

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **MONTAJE DE UN ALIMENTADOR PRIMARIO TRIFÁSICO DE 22.8KV DE LA SUBESTACIÓN CONOCOTO EN EL VALLE DE LOS CHILLOS**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**

**MORALES GUALOTUÑA BYRON PATRICIO**

**bpmoralesg@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. GERMÁN CASTRO MACANCELA MSc.**

**german.castro@epn.edu.ec**

**CODIRECTOR: ING. ALBERTO ANDINO RACINES**

**aandino@eeq.com.ec**

**Quito, Octubre 2011**

## **DECLARACIÓN**

Yo, **Byron Patricio Morales Gualotuña**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

**Byron Patricio Morales Gualotuña**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Byron Patricio Morales Gualotuña**, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Germán Castro Macancela Msc.**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer a mi Dios por bendecirme y permitirme alcanzar una de mis metas, a mis padres y mi hermano por haberme brindado todo su apoyo para superarme personalmente y profesionalmente.

Quiero agradecer profundamente a la Empresa Eléctrica Quito, Ing. Alberto Andino Jefe de sección zona Sur-Este y a los compañeros y amigos de mantenimiento y operación de la zona Sur-Este por haberme brindado sus conocimientos y experiencias para realizar el presente proyecto.

A mis profesores por su valiosa enseñanza y a realizarme profesionalmente.

Un agradecimiento especial al Ing. Germán Castro por brindarme su valiosa colaboración en el presente proyecto.

A mis amigos/as con los que hemos compartido muchos momentos en esta etapa de aprendizaje y conocimiento.

**El Autor**



## **DEDICATORIA**

Mi proyecto dedico con todo mi cariño a mis padres a mi familia  
y amigos de verdad  
que con sus valiosos consejos me motivaron a  
seguir adelante, nunca permitieron que me rinda y  
siempre han estado conmigo  
solo me queda decirles gracias y no los voy a defraudar.

Les agradezco de todo corazón.

**Byron**

**ÍNDICE**  
**CAPÍTULO I**  
**REDES ELÉCTRICAS**

1.1	Sistemas de distribución.....	1
1.1.1	Subestaciones de distribución.....	2
1.1.2	Circuito primario.....	2
1.1.3	Circuito secundario .....	2
1.1.4	Centro de transformación.....	2
1.1.5	Acometida.....	3
1.2	Clasificación de los sistemas de distribución.....	3
1.2.1	Sistema de distribución según el esquema de conexión.....	3
1.2.1.1	Alimentador primario radial simple.....	3
1.2.1.2	Alimentador primario radial de lazo o radial con recurso.....	4
1.2.2	Sistema de distribución según el número de fases.....	6
1.2.2.1	Sistema de distribución trifásico tres hilos.....	6
1.2.2.2	Sistema de distribución trifásico cuatro hilos.....	6
1.2.2.3	Sistema de distribución monofásico.....	8
1.2.3	Sistema de distribución según el tipo de construcción.....	8
1.2.3.1	Sistema de distribución aéreo.....	8
1.2.3.2	Sistema de distribución subterráneo.....	9
1.2.3.3	Sistema de distribución mixta.....	9
1.2.4	Sistema de distribución según el voltaje.....	9
1.3	Normas del sistema de distribución.....	10

1.3.1	Distancias verticales.....	11
1.3.2	Separaciones mínimas entre conductores y edificios .....	11
1.4	Composición de las disposiciones tipo.....	13
1.5	Estructuras tipo.....	15
1.5.1	Estructuras tipo centradas para circuitos primarios.....	15
1.5.2	Estructuras tipo en volado para circuitos primarios.....	18
1.5.3	Estructuras tipo con derivaciones.....	20
1.6	Montajes tipo.....	21
1.7	Estructuras tipo para circuitos secundario.....	21
1.8	Identificación de fases y circuitos.....	22
1.9	Regulación del conductor.....	23

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL MONTAJE DEL ALIMENTADOR PRIMARIO DE LA SUBESTACIÓN CONOCOTO**

2.1	Localización geográfica del nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto.....	25
2.2	Alimentadores primarios de la subestación Conocoto.....	25
2.3	Definición del tipo de instalación del nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto.....	27
2.4	Postes de hormigón.....	27
2.5	Conductores.....	28
2.5.1	Características de los cables.....	28

2.5.2	Tipos de conductores utilizados en redes aéreas.....	28
2.5.3	Selección del tipo de conductor.....	29
2.6	Tensores y anclajes.....	29
2.7	Pararrayos.....	33
2.8	Componentes de las estructuras tipo utilizadas en el montaje del alimentador primario.....	35
2.8.1	Estructura tipo RVA4.....	35
2.8.2	Montaje MVF2.....	39
2.8.3	Torre de transformación trifásica MVT4.....	41
2.8.4	Estructuras con derivaciones.....	42
2.8.5	Estructura tipo RVB1.....	43
2.8.6	Estructura tipo RVB2.....	46
2.8.7	Estructura tipo RVA1.....	47
2.8.8	Estructura tipo RVA2.....	48
2.8.9	Estructura tipo RVA3.....	50
2.8.10	Estructuras para el neutro.....	52

### **CAPÍTULO III**

#### **PROCESO DE MONTAJE DEL NUEVO ALIMENTADOR PRIMARIO TRIFÁSICO DE LA SUBESTACIÓN CONOCOTO**

3.1	Recorrido y señalización.....	56
3.2	Perforación.....	58
3.3	Plantación de postes.....	60

3.4	Colocación de postes con estructura en “A” .....	63
3.5	Montaje de estructuras tipo.....	64
3.5.1	Montaje de las estructuras tipo RVA2.....	66
3.5.2	Montaje de las estructuras tipo RVB2.....	69
3.5.3	Montaje de las estructuras tipo RVB1.....	71
3.5.4	Montaje de las estructuras tipo RVA1.....	73
3.5.5	Montaje de las estructuras tipo RVA3.....	75
3.5.6	Montaje de las estructuras tipo RVA4.....	78
3.5.7	Montaje de estructuras con derivaciones.....	79
3.6	Colocación de tensores.....	85
3.6.1	Tensor poste a poste.....	93
3.7	Tendido y regulación del conductor.....	94
3.8	Sujeción del conductor a los aisladores tipo espiga.....	109
3.9	Tendido y regulación del conductor neutro.....	111
3.10	Montaje de pararrayos.....	112

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1	Conclusiones.....	114
4.2	Recomendaciones.....	115
	<b>GLOSARIO DE TERMINOS.....</b>	<b>116</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>117</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>118</b>

<b>ANEXO 1</b> .....	<b>A</b>
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>B</b>
<b>ANEXO 3</b> .....	<b>C</b>
<b>ANEXO 4</b> .....	<b>D</b>
<b>ANEXO 5</b> .....	<b>E</b>
<b>ANEXO 6</b> .....	<b>F</b>
<b>ANEXO 7</b> .....	<b>G</b>
<b>ANEXO 8</b> .....	<b>H</b>
<b>ANEXO 9</b> .....	<b>I</b>
<b>ANEXO 10</b> .....	<b>J</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1.1	Diagrama esquematizado del sistema de eléctrico.....	1
Figura 1.2	Primario radial simple.....	4
Figura 1.3	Primario radial de lazo.....	5
Figura 1.4	Primario trifásico tres hilos.....	6
Figura 1.5	Primario trifásico cuatro hilos.....	7
Figura 1.6	Distancia entre postes y herrajes.....	11
Figura 1.7	Separación vertical entre conductores y edificios.....	11
Figura 1.8	Separación vertical entre balcones y conductores.....	12
Figura 1.9	Separación para estructuras en volado.....	12
Figura 1.10	Estructura tipo RVA1.....	15
Figura 1.11	Estructura tipo RVA2.....	15
Figura 1.12	Estructura tipo RVA3.....	16
Figura 1.13	Estructura tipo RVA4.....	16
Figura 1.14	Estructura tipo RVU1.....	16
Figura 1.15	Estructura tipo RVU2.....	17
Figura 1.16	Estructura tipo RVU3.....	17
Figura 1.17	Estructura tipo RVU4.....	17
Figura 1.18	Estructura tipo RVB1.....	18
Figura 1.19	Estructura tipo RVB2.....	18
Figura 1.20	Estructura tipo RVB3.....	19
Figura 1.21	Estructura tipo RVB4.....	19

Figura 1.22	Estructura tipo RVA1 – RVA4.....	20
Figura 1.23	Estructura tipo RVA4 – RVA4.....	20
Figura 1.24	Montaje tipo MVB3.....	21
Figura 1.25	Estructura tipo RB1-1, RB2-1.....	21
Figura 1.26	Estructura tipo RB3-1.....	22
Figura 1.27	Estructura tipo RB4-1.....	22
Figura 1.28	Identificación de fases.....	23
Figura 1.29	Vano y flecha.....	23

## CAPÍTULO II

Figura 2.1	Ubicación geográfica del nuevo alimentador primario.....	26
Figura 2.2	Tensores.....	30
Figura 2.3	Tensor de poste a poste.....	30
Figura 2.4	Postes con estructura en “A”.....	31
Figura 2.5	Cable de acero galvanizado.....	31
Figura 2.6	Aislador de retenida.....	32
Figura 2.7	Varilla de anclaje.....	32
Figura 2.8	Bloque de anclaje cónico.....	32
Figura 2.9	Juego de pararrayos.....	33
Figura 2.10	Pararrayos.....	33
Figura 2.11	Conductor de cobre.....	34
Figura 2.12	Varillas copperweld.....	34
Figura 2.13	Conector de bronce.....	34



Figura 2.14	Poste de arranque.....	35
Figura 2.15	Crucetas centradas de perfil “L”.....	36
Figura 2.16	Pie amigo de platina.....	36
Figura 2.17	Pie amigo de perfil tipo “L” y pernos máquina.....	36
Figura 2.18	Platina de unión.....	37
Figura 2.19	Abrazadera cuatro pernos.....	37
Figura 2.20	Pernos espárrago.....	37
Figura 2.21	Collarín simple.....	38
Figura 2.22	Aisladores tipo cadena.....	38
Figura 2.23	Grapas tipo pistola.....	39
Figura 2.24	Montaje tipo MVB2.....	39
Figura 2.25	Perno “U”.....	40
Figura 2.26	Abrazadera tres pernos.....	40
Figura 2.27	Seccionadores tipo barra.....	41
Figura 2.28	Conductor de cobre.....	41
Figura 2.29	Conector.....	41
Figura 2.30	Torre de transformación trifásica.....	42
Figura 2.31	Derivación RVA4 – RVA4.....	42
Figura 2.32	Derivación RVA4 – RVB1.....	43
Figura 2.33	Estructura tipo RVB1.....	43
Figura 2.34	Cruceta en volado.....	44
Figura 2.35	Pie amigo y Perno máquina.....	44
Figura 2.36	Pernos espiga.....	45

