	Q20,58
GANCHO PARA ACOMETIDA	unidad	Q1,91
GRAPA DE PASO # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	unidad	Q85,00
GRAPA DE REMATE # 2 AL 4/0 ACSR 8,000 LBS	unidad	Q91,68
GRAPA DE TRES TORNILLOS	unidad	Q85,00
GRILLETES DE 5/8"	unidad	Q41,00
HEBILLA ACERO INOXIDABLE P/CINTA 3/8"	unidad	Q2,56
PARARRAYOS AUTOVALVULA 13,2 KV-10 KA	unidad	Q329,81
PERNO DE CARRUAJE 1/2" X 6" CON ARANDELA	unidad	Q10,52
PERNO DE CARRUAJE 3/8" X 6" CON ARANDELA	unidad	Q10,11
AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	unidad	Q12,00
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 10"	unidad	Q16,35
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 12"	unidad	Q17,07
PERNO CON OJO C/T 5/8" X 12"	unidad	Q32,67
PERNO DE ROSCA CORRIDA 5/8" X 18"	unidad	Q23,85

Continuación de la tabla XVII-A.

POSTE DE 7,62 M (25'), CONCRETO	unidad	Q990,00
POSTE DE 9,14 M (30'), CONCRETO	unidad	Q1 290,00
POSTE DE 10,60 M (35'), CONCRETO	unidad	Q1 940,00
POSTE DE 12,19 M (40'), CONCRETO	unidad	Q2 420,00
POSTE DE 7,62 M (25'), MADERA	unidad	Q740,00
POSTE DE 9,14 M (30'), MADERA	unidad	Q1 375,00
POSTE DE 10,60 M (35'), MADERA	unidad	Q1 899,00
POSTE DE 12,19 M (40'), MADERA	unidad	Q2 400,00
PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 10'	unidad	Q37,02
PROTECTOR DE MADERA PARA BAJADA DE TIERRA DE 1/2" X 8'	unidad	Q29,62
SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	unidad	Q13,84
REMATE PREFORMADO No. 2	unidad	Q13,17
REMATE PREFORMADO No. 6	unidad	Q4,83
REMATE PREFORMADO PARA CABLE DE ACERO 3/8"	unidad	Q31,56
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 10 kVA	unidad	Q9 450,28
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 15 kVA	unidad	Q10 038,40
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 25 kVA	unidad	Q14 330,00
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 37.5 kVA	unidad	Q19 695,00
TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 50 kVA	unidad	Q25 059,00
TUERCA CON OJO PARA PERNO 5/8"	unidad	Q28,98
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 5/8" X 7"	unidad	Q103,49
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLA 5/8" X 7"	unidad	Q93,23
VARILLA DE COBRE PARA TIERRA DE 5/8" X 8'	unidad	Q39,81
COND. TRENZADO TRIPLEX 600 V No.6 AAC / No.6 AAC	m	Q6,91
GUARDACABO PARA CABLE DE 3/8"	unidad	Q4,16
ARANDELA DE PRESIÓN 5/8"	unidad	Q3,50
PERNO DE MÁQUINA C/T 5/8" X 14"	unidad	Q20,65
RETENCIÓN PREF. "Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	unidad	Q13,80
RETENCIÓN PREF. "Z" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	unidad	Q20,70
RETENCIÓN PREF. "OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	unidad	Q16,93
RETENCIÓN PREF. "OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	unidad	Q21,10
RETENCIÓN PREF. "OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	unidad	Q17,59
ALARGADERA 10" PARA CADENA AISLADORES	unidad	Q24,20
REMATE PREFORMADO No. 1/0	unidad	Q19,64
GRAPA SUSPENSIÓN AL. COND. AWG 1/0 (RAVEN)	unidad	Q76,77
GRAPA SUSPENSIÓN AL. COND. AWG 4/0 - MCM 266	unidad	Q76,77
PERNO CORTO AC.GALVANIZ 3/4"-3/4"X3"	unidad	Q15,71
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	unidad	Q59,99
PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 14"	unidad	Q34,26
RETENCIÓN PREF. "OMEGA DOB" AIS.57/1-3 ACSR.4/0	unidad	Q26,26
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 4/0-AGW 4/0	unidad	Q65,50
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN POSTE	unidad	Q21,77
SOPORTE BASE SECCIONADOR FUSIBLE EN CRUCETA MADERA	unidad	Q103,93
CONECTOR COMPRESIÓN No. 2 - No. 2 CU	unidad	Q11,51
GRAPA CONEXIÓN CABLE TIERRA SIN TORNILLOS	unidad	Q5,22
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW1/0 - No. 2 CU	unidad	Q16,67
GANCHO ABIERTO 5/8"X 10"	unidad	Q23,29
GANCHO ABIERTO 5/8"X 14"	unidad	Q27,57

Continuación de la tabla XVII-A.

PINZA DE ANCLAJE ACOMETIDA	unidad	Q8,27
GRAPA DE SUSPENSIÓN GS-1200	unidad	Q27,50
CONECTOR DE PERFORACIÓN No.2 - No.6 / No.2 - No.8	unidad	Q23,86
BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 50 mm	unidad	Q1,50
PERNO CON OJO C.T. 5/8 X 10"	unidad	Q46,67
PINZA DE ANCLAJE No. 2 - 1000	unidad	Q30,34
CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	unidad	Q104,95
PERNO DE AC.GALVANIZADO C/T. 5/8" X 1-3/4"	unidad	Q33,70
SOPORTE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO POSTE	unidad	Q425,79
CABLE TRIPLEX NEUTRO FORRADO No. 2	unidad	Q15,78
PERNO LARGO AC.GALVANIZ 3/4"-3/4"X7"	unidad	Q22,22
PERNO DE MÁQUINA C/T. 5/8" X 16"	unidad	Q21,75
TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	unidad	Q2,00
GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	unidad	Q55,61
GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 KG	unidad	Q79,20
COSTO POR KILÓMETRO DE TRANSPORTE MATERIALES	km	Q10,00
COSTO POR KILÓMETRO DE TRANSPORTE PERSONAL	km	Q4,00

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Nomenclatura eléctrica

En este punto se presenta un ejemplo de la nomenclatura eléctrica utilizada en planos y diagramas eléctricos en el país. Esta nomenclatura es la utilizada en el modelo de cálculo de costos de líneas y redes de distribución (MCLRD). Las variantes pueden ser el material del poste a utilizar o el voltaje de la línea de media tensión.

<b>SIMBOLOGÍA</b>	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	POSTE DE 10.60 m (35') <i>existente</i>
◐	POSTE DE 9.00 m (30') <i>existente</i>
⊕	POSTE DE MADERA TRATADA CL. 5 ASA. DE 25' NORMA CARIBE PROYECTADO
⊖	POSTE DE MADERA TRATADA CL. 5 ASA. DE 35' NORMA CARIBE PROYECTADO
○	POSTE DE MADERA TRATADA CL. 5 ASA. DE 30' NORMA CARIBE PROYECTADO
— · — · —	L.M.T. 13.2 KV. No. 1/O Y 1/O NEUTRO PROYECTADO
— — — — —	L.B.T. 120/240 V. TRIPLEX 1/O FORRADO LAS 3F. PROYECTADO
— · — · —	L.M.T. 13.2 KV. MONOFASICA EXISTENTE
— — — — —	L.B.T. 120/240 V. 3 No. 2 EXISTENTE
) ○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE
) + ○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE EN BANDERA
) = ○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE
) # ○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE EN BANDERA
) ○ ○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA SIMPLE
) ○ = ○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA DOBLE
	CORTE DE SECUNDARIO ENTRE POSTES
— — —	CORTACIRCUITOS AMPERAJE INDICADO
+   —	FARARRAYOS MAS PUESTA A TIERRA
▲	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA <i>existente</i>
△	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA PROYECTADO
■	USUARIO NO INTERESADO
□	USUARIO INTERESADO
⏚	BAJADA A TIERRA FÍSICA

Fuente: elaboración propia.

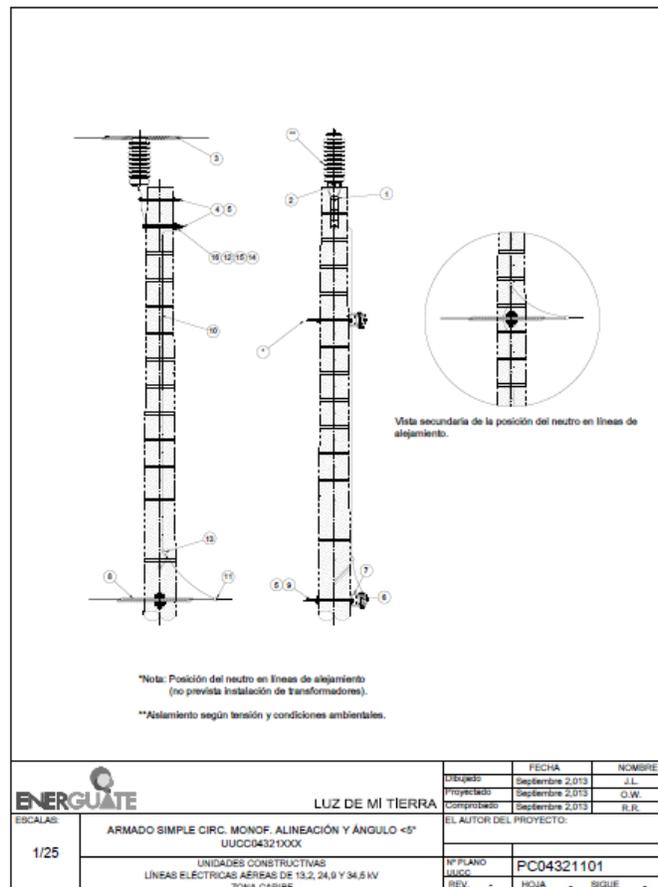


# ANEXOS

## Anexo 1. Tipos de estructuras

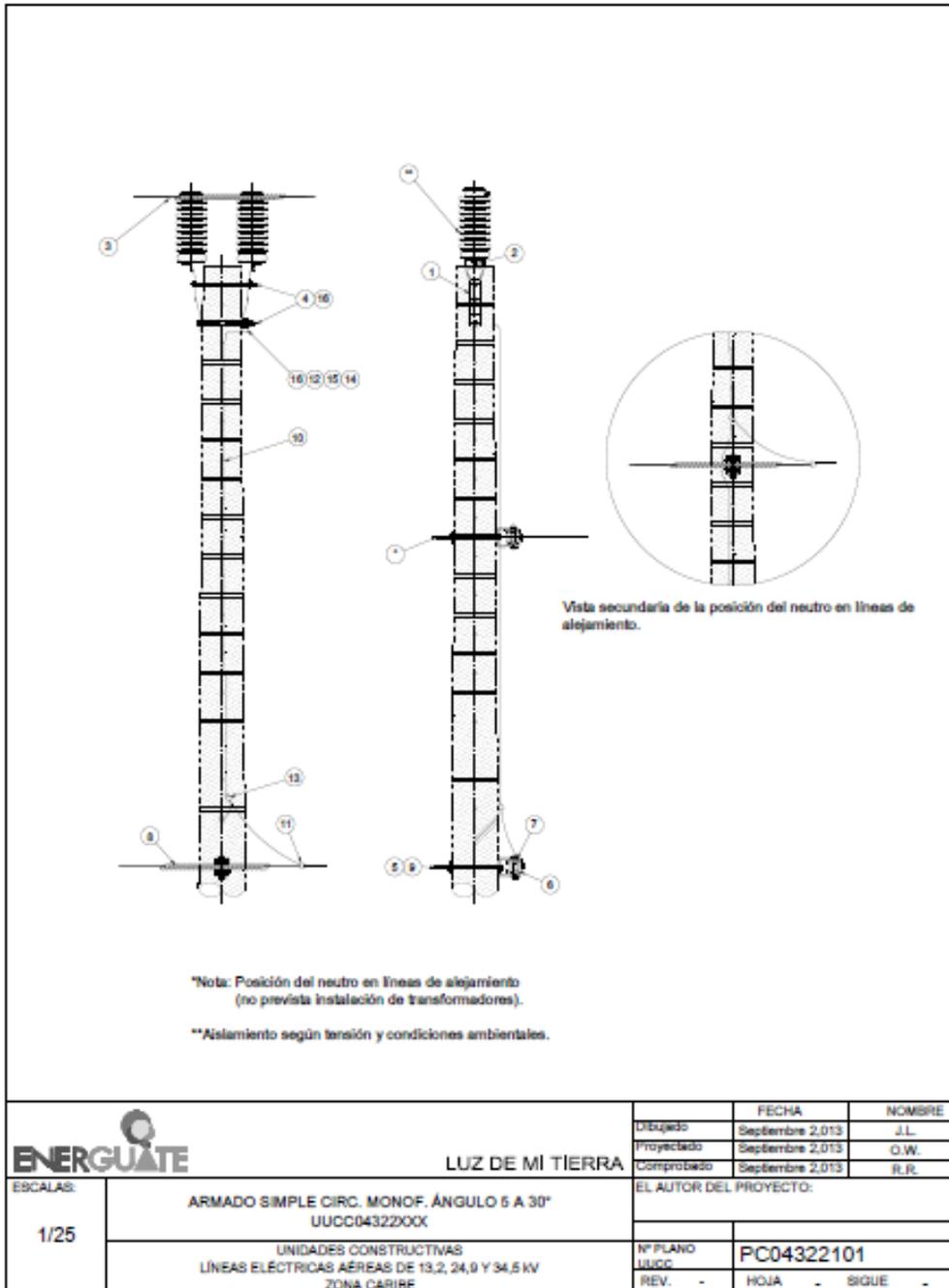
Se presentan los diagramas de las estructuras para líneas de media y baja tensión según las normas de construcción de las empresas Deorsa y Deocsa, utilizadas para el desarrollo del MCLRDR.