Figura 2.37	Aislador tipo espiga.....	45
Figura 2.38	Hilos para ataduras.....	45
Figura 2.39	Estructura tipo RVB2.....	46
Figura 2.40	Estructura tipo RVA1.....	47
Figura 2.41	Tacho simple.....	48
Figura 2.42	Estructura tipo RVA2.....	48
Figura 2.43	Tacho doble.....	49
Figura 2.44	Estructura tipo RVA3.....	50
Figura 2.45	Collarín doble.....	51
Figura 2.46	Conector de ranuras paralelas.....	51
Figura 2.47	Estructura tipo RB1-1.....	52
Figura 2.48	Bastidor de una vía.....	52
Figura 2.49	Abrazadera de dos pernos.....	53
Figura 2.50	Aislador tipo rollo.....	53
Figura 2.51	Hilo para ataduras.....	53
Figura 2.52	Estructura tipo RB3-1.....	54
Figura 2.53	Collarín doble.....	54
Figura 2.54	Grapas tipo pistola.....	54
Figura 2.55	Conector.....	55
Figura 2.56	Estructura tipo RB4-1.....	55
Figura 2.57	Collarín simple.....	55

### CAPÍTULO III

Figura 3.1	Sector del nuevo alimentador primario.....	56
Figura 3.2	Recorrido del nuevo alimentador primario.....	57
Figura 3.3	Camión grúa con equipo barreno.....	58
Figura 3.4	Dimensiones de la perforación.....	59
Figura 3.5	Inicio de la perforación.....	59
Figura 3.6	Extracción de la tierra.....	60
Figura 3.7	Camión grúa.....	61
Figura 3.8	Estrobo.....	61
Figura 3.9	Sujeción del poste al brazo grúa.....	61
Figura 3.10	Aplomo de los poste.....	62
Figura 3.11	Relleno y apisonamiento de la tierra.....	62
Figura 3.12	Poste con estructura en “A”.....	63
Figura 3.13	Camión Canasta.....	65
Figura 3.14	Estructura RVA2.....	66
Figura 3.15	Preensamblado cruceta doble centrada.....	66
Figura 3.16	Fijación doble cruceta centrada con pernos espárrago.....	67
Figura 3.17	Pie amigo a cruceta.....	67
Figura 3.18	Pies amigos al poste.....	67
Figura 3.19	Nivel.....	68
Figura 3.20	Colocación de pernos espiga.....	68
Figura 3.21	Tacho doble en el poste.....	68
Figura 3.22	Porta neutro.....	69

Figura 3.23	Estructura RVB2.....	69
Figura 3.24	Preensamblado cruceta doble en volado.....	70
Figura 3.25	Pie amigo a cruceta.....	70
Figura 3.26	Pies amigos al poste.....	71
Figura 3.27	Colocación de pernos espiga.....	71
Figura 3.28	Estructura RVB1.....	72
Figura 3.29	Fijación de cruceta al poste.....	72
Figura 3.30	Pie amigo a cruceta.....	73
Figura 3.31	Pie amigo al poste.....	73
Figura 3.32	Estructura RVA1.....	74
Figura 3.33	Fijación de cruceta al poste.....	74
Figura 3.34	Pies amigos a poste.....	75
Figura 3.35	Tacho simple en el poste.....	75
Figura 3.36	Estructura RVA3.....	76
Figura 3.37	Preensamblado cruceta doble centrada.....	76
Figura 3.38	Collarín doble en poste.....	77
Figura 3.39	Tacho simple en poste.....	77
Figura 3.40	Aisladores de suspensión a la platina.....	78
Figura 3.41	Collarín doble y grapas tipo pistola en poste.....	78
Figura 3.42	Estructura RVA4.....	79
Figura 3.43	Collarín simple con grapas tipo pistola.....	79
Figura 3.44	Estructura RVA4 – RVB1.....	80
Figura 3.45	Estructura RVA2 – RVA4.....	80

Figura 3.46	Montaje MVF2.....	82
Figura 3.47	Seccionador barra en la cruceta.....	83
Figura 3.48	Montaje MVF2 (modificación).....	84
Figura 3.49	Estructura RVA4 – RVA4.....	85
Figura 3.50	Muesca en el aislador de retenida.....	87
Figura 3.51	Entorche del cable tensor.....	87
Figura 3.52	Entorches en el aislador de retenida.....	87
Figura 3.53	Muesca en el cable tensor.....	88
Figura 3.54	Instalación del cable tensor.....	88
Figura 3.55	Entorche del cable tensor.....	89
Figura 3.56	Bloque y varilla de anclaje.....	89
Figura 3.57	Distancia del ojal de la varilla al piso.....	89
Figura 3.58	Uña de tensor y Tecele de cadena.....	90
Figura 3.59	Amarre de la cadena del tecele al ojal.....	90
Figura 3.60	Sujeción del tecele al cable tensor.....	90
Figura 3.61	Muesca en el cable tensor.....	91
Figura 3.62	Introducción de la llave de pico en el tensor.....	91
Figura 3.63	Introducción del tensor al ojal.....	92
Figura 3.64	Entorche del cable tensor.....	92
Figura 3.65	Poste tensor.....	93
Figura 3.66	Regulación en el poste secundario.....	94
Figura 3.67	Carretes de conductor de aluminio.....	94
Figura 3.68	Primer tramo.....	95

Figura 3.69	Desenrollado del conductor.....	96
Figura 3.70	Polea de rondana.....	96
Figura 3.71	Doble del conductor.....	97
Figura 3.72	Colocación del conductor en los aisladores.....	97
Figura 3.73	Uña de línea y Tecele.....	98
Figura 3.74	Anclaje del conductor con tecele.....	98
Figura 3.75	Regulación del conductor.....	99
Figura 3.76	Conductor anclado.....	100
Figura 3.77	Lazos.....	101
Figura 3.78	Lazo superior.....	101
Figura 3.79	Segundo Tramo.....	102
Figura 3.80	Tercer tramo.....	105
Figura 3.81	Cuarto tramo.....	106
Figura 3.82	Quinto tramo.....	108
Figura 3.83	Tecele y uña de línea.....	108
Figura 3.84	Ojal del alambre de amarre.....	110
Figura 3.85	Alambre de amarre en aislador.....	110
Figura 3.86	Amarre tangente.....	110
Figura 3.87	Amarre angular .....	111
Figura 3.88	Lazos del neutro.....	111
Figura 3.89	Sujeción del conductor al aislador tipo rollo.....	112
Figura 3.90	Pararrayos en la cruceta.....	113
Figura 3.91	Disposición T1.....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO I

Tabla 1.1	Composición de disposiciones tipo.....	13
-----------	--	----

### CAPÍTULO II

Tabla 2.1	Longitud, Esfuerzo Horizontal.....	27
-----------	------------------------------------	----

Tabla 2.2	Especificaciones técnicas de los cables.....	29
-----------	--	----

### CAPÍTULO III

Tabla 3.1	Estructuras tipo.....	64
-----------	-----------------------	----

Tabla 3.2	Tensores.....	86
-----------	---------------	----

# CAPÍTULO I

## REDES ELÉCTRICAS

### 1.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Un sistema de distribución es una parte del sistema eléctrico que está comprendida entre las barras de alta tensión de la subestación hasta los puntos de suministro de energía de los consumidores (medidor del cliente).

El sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de elementos como aisladores, conductores, posteria, estructuras de soporte y equipos que permiten energizar en forma segura y confiable y operar en condiciones normales y emergentes.

“Los sistemas de distribución tienen como función suministrar a los abonados la energía eléctrica producida por las plantas generadoras y transmitidas por el sistema de transmisión hasta las subestaciones de distribución”<sup>1</sup>, figura 1.1.

Un sistema de distribución típico está formado por las siguientes partes:

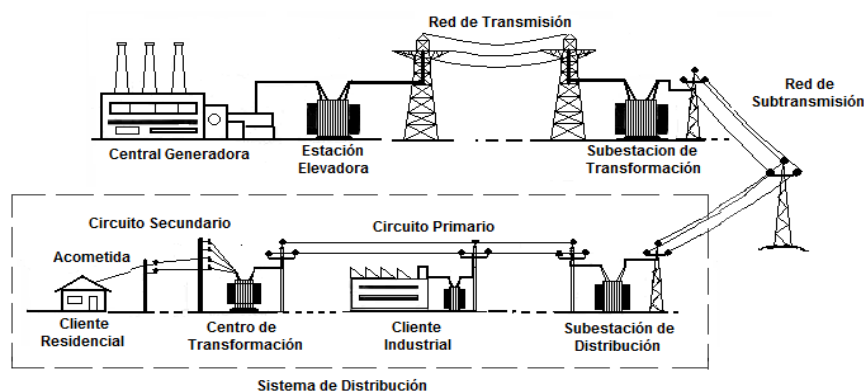


Figura 1.1 Diagrama esquematizado del sistema de eléctrico.

<sup>1</sup> Redes Eléctricas, Jacinto Viqueira Landa



### **1.1.1 SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN**

“La subestación es un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de la energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc.), conservándose dentro de determinados parámetros.”<sup>2</sup>

Las subestaciones son elementos del sistema eléctrico que nos permiten dos tareas principales: transformación, tiene la finalidad de reducir el voltaje para la utilización en la red primaria; y otra es de maniobrar o interconectar con otra partes del sistema.

En la subestación incluye la recepción de las líneas de transmisión y subtransmisión, el transformador de reducción a media tensión, la salida de las líneas primarias y los equipos asociados de protección, control y seccionamiento.

### **1.1.2 CIRCUITO PRIMARIO**

Es el encargado de conducir la energía desde la subestación a las distintas zonas a servirse. Está constituida por alimentadores que tomando diferentes posiciones llegan a los transformadores de distribución localizados un sus recorridos.

### **1.1.3 CIRCUITO SECUNDARIO**

Son las líneas encargadas de transportar la energía eléctrica suministrada normalmente en baja tensión, comprendida entre el centro de transformación y las acometidas de los abonados.

### **1.1.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

Un centro de transformación es una instalación eléctrica que recibe energía desde un circuito primario de distribución pasando por un transformador o autotransformador reductor de distribución y este a su vez entrega a un circuito secundario de distribución.

---

<sup>2</sup> Fundamentos de Instalaciones Eléctricas De Media y Alta Tensión, Gilberto Enríquez Harper

Existen transformadores monofásicos y trifásicos, las capacidades nominales de los transformadores que maneja la Empresa Eléctrica Quito para instalar en los postes van desde los 5 kVA hasta 50 kVA para transformadores monofásicos y de 30 kVA hasta 125 kVA para transformadores trifásicos, a partir 150 kVA los transformadores se colocan en cámaras de transformación.

### **1.1.5 ACOMETIDA**

Se denomina acometida, a la parte de la red de distribución que es entregada desde el circuito secundario a las cajas generales de protección de las instalaciones del abonado, el contador de energía (medidor) es parte de la acometida.

Las acometidas pueden ser: monofásicas (una fase y un neutro), bifásicas (dos fases y un neutro) y trifásicas (tres fases y un neutro). Si la acometida es para una industria o una gran zona comercial esta será normalmente en media tensión.

## **1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**

Los sistemas de distribución se clasifican en:

- Según el esquema de conexión.
- Número de fases.
- Tipo de construcción.
- Según el voltaje.

### **1.2.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL ESQUEMA DE CONEXIÓN**

#### **1.2.1.1 Alimentador primario radial simple**

El alimentador radial simple tiene un solo recorrido para la alimentación de la carga, son utilizados en la electrificación rural, en redes aéreas de baja densidad de carga o en zonas con imposibilidad de interconexión con otros alimentadores. Este sistema tiene el grave inconveniente de la continuidad de servicio ya que tiene un solo camino, cualquier falla existente se dejara sin servicio a muchos clientes, quedando

con servicio solamente los clientes que se encuentren entre la subestación de distribución y la parte afectada por la falla. En la figura 1.2 se puede observar este tipo de sistema.

Las ventajas que presenta este tipo de alimentador son:

- El sistema es más fácil de construir.
- El costo de construcción es bajo respecto al alimentador mallado.

La desventaja que presenta es:

- No tiene garantía en lo que a continuidad de servicio.
- La corriente al inicio del sistema es fuerte y disminuye conforme va alimentando a diferentes transformadores.

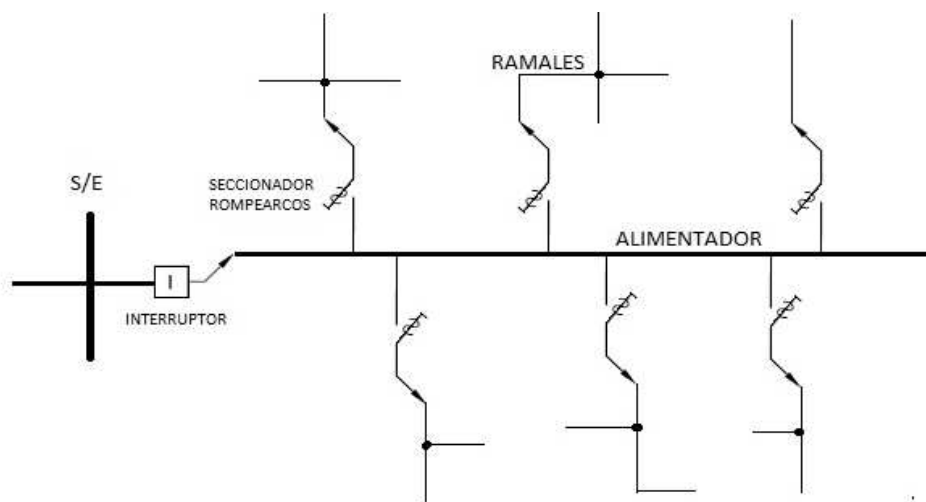


Figura 1.2 Primario radial simple

### 1.2.1.2 Alimentador primario radial de lazo o radial con recurso

El alimentador radial de lazo tiene la posibilidad de interconexión entre alimentadores cercanos de la misma subestación o de subestaciones diferentes (conexión de los alimentadores primarios en anillo) con el fin de pasar carga de un alimentador a otro en condiciones de emergencia, como se muestra en la figura 1.3.

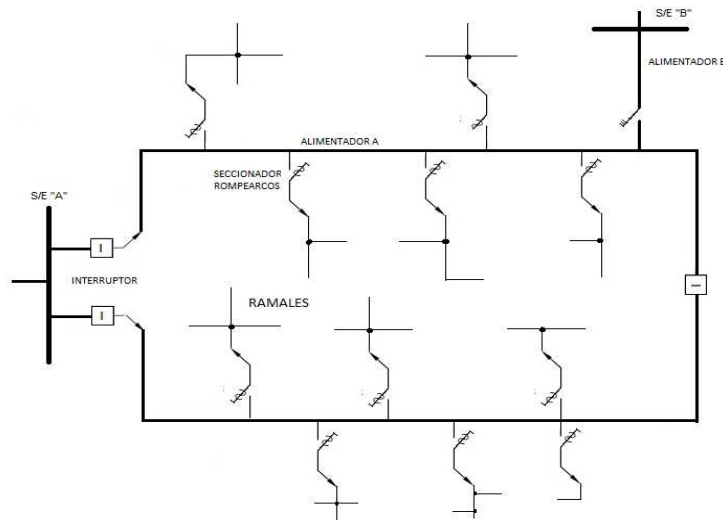


Figura 1.3 Primario radial de lazo

Para la interconexión se necesita de dos alimentadores, el primero sale de la subestación y recorre el área a servirse y el segundo regresa por el otro lado del primero enlazando la zona a servirse. En su diseño se considera un interruptor de unión o seccionadores barra para realizar la interconexión.

Este sistema es utilizado en las zonas urbanas, en áreas de mediana o alta densidad de carga. Para su diseño se requiere considerar reserva de capacidad en cada circuito para absorber la carga de otro circuito en caso de emergencia.

Las ventajas que presenta este tipo de alimentador son:

- Provee una mejor calidad de servicio.
- Regulación de voltaje es menor.
- Puede adaptarse al crecimiento de carga, necesita un mínimo de cambios para extenderse y alimentar nuevos transformadores.
- Se puede interconectar con otros primarios.

La desventaja que presenta es:

- El costo inicial es muy alto comparado con otros sistemas.

- Mayores gastos de demanda para su mantenimiento.

## 1.2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL NÚMERO DE FASES

### 1.2.2.1 Sistema de distribución trifásico tres hilos

Está constituido por tres hilos para las fases y sin neutro, con las tres fases puede alimentar transformadores trifásicos o con dos fases alimenta a transformadores monofásicos, como se muestra en la figura 1.4. La conexión de la fuente de alimentación para este tipo es delta. El sistema trifásico tres hilos requiere una menor inversión inicial en lo que a material del alimentador respecta.

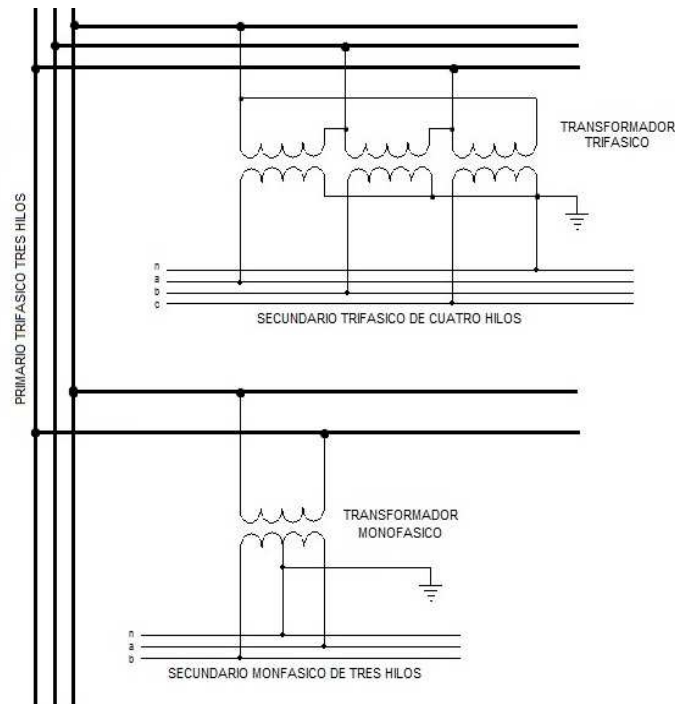


Figura 1.4 Primario trifásico tres hilos

### 1.2.2.2 Sistema de distribución trifásico cuatro hilos

Está constituido por un alimentador trifásico de tres hilos y un hilo adicional neutro, las cargas trifásicas se alimentan entre los tres hilos de fase y las cargas monofásicas entre un hilo de fase y el neutro. Para que este sistema funcione

correctamente el neutro debe quedar conectado a tierra en forma efectiva, como se muestra en la figura 1.5.

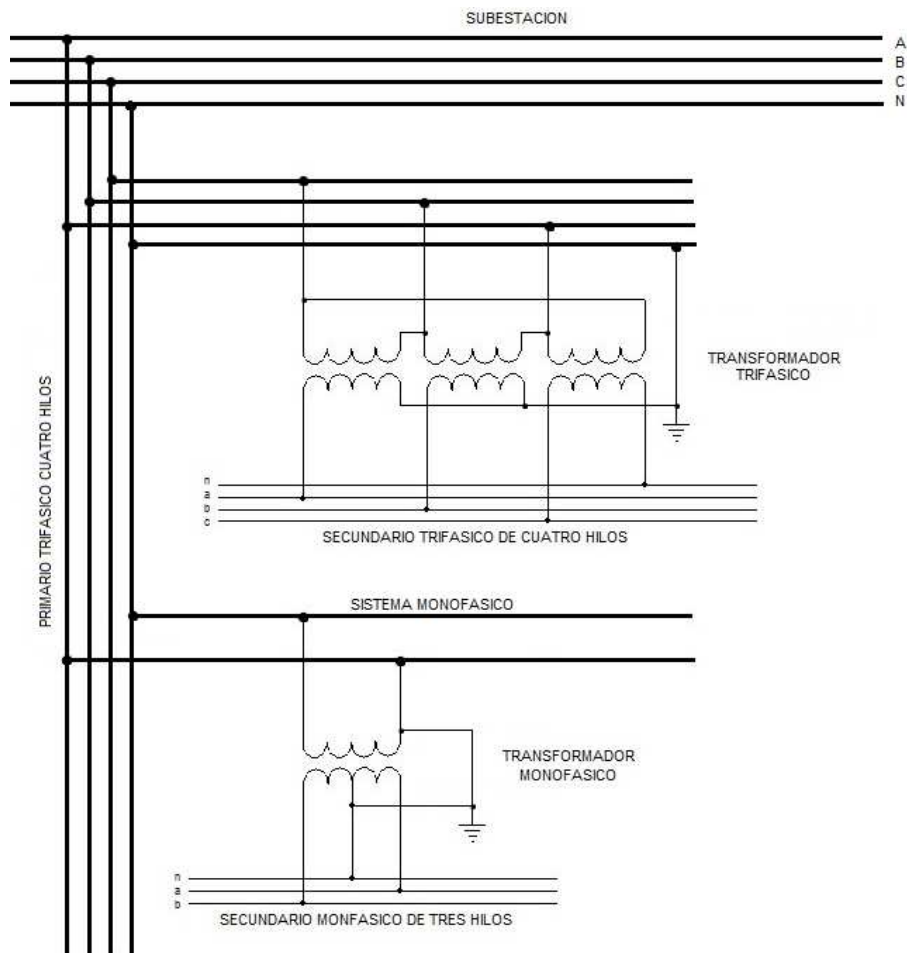


Figura 1.5 Primario trifásico cuatro hilos

“Si por algún motivo el neutro se desconectase de tierra o la impedancia de la conexión a tierra fuese muy alta el sistema se transformaría en estrella sin neutro a tierra, lo que podría dar lugar a elevaciones peligrosas de tensión y a corrientes excesivas, provocadas por el desplazamiento del neutro con cargas desequilibradas”.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Redes Eléctricas, Jacinto Viqueira Landa

En este sistema la conexión en la fuente de alimentación es delta-estrella, las corrientes se encuentran desfasadas  $120^\circ$  entre sí en un sistema balanceado. El costo de inversión inicial en este sistema es mayor que el sistema trifásico de tres hilos, se agrega el costo del cuarto conductor (neutro).