Figura 1. Estructura monofásica tipo I



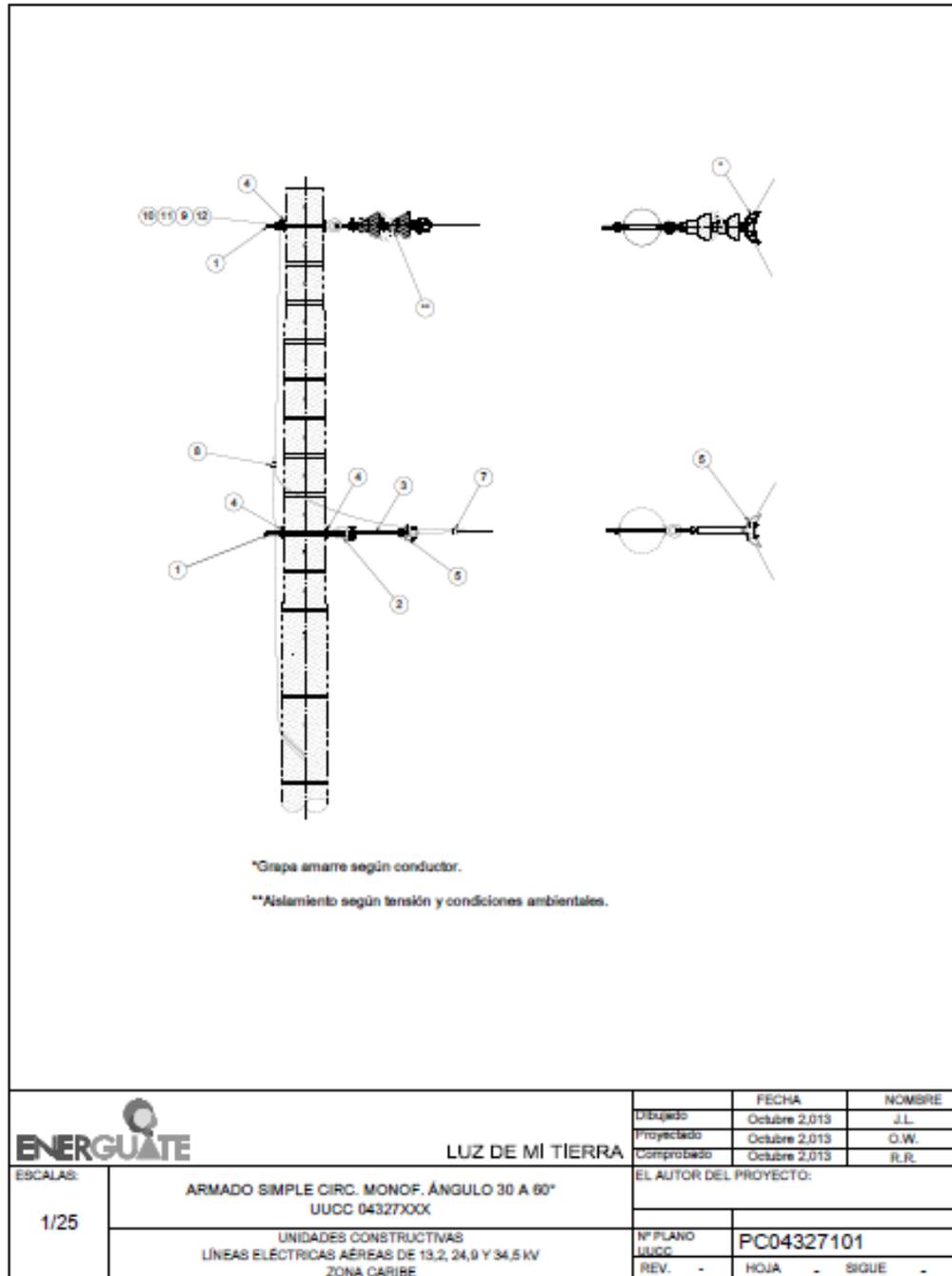
Fuente: Energuate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 3.

Figura 2. Estructura monofásica tipo II



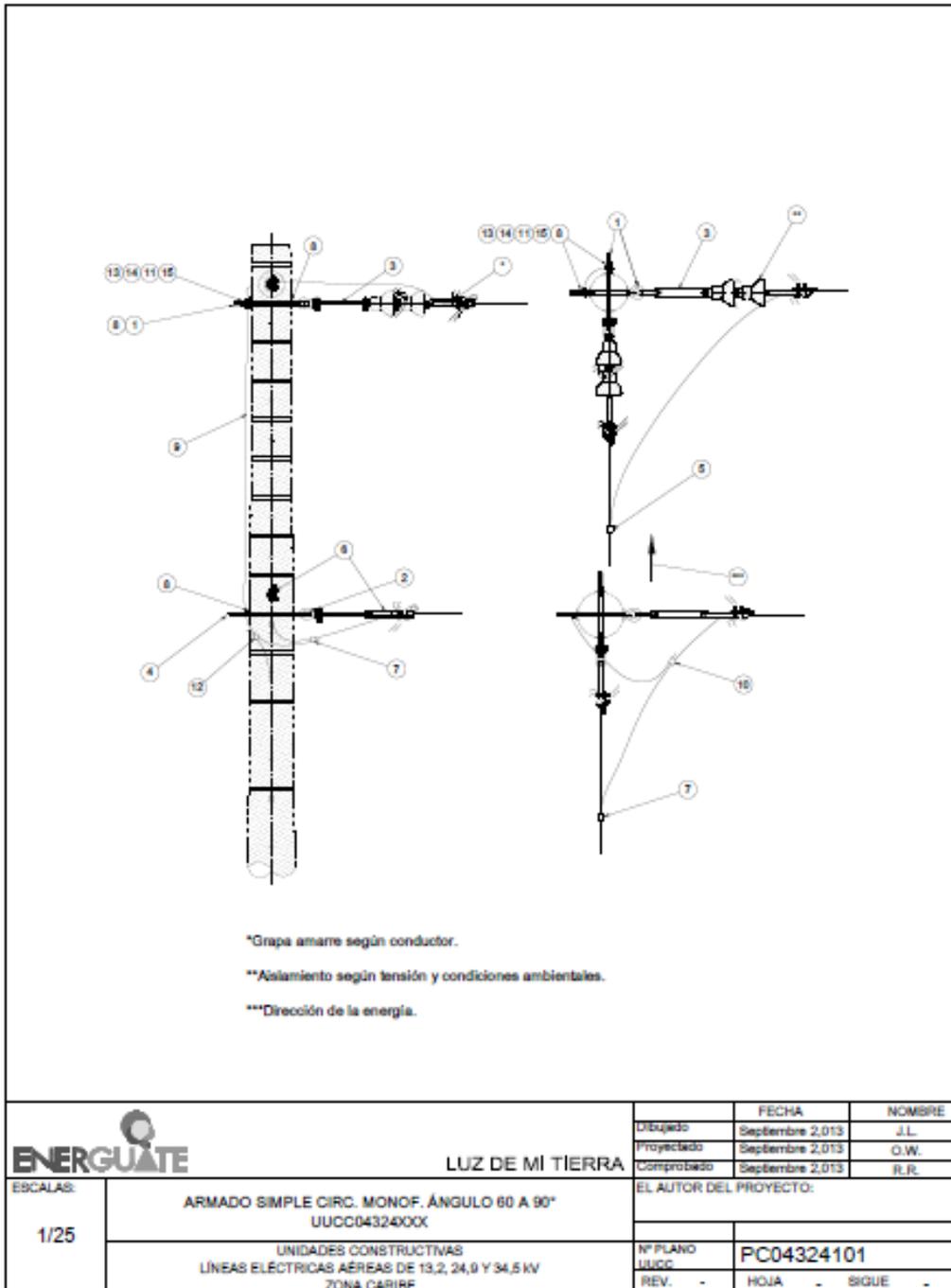
Fuente: Energuate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 4.