### **1.2.2.3 Sistema de distribución monofásico**

Un sistema monofásico consta de una sola fase y neutro, figura 1.5, estos se originan a partir de los sistemas de distribución trifásicos, de hecho son derivaciones de un sistema trifásico para alimentar transformadores monofásicos. Este sistema es usado en zonas rurales o de baja densidad poblacional.

## **1.2.3 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SEGUN EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN**

La clasificación según el tipo de construcción es la más general por lo que describe a continuación:

### **1.2.3.1 Sistema de distribución aéreo**

En este sistema de distribución los conductores van sobre estructuras de soporte que son levantadas mediante postes y alimentan a los transformadores de distribución, este sistema puede ser radial simple o radial con recurso además es usado en zonas periféricas, áreas rurales y en pocas zonas urbanas.

“La ventaja que presentan las líneas aéreas sobre las líneas subterráneas es el costo inicial del montaje así como los gastos de mantenimiento son inferiores que las subterráneas, pero teniendo la desventaja del peligro potencial que representan al poder quedarse electrocutado cualquier persona o animal”.<sup>4</sup>

Los sistemas aéreos están constituidos por cables desnudos, postes, herrajes, transformadores o autotransformadores, seccionadores, pararrayos, fusibles, etc.

---

<sup>4</sup> Manual Práctico de Instalaciones Eléctricas, Gilberto Enríquez Harper

### **1.2.3.2 Sistema de distribución subterráneo**

En el sistema distribución subterráneo los conductores van situados por debajo del nivel del suelo, este sistema es utilizado en áreas urbanas que presentan condiciones especiales por densidad de carga y/o aspectos urbanísticos.

Debido a la confiabilidad, condiciones estéticas y en la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de sistema involucra un incremento en el costo de las instalaciones respecto al sistema aéreo.

Los sistemas subterráneos están constituidos por transformadores tipo interior o sumergible, cajas de conexión, interruptores de seccionamiento y protección, cables aislados, etc.

### **1.2.3.3 Sistema de distribución mixta**

Este tipo de sistema está conformado en algunos tramos por la red de distribución aérea y en otros por la red de distribución subterránea.

## **1.2.4 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL VOLTAJE**

Los niveles de voltaje para alimentadores, líneas y redes primarias de distribución corresponden a valores nominales ya existentes, se han clasificado de acuerdo a las normas de la Empresa Eléctrica Quito.

“Las líneas primarias de 6,3 kV entre fases son predominantemente a tres conductores y están asociados con circuitos secundarios trifásicos. En áreas periféricas con cargas dispersas, se derivan ramales con dos conductores de fase a 6,3 kV, asociados con circuitos secundarios monofásicos”.<sup>5</sup>

“Las líneas primarias de 13,2 kV están conformadas con uno, dos o tres conductores de fase y un conductor de neutro continuo sólidamente puesto a tierra a partir del punto neutro de la subestación de distribución y común con los circuitos secundarios.

---

<sup>5</sup> Normas para el Sistema de Distribución, Guía para Diseño Parte A, EEQ



Los circuitos secundarios asociados con la red primaria a esta tensión, son predominantemente monofásicos (dos fases, un neutro)”.<sup>5</sup>

“Las líneas primarias a 22,8 kV están conformadas con uno, dos o tres conductores de fase y un conductor de neutro continuo sólidamente puesto a tierra a partir del punto neutro de la subestación de distribución y común con los circuitos secundarios. Los circuitos secundarios asociados con la red primaria a esta tensión, son predominantemente monofásicos (dos fases, un neutro) y trifásicos (tres fases, un neutro)”.<sup>5</sup>

Para la elección del voltaje primario se debe tener en cuenta varios aspectos fundamentales tales como la carga a instalarse, la longitud del alimentador, el costo de las subestaciones de distribución y el mantenimiento preventivo-correctivo de la misma.

Los niveles de voltaje para los circuitos secundarios para un circuito monofásico (dos fases, un neutro) los valores son de 240 V entre fases y 120 V entre fase-neutro, para los circuitos secundarios trifásicos (tres fases, un neutro) se tiene 210 V entre fases y 121 V entre fase-neutro.

### **1.3 “NORMAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN”<sup>6</sup>**

Las presentes normas que constituyen un conjunto de información básica y de diseños aplicados por la EEQ. para el montaje del alimentador primario.

#### **1.3.1 DISTANCIAS VERTICALES**

Las distancias verticales comprenden entre la punta del poste y cruceta de la estructura tipo debe haber una separación de 40 cm. y la cruceta de la estructura tipo y el bastidor de una vía debe existir una distancia de 205 cm. como se puede apreciar en la figura 1.6.

---

<sup>6</sup> Normas para el Sistema de Distribución, Guía para Diseño Parte B, EEQ

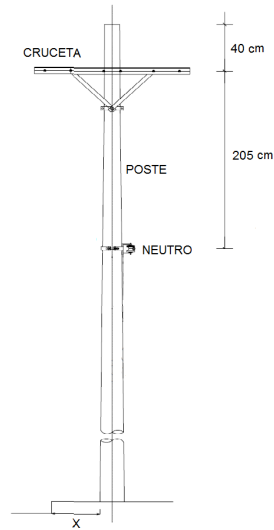


Figura 1.6 Distancia entre postes y herrajes

### 1.3.2 SEPARACIONES MÍNIMAS ENTRE CONDUCTORES Y EDIFICIOS

La distancia que debe existir entre el filo del bordillo de la acera y el poste para aceras cuyo ancho sea mayor o igual a 2m.  $x = 50$  cm. y para aceras cuyo ancho sea menor o igual a 1,5 m.  $x = 35$  cm., figura 1.7.

La distancia entre conductores y la parte más alta de los edificios se aprecia en la figura 1.7, la distancia está dada en metros.

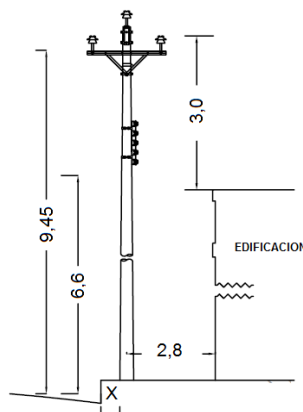


Figura 1.7 Separación vertical entre conductores y edificios

La separación vertical entre el piso de balcones o salientes y los conductores se puede apreciar en la figura 1.8, las distancias están dadas en metros. Si las separaciones no cumplen con estas condiciones se aplica estructuras en volado, figura 1.9.

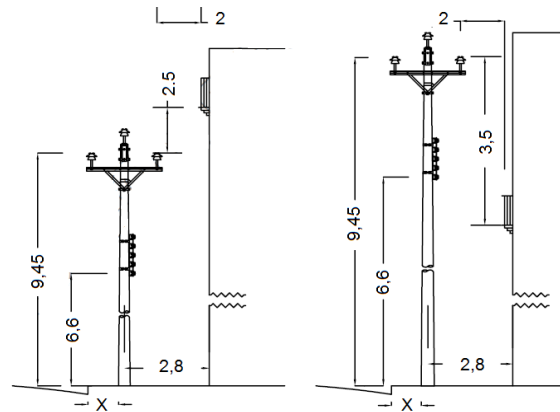


Figura 1.8 Separación vertical entre balcones y conductores

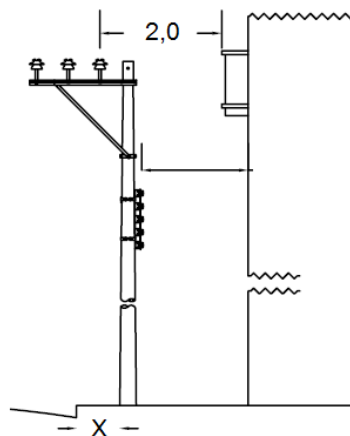


Figura 1.9 Separación para estructuras en volado

#### 1.4 COMPOSICIÓN DE LAS DISPOSICIONES TIPO

La composición de las disposiciones tipo está dada por las normas de la Empresa Eléctrica Quito. El propósito es identificar el campo de aplicación de cada una de las estructuras tipo normalizadas. En este caso se adopta un sistema alfanumérico cuyos elementos y secuencia deben interpretarse de acuerdo con el esquema.

GRUPO DE DISEÑO					
TENSION					
DISPOSICIÓN					
FUNCIÓN					
NÚMERO DE CIRCUITOS					

Tabla 1.1 Composición de disposiciones tipo

De acuerdo con la tabla 1.1 los símbolos van de izquierda a derecha, a continuación se determinan para cada grupo las características básicas del diseño.

### GRUPO DE DISEÑO

El primer símbolo literal va desde la izquierda, el grupo de diseño al cual corresponde a una de las componentes del sistema.

- Línea de distribución aérea L
- Red de distribución aérea R
- Red de distribución subterránea S
- Tensor G
- Anclaje de tensor GA
- Montaje de equipo M
- Alumbrado público A
- Conexiones a tierra T

### TENSIÓN

Es el segundo símbolo literal es el de la tensión a utilizar en el sistema y se representa con las siguientes letras:

- 22,8 GRDY / 13,2 kV V
- 6,3 kV N

## DISPOSICIÓN

La disposición nos indica el tipo de estructura que se utiliza y se representa con las siguientes letras:

- Trifásica centrada A
- Trifásica en volado B
- Trifásica vertical C
- Trifásica especial, vano normal E
- Trifásica especial, vano largo < a 300 m F
- Trifásica especial, vano largo  $\geq$  a 300 m G
- Monofásica U
- Monofásica en volado W
- Dos fases centrada J
- Dos fases en volado K

## FUNCIÓN

La función nos indica que trabajo va a realizar la estructura y se representa con los números.