Figura 3. Estructura monofásica tipo III



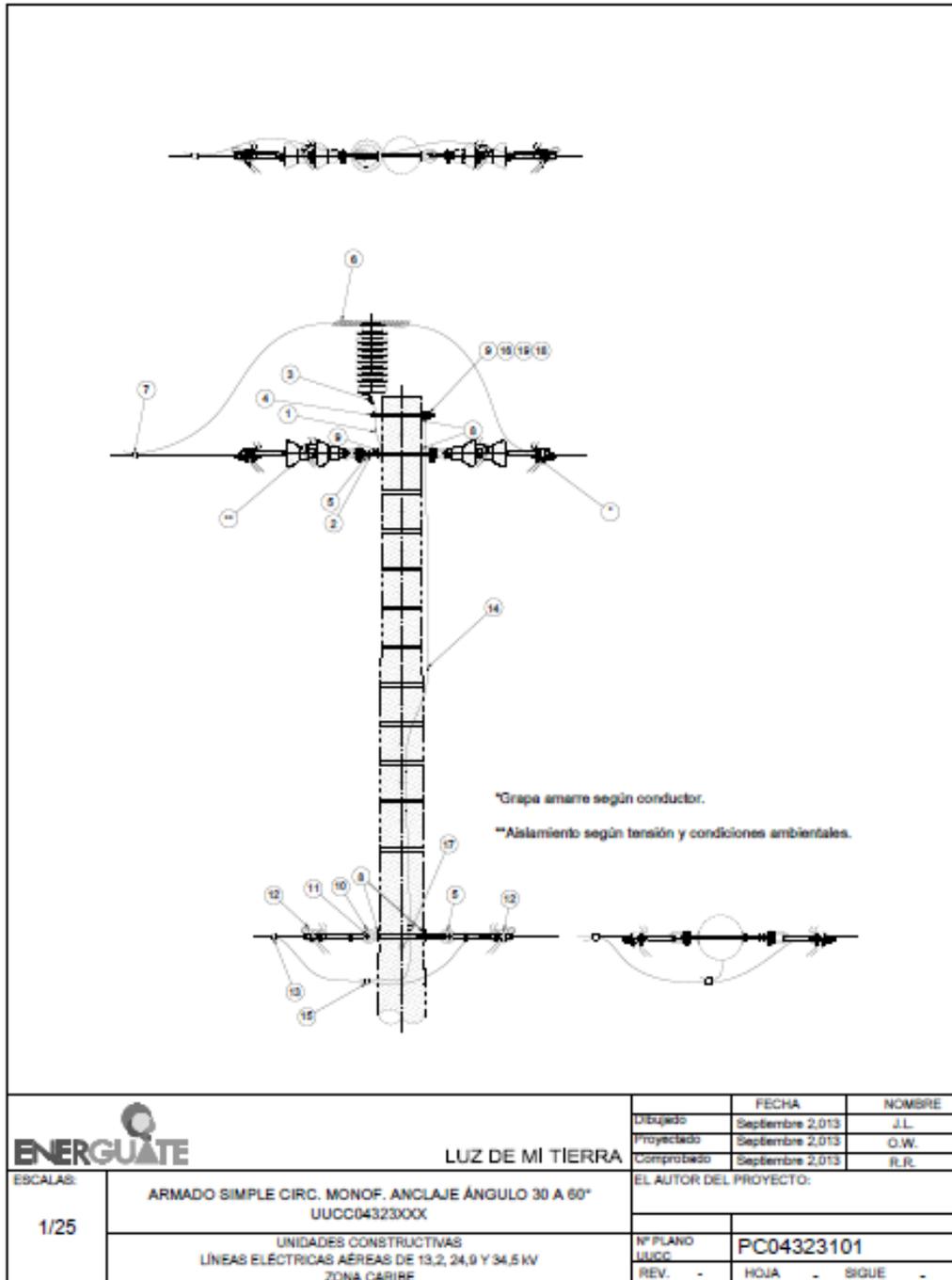
Fuente: Energuate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 5.

Figura 4. Estructura monofásica tipo IV



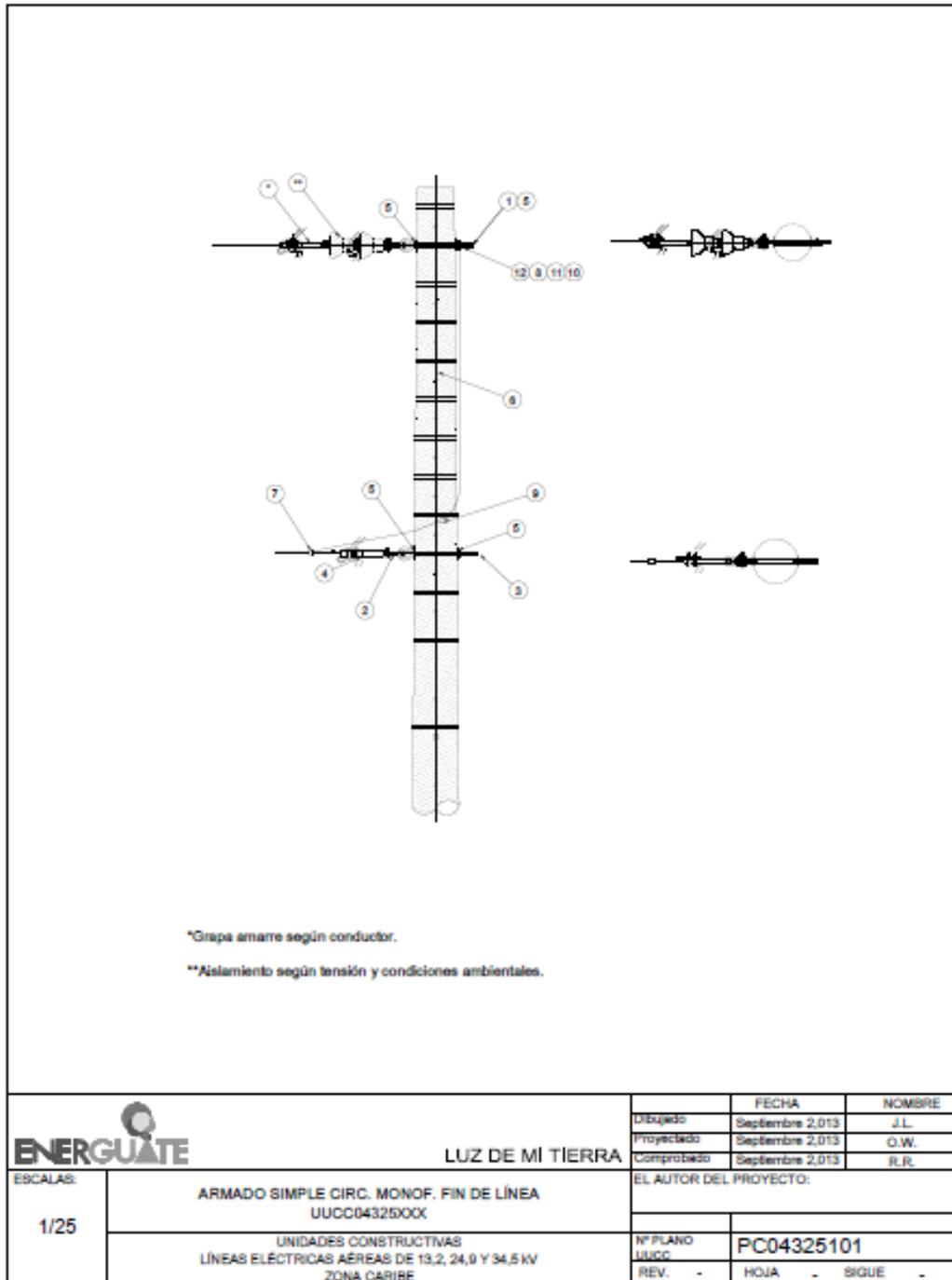
Fuente: Energuate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 6.