- Alineación o Tangencial 1
- Angular 2
- Retención, Retención-Angular 3
- Terminal 4

## NÚMERO DE CIRCUITOS

En este grupo se coloca el símbolo literal solo cuando es doble circuito y se representa con la siguiente letra:

- Doble circuito

D

## 1.5 ESTRUCTURAS TIPO

El contenido de esta sección tiene el propósito de constituir una guía para la persona que va a realizar el montaje con la aplicación y utilización correcta de los diseños tipo y sus de materiales. Las estructuras tipo están dadas por las normas de la EEQ. Se presentan los diseños de estructuras tipo más utilizados en el presente montaje.

### 1.5.1 ESTRUCTURAS TIPO CENTRADAS PARA CIRCUITOS PRIMARIOS

La designación y descripción de las estructuras tipo se pueden ver en el ANEXO 1.

Estas estructuras se clasifican en:

- Red de distribución aérea de 22,8 kV trifásica centrada tangencial (RVA1).

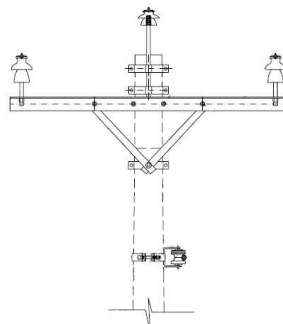


Figura 1.10 Estructura tipo RVA1

- Red de distribución aérea de 22,8 kV trifásica centrada angular (RVA2).

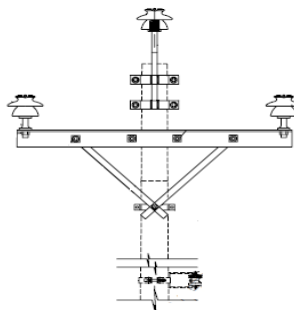


Figura 1.11 Estructura tipo RVA2

- Red de distribución aérea de 22,8 kV trifásica centrada con retención (RVA3).

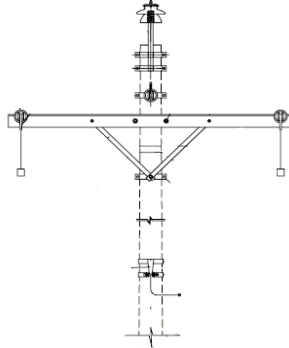


Figura 1.12 Estructura tipo RVA3

- Red de distribución aérea de 22,8 kV trifásica centrada terminal (RVA4).

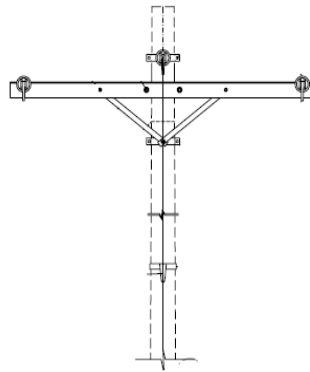


Figura 1.13 Estructura tipo RVA4

- Red de distribución aérea de 22,8 kV monofásica centrada tangencial (RVU1).

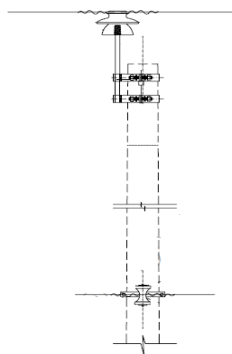


Figura 1.14 Estructura tipo RVU1

- Red de distribución aérea de 22,8 kV monofásica centrada angular (RVU2).

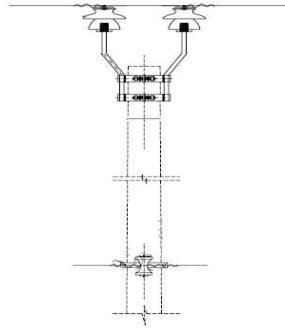


Figura 1.15 Estructura tipo RVU2

- Red de distribución aérea de 22,8 kV monofásica centrada con retención (RVU3).

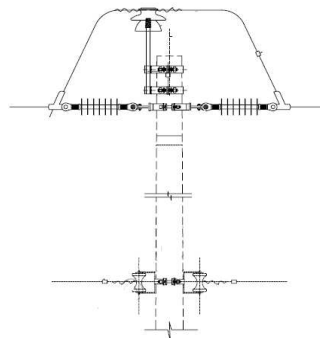


Figura 1.16 Estructura tipo RVU3

- Red de distribución aérea de 22,8 kV monofásica centrada terminal (RVU4).

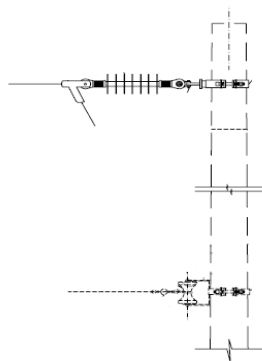


Figura 1.17 Estructura tipo RVU4



### 1.5.2 ESTRUCTURAS TIPO EN VOLADO PARA CIRCUITOS PRIMARIOS

La designación y descripción de las estructuras tipo se pueden ver en el ANEXO 2.

Se clasifican en:

- Red de distribución aérea de 22,8 kV trifásica en volado tangencial (RVB1).

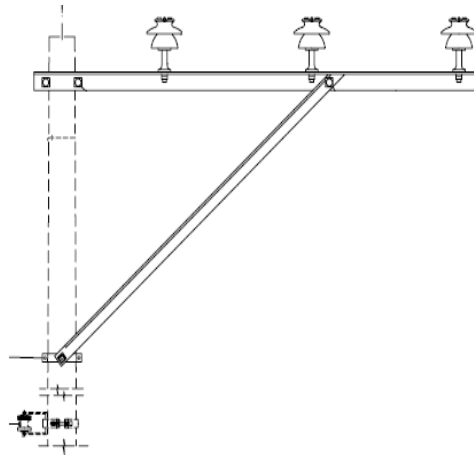


Figura 1.18 Estructura tipo RVB1

- Red de distribución aérea de 22,8 kV trifásica en volado angular (RVB2).

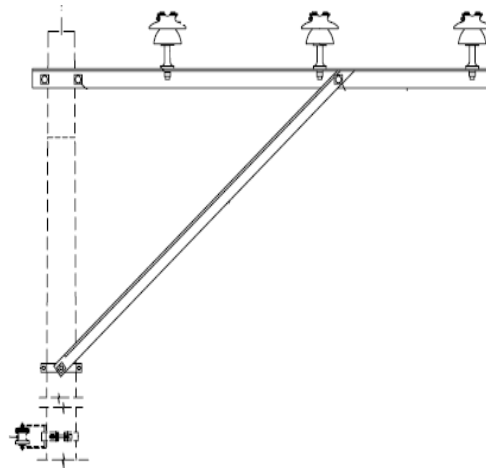


Figura 1.19 Estructura tipo RVB2

- Red de distribución aérea de 22,8 kV trifásica en volado con retención (RVB3).

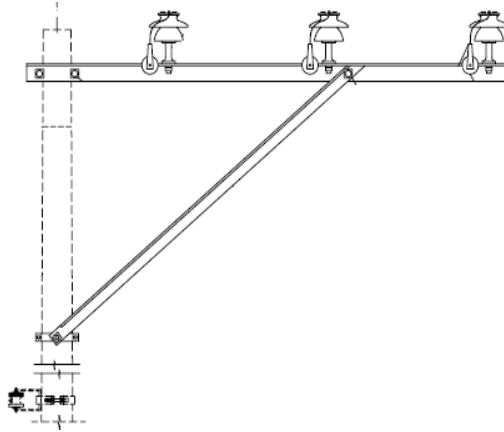


Figura 1.20 Estructura tipo RVB3

- Red de distribución aérea de 22,8 kV trifásica en volado terminal (RVB4).

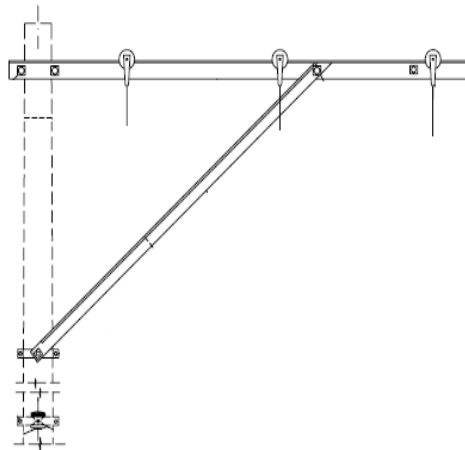


Figura 1.21 Estructura tipo RVB4

### 1.5.3 ESTRUCTURAS TIPO CON DERIVACIONES

Las estructuras tipo con derivaciones están dadas por las normas de la EEQ. y consiste en unir dos estructuras tipo estas uniones pueden ser entre estructuras trifásicas, trifásicas-monofásicas o solo monofásicas por ello se tiene una diversidad de estructuras con derivaciones entre ellas tenemos:

- Estructuras tipo RVA1 – RVA4, ANEXO 3

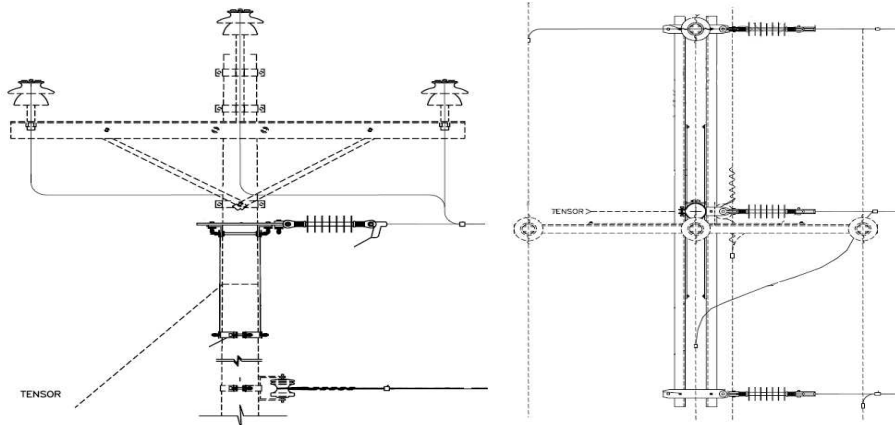


Figura 1.22 Estructura tipo RVA1 – RVA4

- Estructuras tipo RVA4 – RVA4, ANEXO 4

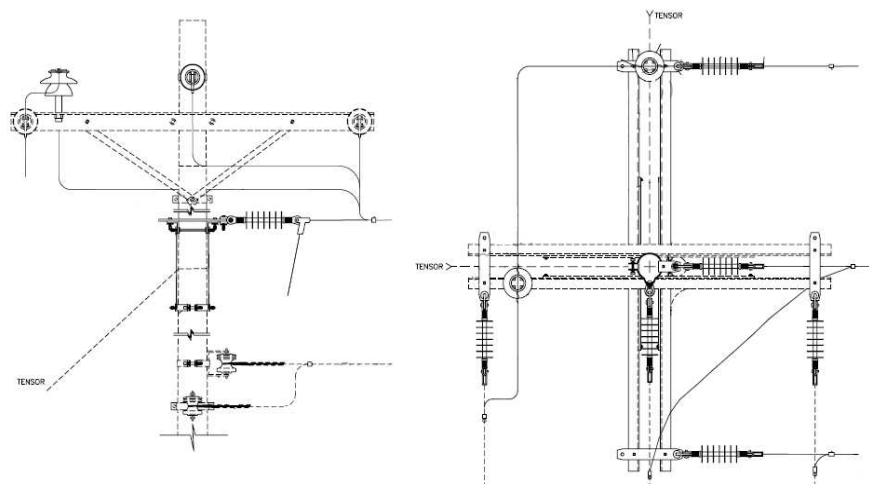


Figura 1.23 Estructura tipo RVA4 – RVA4

## 1.6 MONTAJES TIPO

El montaje tipo está dado por las normas de la EEQ. y se aplica para los seccionadores barra, portafusibles y rompe arcos, transformadores monofásicos y trifásicos, reconectores, interruptores.

- Seccionadores-barra en estructura de retención trifásica en un sistema de 22,8 kV (MVF2), ANEXO 5.

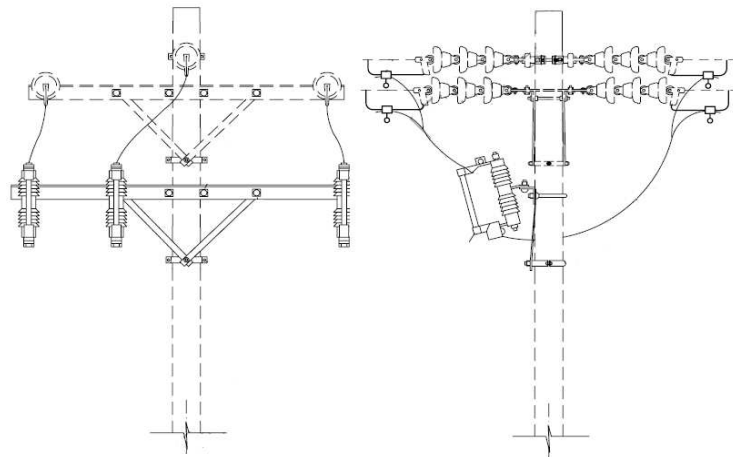


Figura 1.24 Montaje tipo MVF2

## 1.7 ESTRUCTURAS TIPO PARA CIRCUITOS SECUNDARIO

Las estructuras para los circuitos secundarias en disposición vertical están dadas por las normas de la EEQ. Las estructuras pueden ser para tangente (RB1-1) y ángulo (RB2-1), esta disposición se aplica en el neutro y solo lleva el bastidor de una vía, figura 1.25.

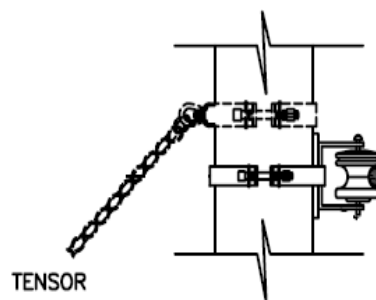


Figura 1.25 Estructura tipo RB1-1, RB2-1

En la estructura tipo RB3-1, figura 1.26, es una estructura de retención doble (doble terminal) en el cual se utiliza dos bastidores de una vía o a su vez se puede utilizar un collarín doble con dos grapas terminal apernado de aluminio tipo pistola y al ser

neutro continuo se debe realizar un lazo uniendo así lo dos terminales. El lazo debe tener una separación mínima de 15 cm. del poste.

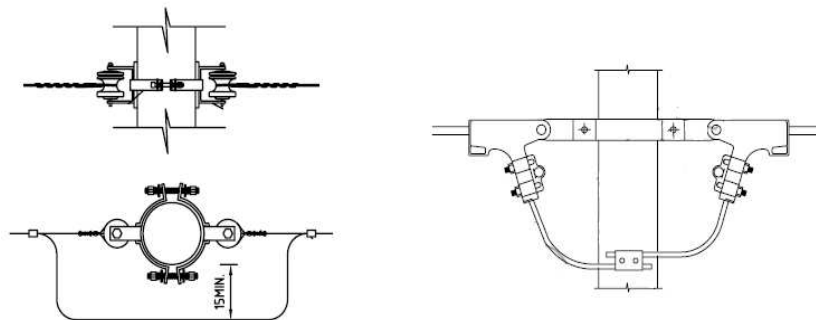


Figura 1.26 Estructura tipo RB3-1

La estructura tipo RB4-1 es una estructura de retención (terminal simple) en el cual se utiliza un bastidores de una vía o a su vez se puede utilizar un collarín simple con una grapa terminal apornado de aluminio tipo, figura 1.27.

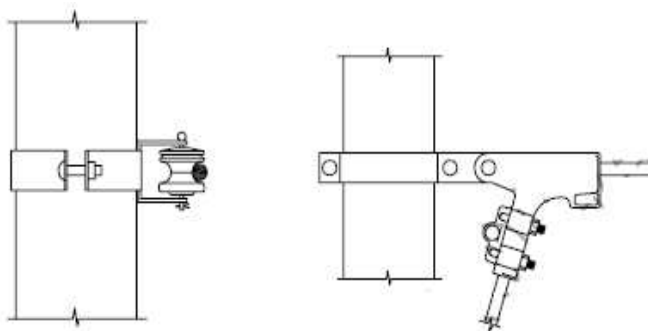


Figura 1.27 Estructura tipo RB4-1

## 1.8 IDENTIFICACIÓN DE FASES Y CIRCUITOS

Una de las maneras más sencillas de identificar las fases de los circuitos trifásicos, parte del sentido de la corriente eléctrica, figuras 1.28, es decir la o las personas que vayan a identificar deben tener claro de donde se está alimentando, las personas se colocan en posición frente a la carga es decir dando las espaldas a la fuente y de izquierda a derecha identifican fase “U”, fase “V” y fase “W”.

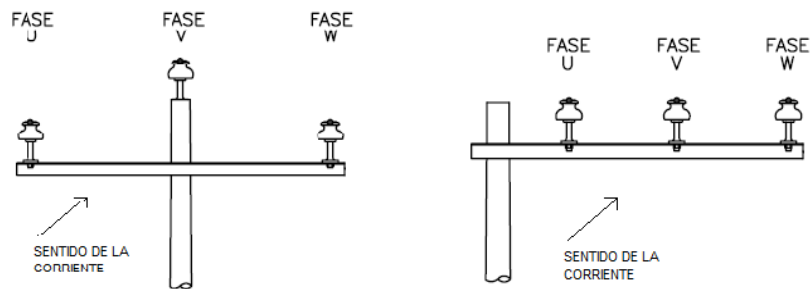


Figura 1.28 Identificación de fases

## 1.9 REGULACIÓN DEL CONDUCTOR

Un conductor de peso uniforme que está sujeto entre dos puntos de apoyo A y B situados a la misma altura, forma una curva llamada catenaria. La distancia entre el punto más bajo situado en el centro de la curva y la recta AB que une los apoyos recibe el nombre de flecha. Se denomina vano a la distancia entre apoyo y apoyo (distancia entre postes), figura 1.29.

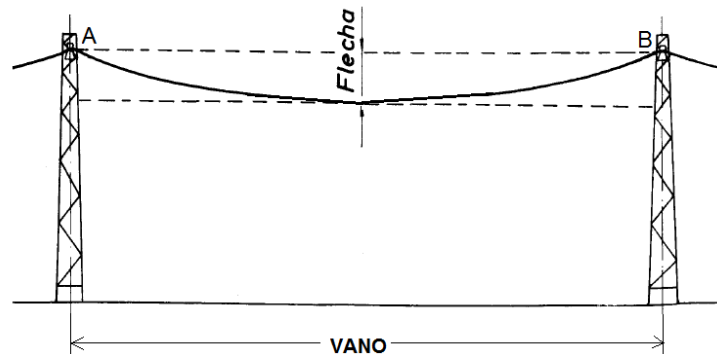


Figura 1.29 Vano y flecha

La regulación del conductor o comúnmente llamado *regulación de líneas* requiere una cuidadosa ejecución, ya que un exceso de tensado de la línea disminuye la seguridad del conductor por el peligro de rotura y por lo contrario un tensado insuficiente requeriría mayor altura de los postes al ser mayor la flecha y provocar contacto entre conductores por la acción del viento. Los conductores se regularan hasta que alcancen la flecha.

Para la determinación de la flecha se debe tener en cuenta:

- De la clase de material del conductor.
- De la sección del conductor.
- Del vano, cuanto mayor sea el vano, mayor habrá de ser la flecha.
- De la temperatura ambiente, a temperaturas más elevadas, mayor flecha.

La forma de medición de la flecha sobre el terreno durante el proceso de regulación de los conductores se indica a continuación:

- Por visualización.
- Por impulsos.
- Por aparatos especiales.

El método de medición de la flecha más utilizado es el de visualización. En el presente proyecto la forma de medición es por visualización, las personas que dirijan la regulación con un criterio basado en la experiencia, desde el piso se ubican en el centro del vano y trazan una línea recta imaginaria entre los dos puntos de apoyo. El criterio en el que se basan es que un exceso de tensado aumenta el peligro de rotura del conductor y un tensado insuficiente puede provocar contacto entre conductores por la acción del viento. Las personas que dirijan la regulación indican al personal que se encuentra en el poste maniobrando los tecles de cadena si la flecha es muy grande o muy pequeña. La flecha debe ser la misma en todos los postes de donde se está regulando el conductor.

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL MONTAJE DEL ALIMENTADOR PRIMARIO DE LA SUBESTACIÓN CONOCOTO**

En este capítulo se establecen las características técnicas, constructivas y de instalación de los materiales y equipos a utilizar en el montaje del nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto.