Figura 5. Estructura monofásica tipo V



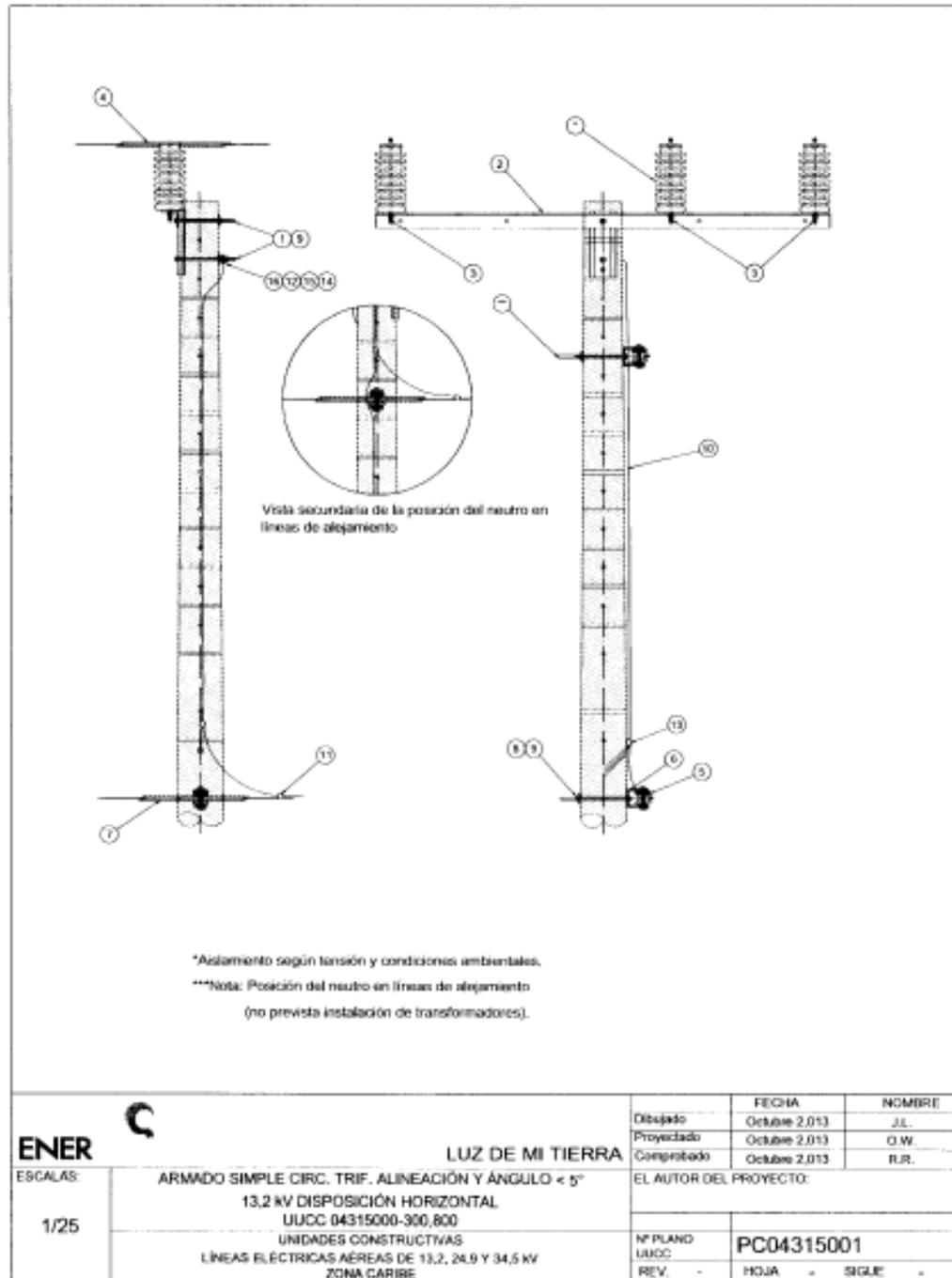
Fuente: Energuate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 7.

Figura 6. Estructura monofásica tipo VI



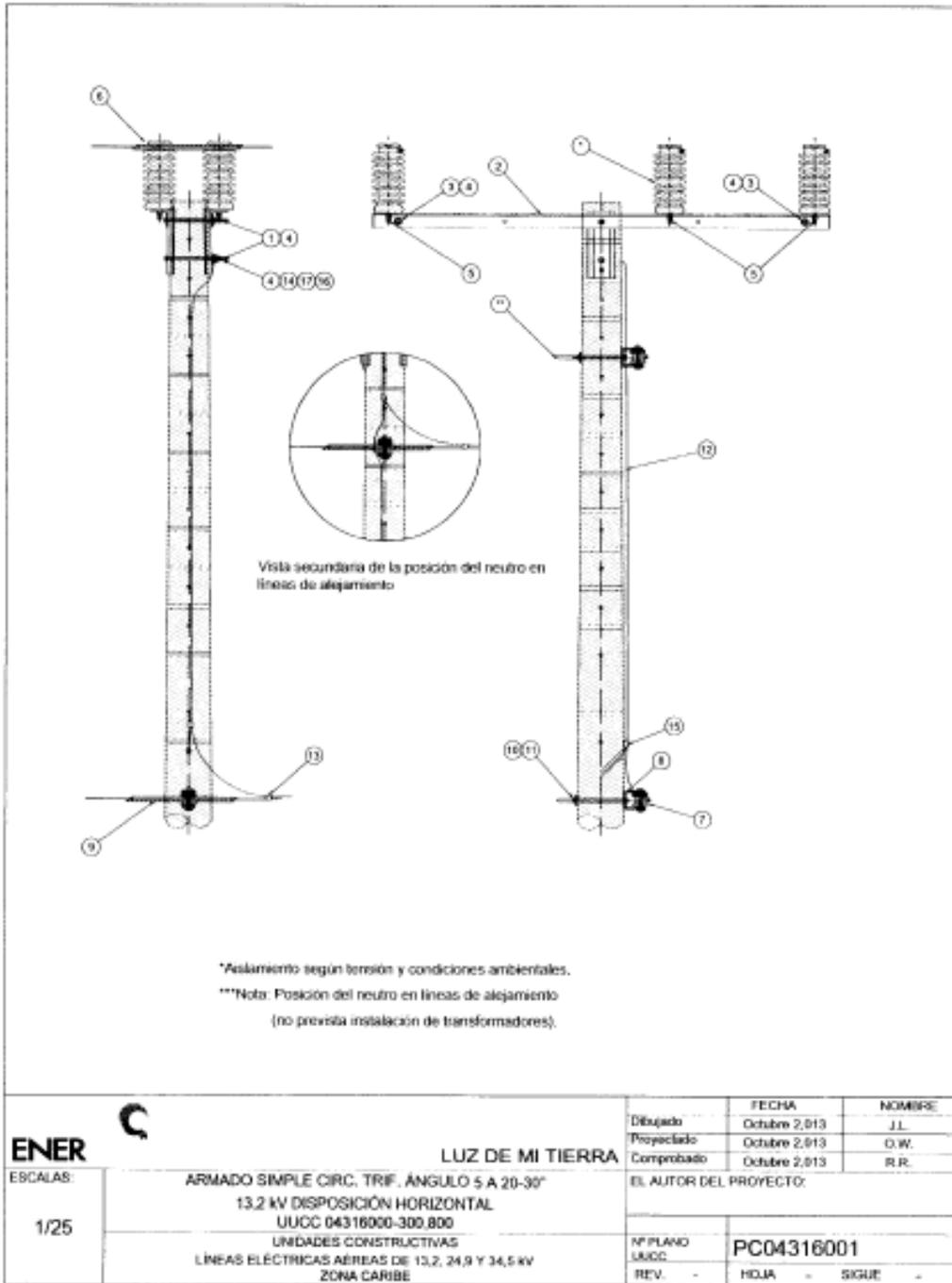
Fuente: Energuate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 8.