#### **2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL NUEVO ALIMENTADOR PRIMARIO DE LA SUBESTACIÓN CONOCOTO**

La subestación Conocoto es parte del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Quito se encuentra localizada en la provincia de Pichincha cantón Quito parroquia de Conocoto sector autopista general Rumiñahui puente 5. Para llegar a la subestación Conocoto partimos de Quito desde el sector del intercambiador de El Trébol tomando la autopista general Rumiñahui hacia el Valle de los Chillos, el tiempo de viaje es de 15 minutos hasta llegar al sector del Puente 5. El nuevo primario parte de la subestación Conocoto pasando paralelamente por la autopista, sectores puente 6, 7 y 8, hasta llegar a la entrada de la urbanización Armenia, sector Conocoto, figura 2.1.

#### **2.2 ALIMENTADORES PRIMARIOS DE LA SUBESTACIÓN CONOCOTO**

Actualmente los alimentadores primarios la subestación Conocoto son:

El alimentador primario “B” que parte de la subestación Conocoto y se dirige a diferentes sectores como Santo Domingo de Conocoto (sector puente 3), Salvador Celi (sector puente 2), Monserrat (vía antigua Conocoto).



El primario "C", parte de la subestación Conocoto se dirige hacia lado occidental y centro de la parroquia de Conocoto dirigiéndose hasta la entrada de la parroquia de Amaguaña.

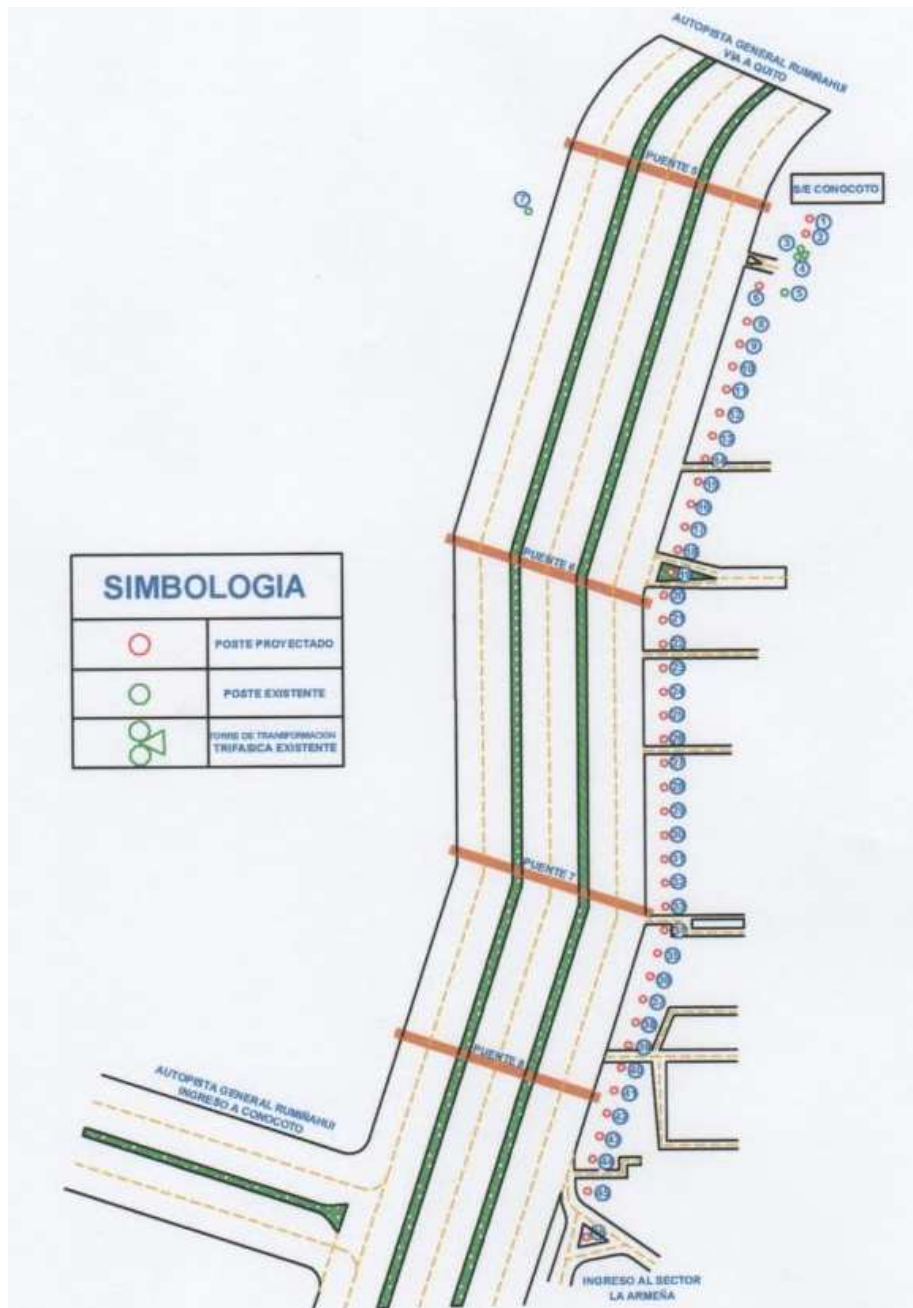


Figura 2.1 Ubicación geográfica del nuevo alimentador primario

## 2.3 DEFINICIÓN DEL TIPO DE INSTALACIÓN DEL NUEVO ALIMENTADOR PRIMARIO DE LA SUBESTACIÓN CONOCOTO

De acuerdo al objetivo del presente trabajo el alimentador primario considerado como modelo para el montaje es el sistema trifásico cuatro hilos (tres fases y un neutro) a 22,8 kV y el tipo de instalación es aéreo.

## 2.4 POSTES DE HORMIGÓN

Los postes de hormigón se utilizan en líneas eléctricas aéreas de media y baja tensión, los más utilizados actualmente son los de hormigón centrifugado de sección circular. “En el método de diseño y de fabricación de postes solo será aprobado por la EEQ.”<sup>7</sup>

Las longitudes de los postes a utilizarse en el presente proyecto son 11,5 y 13,5 m. con esfuerzo horizontal de 500 kg., tabla 2.1. El peso se toma como referencia a las empresas: Hormigón Centrifugado S.A, ELECDOR. Electrificaciones del Ecuador S.A.

LONGITUD TOTAL m	DIMENSIONES MÍNIMAS EN LA PUNTA cm	ESFUERZO HORIZONTAL ÚTIL kg	PESO kg
10			965
11.5	14,5ø	500	1190
12.5	14,5 x 14,5		1355
13.5			Aprox. 1500

Tabla 2.1 Longitud, “Esfuerzo Horizontal”<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Guía Para el Diseño, parte A, Empresa Eléctrica Quito S.A

<sup>8</sup> El esfuerzo horizontal útil refiere al esfuerzo aplicado a 20 cm de la punta en sentido transversal a la línea.

## **2.5 CONDUCTORES**

Los elementos que conducen la corriente eléctrica se denominan conductores eléctricos y deben tener una buena conductividad y cumplir con otros requisitos en cuanto a propiedades mecánicas y eléctricas se refiere. Para redes de distribución aérea se usa conductores desnudos, estos se presentan en forma de hilos o cables. Se denomina *hilo* o *alambre* a una varilla metálica cuya longitud es muy grande respecto al diámetro, el *cable* está constituido por un núcleo o alma alrededor de este se trenzan helicoidalmente una o varias capas de hilos de la misma sección.

### **2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES**

Los conductores para redes de distribución aérea deben poseer tres características principales:

- Tener una baja resistencia eléctrica, para evitar pérdidas por efecto Joule.
- Tener una alta resistencia mecánica, para soportar los esfuerzos permanentes o accidentales.
- Tener un costo razonable.

### **2.5.2 TIPOS DE CONDUCTORES UTILIZADOS EN REDES AÉREAS**

Los tipos de conductores más utilizados en redes de distribución por parte de la EEQ son:

- Conductores de aluminio desnudo (ASC)

Conductor de aluminio trenzado ASC (Aluminum Strand Conductor) ó A.A.C. (All Aluminum Conductor), el material es de aluminio desnudo, son utilizados para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, por razones de diseño de la línea, los conductores serán cableados en forma concéntrica, con 7 hilos hasta el tamaño 4/0 AWG y con 19 hilos para tamaños mayores.

- Conductores de aluminio-acero (ACSR)

Conductor de aluminio con refuerzo de acero (ACSR), el alma del conductor es de acero y las capas exteriores de este la forman alambres de aluminio, los conductores serán cableados, concéntricos, formación 6/1 hilos hasta el tamaño 4/0 AWG y 26/7 hilos para tamaños mayores.

- Conductores de cobre

El material será cobre electrolítico estirado en frío, de temple blando para conexiones a tierra, cableados en capas concéntricas.

### 2.5.3 SELECCIÓN DEL TIPO DE CONDUCTOR

El conductor que se utiliza en el presente proyecto es el conductor ASC 4/0 AWG para las fases y 2/0 AWG para el neutro. Las especificaciones técnicas de los conductores están dadas por su fabricante ELECTROCABLES C.A.

NOMBRE CLAVE	CALIBRE AWG O MCM	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	FORMACIÓN No. de hilos por diámetro mm	DIÁMETRO EXTERIOR mm	PESO TOTAL Kg/Km	TENSIÓN DE RUPTURA Kg	RESISTENCIA C.C. A 20°C OHMS/Km.	CAPACIDAD DE CORRIENTE AMP
Peachbell	6	13,30	7 x 1,554	4,65	36,59	265,00	2163	103
Rose	4	21,15	7 x 1,961	5,89	57,70	415,00	1351	138
Iris	2	33,62	7 x 2,474	7,42	91,80	635,00	0,854	185
Poppy	1/0	53,49	7 x 3,119	9,36	146,10	940,00	0,534	247
Aster	2/0	67,43	7 x 3,503	10,55	184,20	1185,00	0,424	286
Phlox	3/0	85,01	7 x 3,932	11,79	232,20	1435,00	0,336	331
Oxlip	4/0	107,20	7 x 4,417	13,26	292,30	1810,00	0,267	383
Daisy	266,8	135,20	7 x 4,958	14,88	372,20	2190,00	0,212	443

Tabla 2.2 Especificaciones técnicas de los cables

### 2.6 TENSORES Y ANCLAJES

Los tensores se utilizan en estructuras angulares y terminales de la red donde los esfuerzos transversales o longitudinales resultantes superen el indicado sobre los postes. Al seleccionar la disposición tipo correspondiente se debe establecer la

posición del anclaje al terreno evitando la interferencia con el tránsito de vehículos y de peatones.