Figura 7. Estructura trifásica tipo I



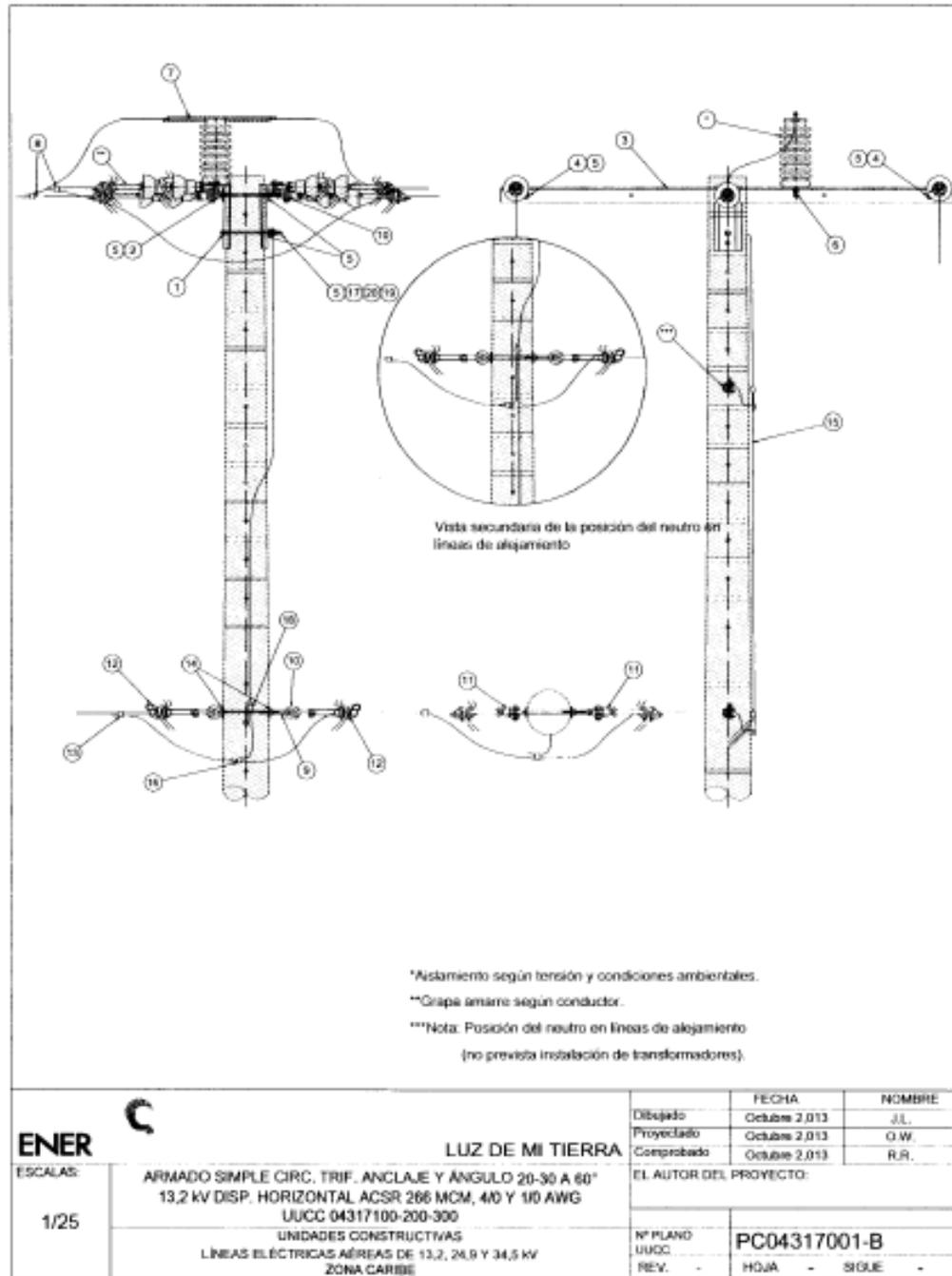
Fuente: Energate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 11.

Figura 8. Estructura trifásica tipo II



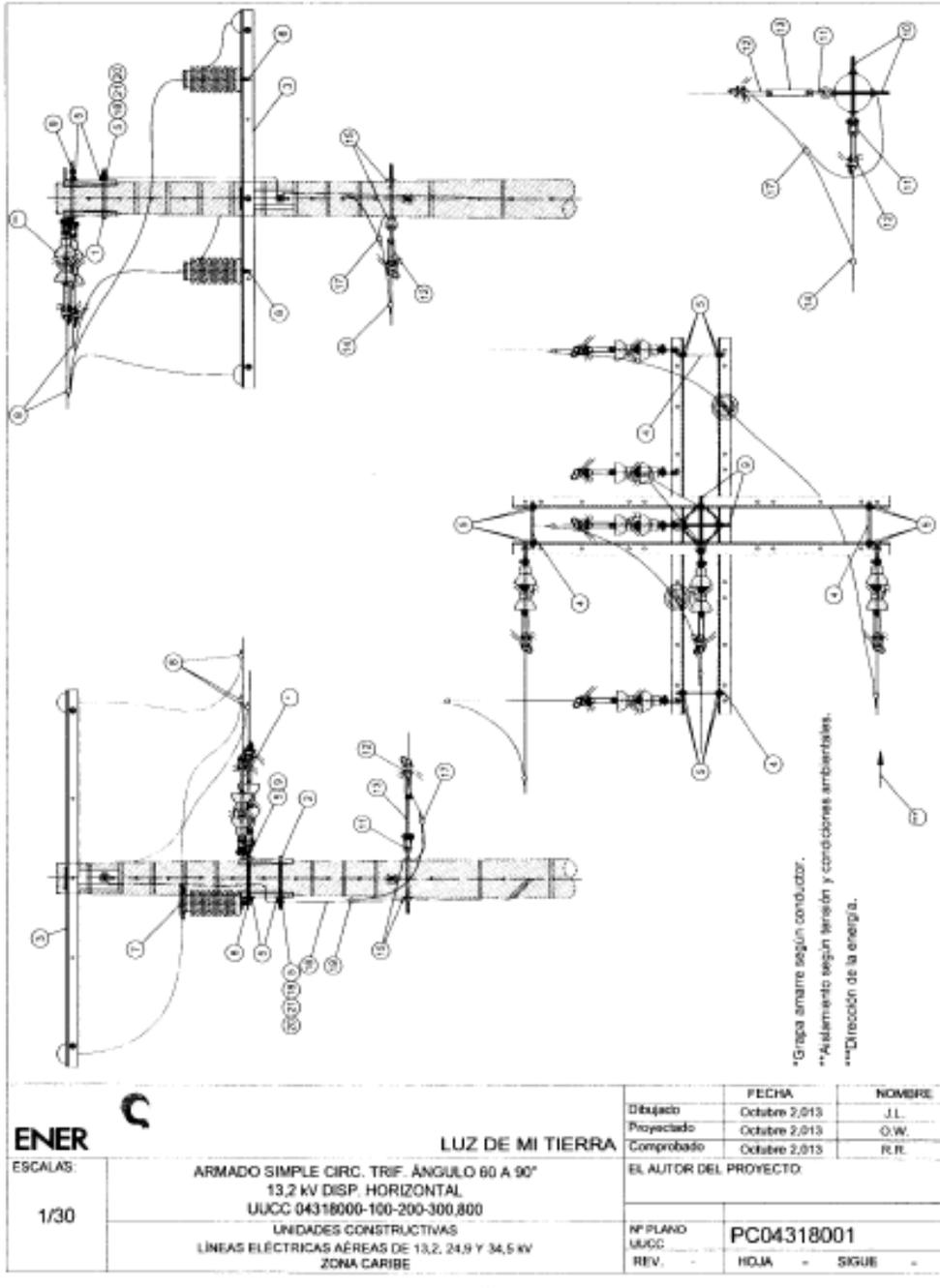
Fuente: Energate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 12.

Figura 9. Estructura trifásica tipos III y IV



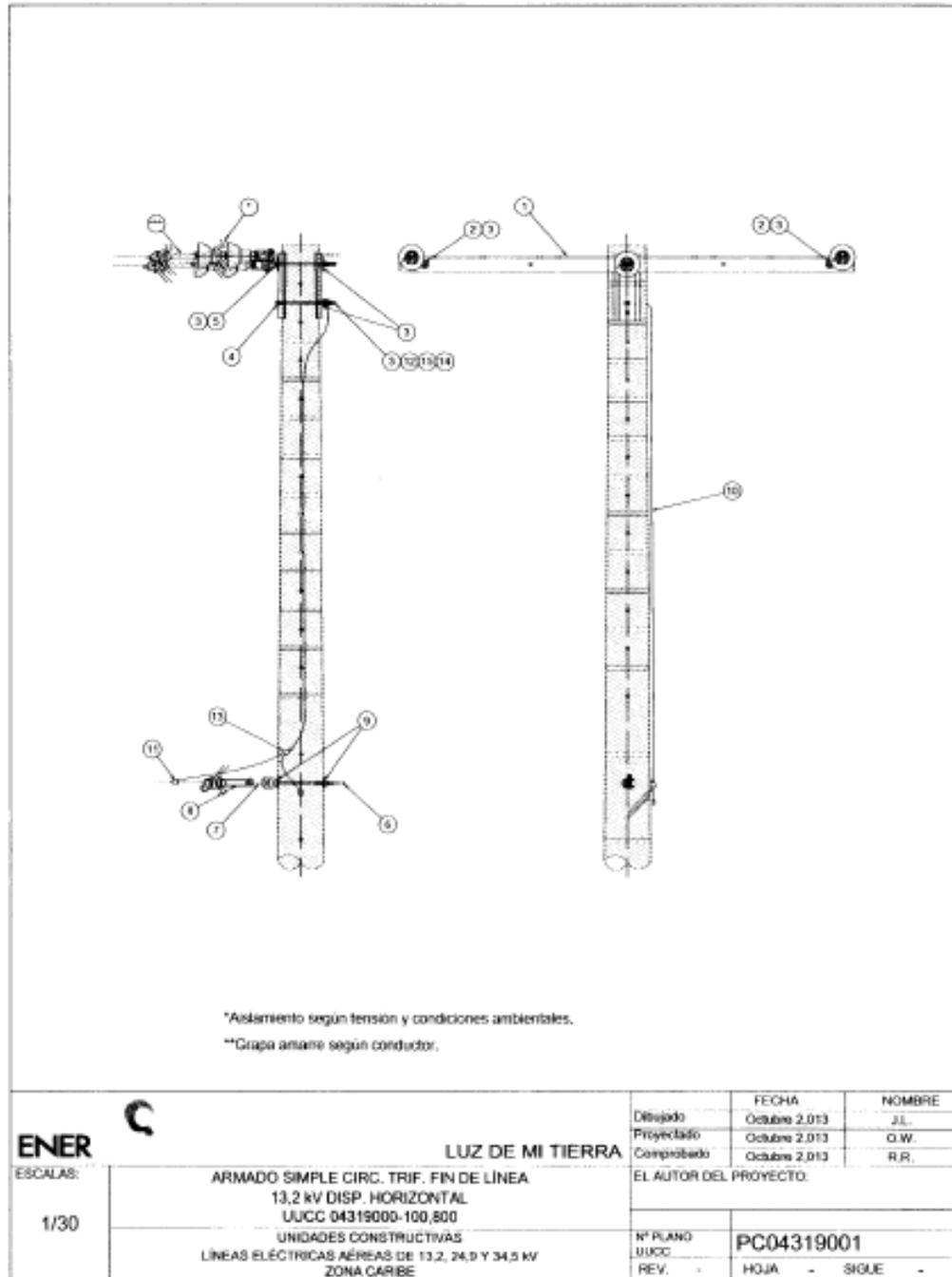
Fuente: Energate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 13.

Figura 10. Estructura trifásica tipo V



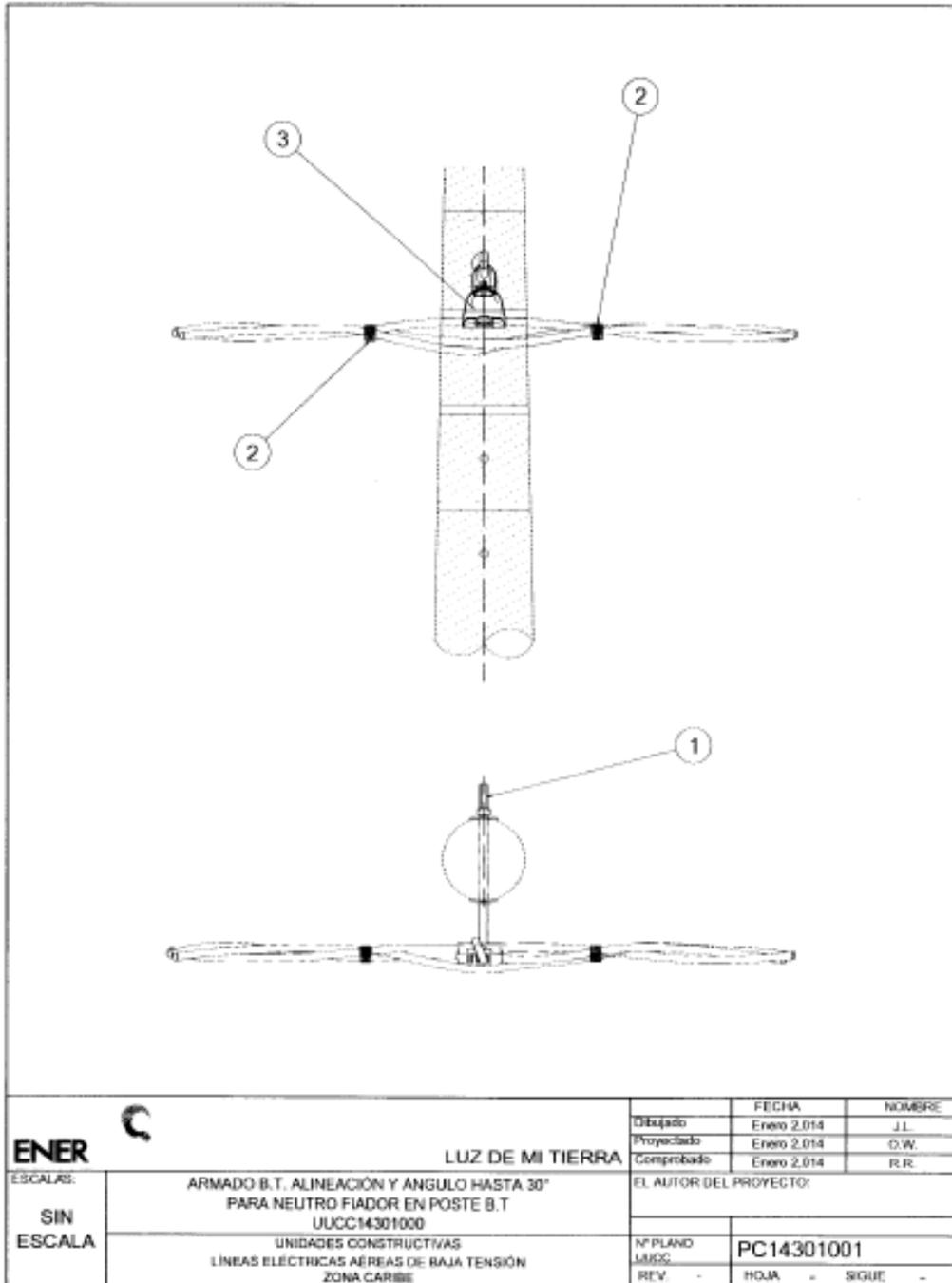
Fuente: Energate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 14.

Figura 11. Estructura trifásica tipo VI



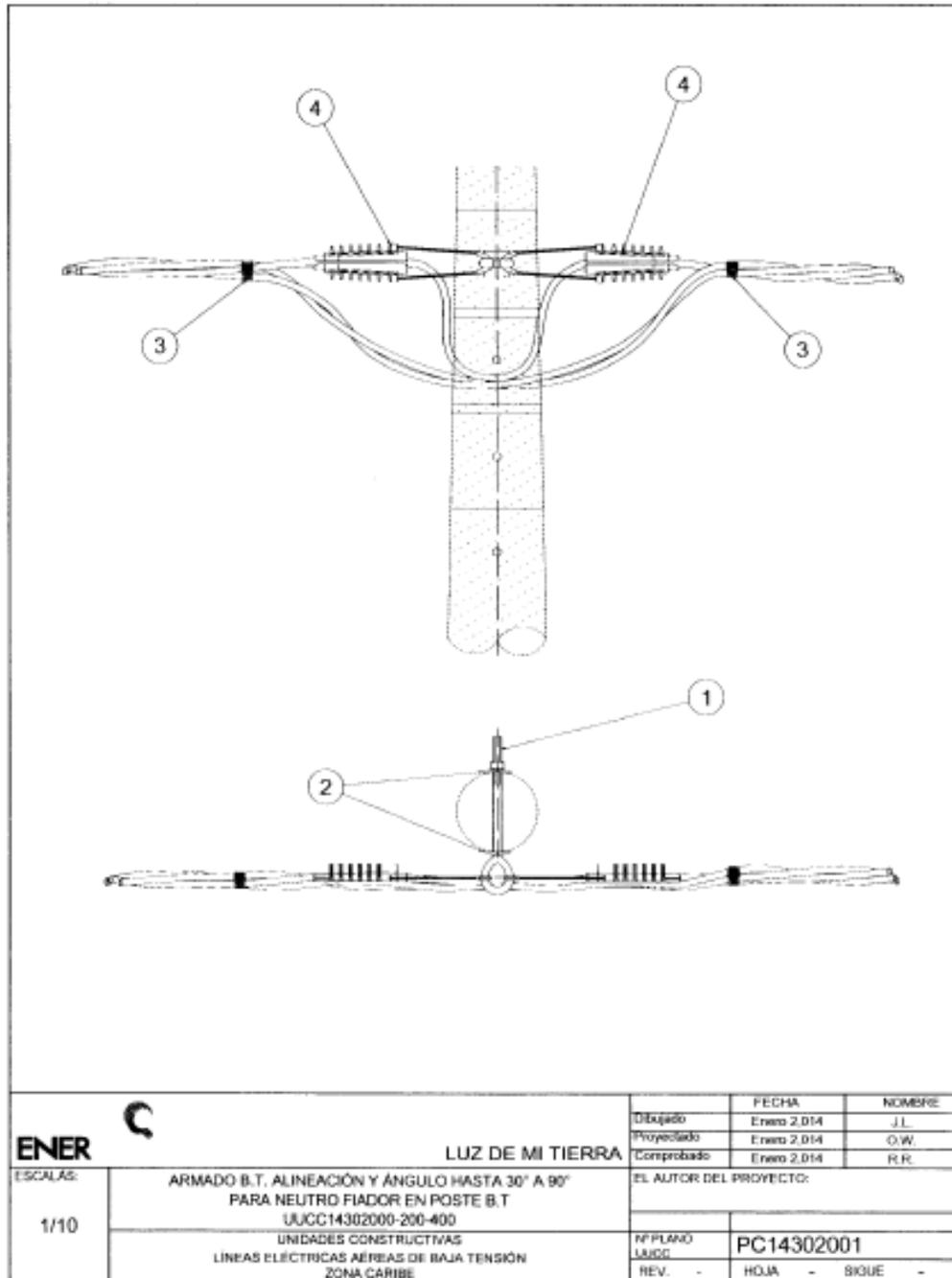
Fuente: Energate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 15.

Figura 12. Baja tensión, alineación y ángulo hasta 30°



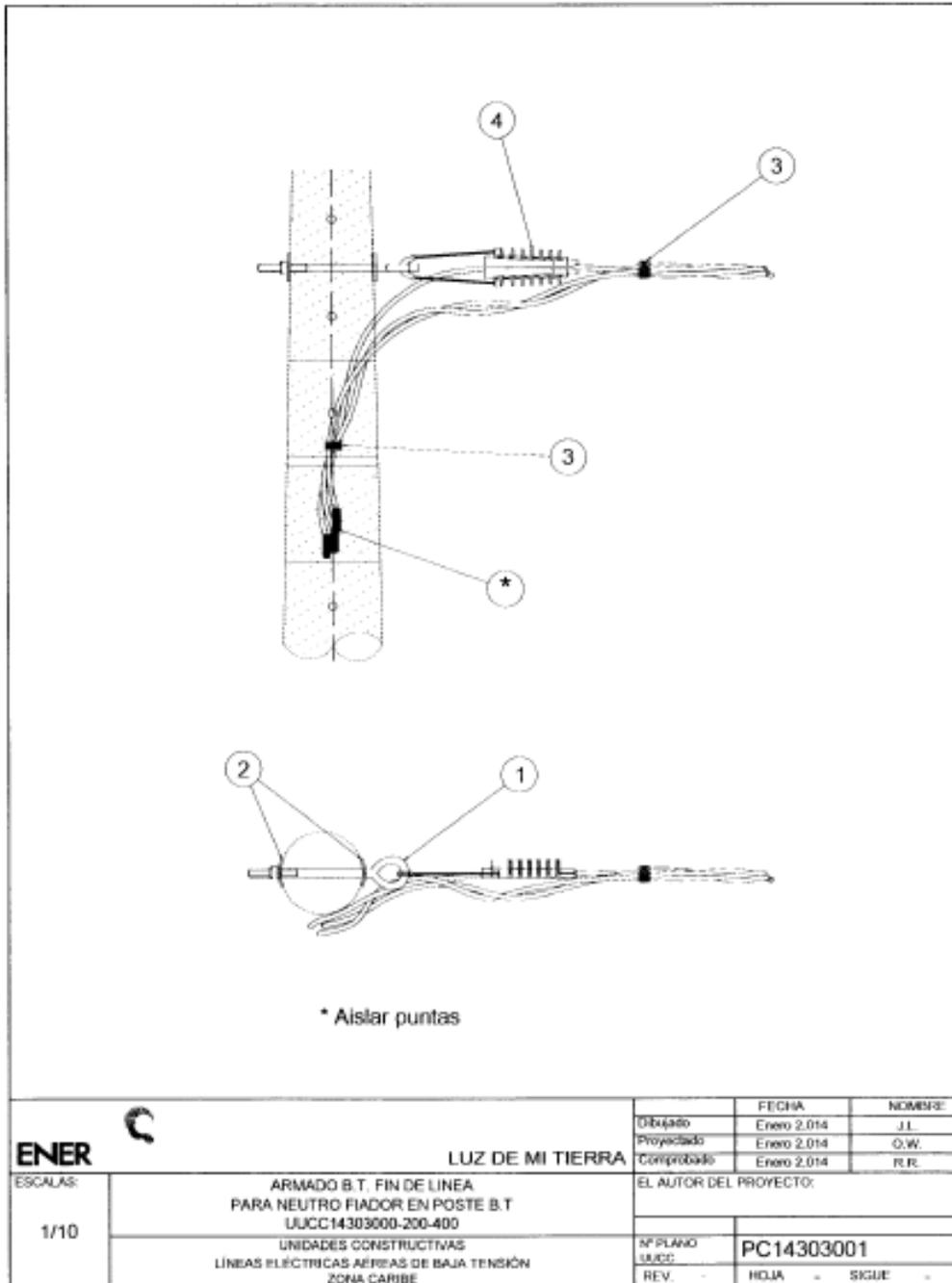
Fuente: Energate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 18.

Figura 13. Baja tensión, alineación y ángulo de 30° hasta 90°



Fuente: Energuate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 19.

Figura 14. Baja tensión, fin de línea



Fuente: Energate, *Catálogo de unidades constructivas*. p. 20.