En los postes número 1, 3, 5, 6, 17, 32 y 39 del plano de diseño, ANEXO 6, tienen tensores de retención, G1, figura 2.2a. Este tipo de tensores se utilizan en postes de arranque o terminales.



a) Tensores de retención



b) Tensor angular

Figura 2.2 Tensores

En los postes número 35, 36, 37, 38, 40 y 41 del plano de diseño, ANEXO 6, tienen tensores angulares, G1. Estos tensores se utilizan en postes donde existe un mayor esfuerzo transversal debido al ángulo que forman los conductores, figura 2.2b.

También se puede utilizar tensores de poste a poste, G4, como sucede en el poste número 7, 34 y 45 del plano de diseño, ANEXO 6. Con este tipo de tensor evitamos la obstrucción del tránsito vehicular y peatonal, figura 2.3



Figura 2.3 Tensor de poste a poste

En los postes número 21, 24, 39, 44 y 46 del plano de diseño, ANEXO 6, se tienen postes con estructura en "A" o poste puntal, figura 2.4. Esta estructura se utiliza en postes que tienen un mayor esfuerzo transversal donde el cable de acero para tensor no se puede utilizar. Además esta estructura se utiliza en zonas donde no se puede colocar tensores al piso debido a espacios cortos.

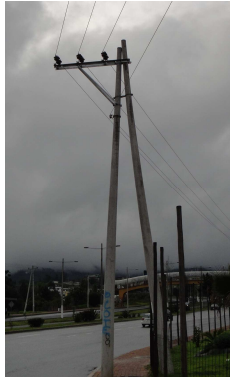


Figura 2.4 Postes con estructura en "A"

Los elementos a utilizar en el anclaje de tensores son los siguientes:

- Cable de acero galvanizado grado Siemens Martin, 7 hilos,  $D = 9 \text{ mm}$ . (3/8"), 3153 kg., figura 2.5.



Figura 2.5 Cable de acero galvanizado

- Aislador de retenida

Aislador de retenida son de porcelana de forma cilíndrica con dos perforaciones y ranuras transversales, figura 2.6. La función del aislador es dar soporte aislante en los cables tensores entre el poste y el suelo y para tensar líneas aéreas y estructuras de distribución.



Figura 2.6 Aislador de retenida

- Varilla de anclaje

La varilla de anclaje de acero corrugado de sección circular de 5/8" (15,9 mm) de diámetro, en un extremo de la varilla consta de un ojal de diámetro de 50 mm en el otro extremo consta de una rosca para una tuerca de 5/8". Adicionalmente consta de una arandela cuadrada de acero con una perforación en el centro, figura 2.7.



Figura 2.7 Varilla de anclaje

- Bloque de anclaje cónico.

El bloque de anclaje cónico de hormigón de dimensiones 40x27x10 cm. tiene la función de sujetar la varilla de anclaje al piso, figura 2.8.



Figura 2.8 Bloque de anclaje cónico

## 2.7 PARARRAYOS

En los postes números 1, 10, 15, 21, 26, 31, 36, 41 y 45 del plano de diseño, ANEXO 7, tiene un juego de pararrayos en las tres fases del alimentador primario, figura 2.9.



Figura 2.9 Juego de pararrayos

Los elementos que se utilizan en el montaje de los juegos de pararrayos son los siguientes:

- Pararrayos

Son dispositivos de protección que se instalan cerca de las fases de media tensión lo largo de la red eléctrica. Su función es absorber y enviar a tierra cualquier pulso indeseado cuando es encontrado en la red eléctrica. Los pararrayos a utilizar son tipo polímero (óxido de zinc) en 18kV, figura 2.10.



Figura 2.10 Pararrayos



- Conductor de cobre

Los conductores de cobre desnudo del tipo trenzado número 2 AWG, por su mayor flexibilidad son usados en sistemas de puesta a tierra de equipos eléctricos, figura 2.11.



Figura 2.11 Conductor de cobre

- Varillas copperweld

La varilla copperweld es un elemento bimetálico compuesto por un núcleo de acero y una capa externa de cobre, figura 2.12, esta capa brinda protección suficiente contra la corrosión del terreno, la varilla en conjunto permite una adecuada difusión a tierra de las corrientes de falla que se puedan presentar en el sistema eléctrico.



Figura 2.12 Varillas copperweld

- Conector de bronce para conexiones de puesta a tierra

Conector de aleación de bronce para la conexión de conductor de cobre en forma paralela a la varilla copperweld, figura 2.13.

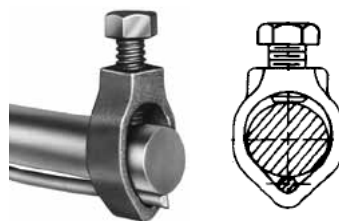


Figura 2.13 Conector de bronce

## **2.8 COMPONENTES DE LAS ESTRUCTURAS TIPO UTILIZADAS EN EL MONTAJE DEL ALIMENTADOR PRIMARIO**

Los componentes de las estructuras utilizadas en el montaje se clasifican de acuerdo a la estructura tipo utilizada en cada uno de los postes del presente proyecto.

### **2.8.1 ESTRUCTURA TIPO RVA4**

En los postes 1, 5, 6, 7 y 46 del plano de diseño, ANEXO 6 tenemos la estructura RVA4. El poste 1, figura 2.14, llegan las salidas subterráneas que constan de tres fases y el neutro que parten de la subestación Conocoto, adicionalmente se tiene un cuarto conductor con el fin de reponer uno de los tres conductores de las fases en caso en que uno de estos presente alguna falla.



Figura 2.14 Poste de arranque

Los componentes para el montaje de estructura RVA4 son:

- Dos crucetas centradas de perfil “L”

Estas crucetas están confeccionadas con perfil en ángulo “L” de acero laminado en caliente de longitud de 2,0 m. figura 2.15, es utilizada para estructuras centradas para redes de 22.8 kV. Estas crucetas tienen en una cara dos perforaciones en el centro en el cual se inserta los pernos espárrago de 5/8” x 10” además tiene dos perforaciones adicionales donde se coloca los pernos con los pies amigos, en la siguiente cara se tiene cinco perforaciones donde se colocan los pernos espiga.



Figura 2.15 Crucetas centradas de perfil "L"

- Cuatro pie amigos y dos pernos máquina

Los pies amigos son soportes de las crucetas, pueden ser de platina con medidas de 38 x 6 mm. y 0,62 m. de longitud, figura 2.16, o de perfil tipo "L" de medidas de 38 x 38 x 6 mm. y 1,20 m. de longitud, figura 2.17. Son de acero laminado en caliente, su función es ayudar a mantener a nivel la cruceta y evitar que esta se incline. Además los pies amigos constan de un perno máquina de medidas 5/8" x 2" el cual sujeta el pie amigo a la cruceta. Los pies amigos tienen una perforación en los extremos, una de estas sirve para la sujeción de la cruceta y la otra va a la abrazadera. En los poste 1 y 2 se utiliza los pies amigos de platina.



Figura 2.16 Pie amigo de platina



Figura 2.17 Pie amigo de perfil tipo "L" y pernos máquina

- Dos Platinas de unión y de soporte

Las platinas de unión y de soporte son de acero de baja aleación laminada en caliente de sección rectangular, figura 2.18. La platina tiene la función de unir a las dos crucetas a los extremos mediante los pernos de 1/2" x 2" o los pernos espiga.



Figura 2.18 Platina de unión

- Una abrazadera de platina de 4 pernos

La abrazadera para fijación de los pies amigos está confeccionada con platina en acero de baja aleación laminada en caliente, consta de dos medias lunas con una sección rectangular en el centro con un perno de dimensiones de  $\frac{1}{2}$ " x 2" en donde se sujetan los pies amigos, adicionalmente tiene dos pernos de  $\frac{1}{2}$ " x 6" para la sujeción de la abrazadera al poste, figura 2.19.



Figura 2.19 Abrazadera cuatro pernos

- Dos pernos espárrago de  $\frac{5}{8}$ " x 10"

El perno espárrago de rosca corrida tiene la función de sujetar las dos crucetas al poste, figura 2.20.



Figura 2.20 Pernos espárrago

- Una abrazadera de platina de 2 pernos con extensión simple (collarín simple)

La abrazadera con extensión simple, figura 2.21, consta de dos medias lunas, una de ellas con una prolongación donde se coloca el aislador de suspensión tipo cadena.



Figura 2.21 Collarín simple

- Tres aisladores de suspensión tipo cadena

Los aisladores de cadena conocidos como *cadena*, están constituidos por dos o más aisladores de suspensión acoplados, formando un acoplamiento articulado, figura 2.22. Normalmente son utilizados en estructuras donde los conductores están sometidos a la tracción, ANEXO 7.



Figura 2.22 Aisladores tipo cadena

- Tres grapas terminal apernado, tipo pistola

Estas grapas comúnmente llamadas *pistolas*, se emplean en líneas de distribución, figura 2.23. Tienen la función de retener el conductor a los aisladores tipo cadena, esta se compone del cuerpo, la mordaza y unos pernos "U" con sus tuercas y arandelas.



Figura 2.23 Grapas tipo pistola

### 2.8.2 MONTAJE MVF2

En el poste número 2 del alimentador primario, ANEXO 6, se realiza el montaje MVF2, figura 2.24, en esta se realiza el montaje de la estructura tipo RVA3 que posteriormente se describe y adicionalmente en la parte inferior de la estructura se coloca un juego de seccionadores barra.



Figura 2.24 Montaje tipo MVF2

Los elementos adicionales a la estructura RVA3 se indican a continuación:

- Una cruceta centrada de perfil “L”

Tiene las mismas características que la de la figura 2.15. En este montaje se realiza un cambio, en vez de los pernos espárragos se utiliza un perno “U”.

- Un pie amigo de platina

El pie amigo tipo platina se puede apreciar en la figura 2.16.

- Un perno "U"

El perno "U" tiene la función de sujetar la cruceta al poste, adicionalmente el perno "U" debe tener 2 tuercas hexagonales, 2 arandelas planas y 2 de presión, figura 2.25.



Figura 2.25 Perno "U"

- Una abrazadera de platina de tres pernos

La abrazadera sirve para fijación de pie amigo al poste, consta de dos medias lunas, una de ellas con una sección rectangular en el centro con un perno de  $\frac{1}{2}$ " x 2" en la cual se sujeta el pie amigo, adicionalmente tiene dos pernos de  $\frac{1}{2}$ " x 6" para la sujeción de la abrazadera al poste, figura 2.26.



Figura 2.26 Abrazadera tres pernos

- Tres seccionadores tipo barra

Los seccionadores tipo barra son elementos de apertura o cierre "visible". Están constituidos de porcelana en su parte de aislamiento y de una barra en su estructura de conducción, figura 2.27. Los seccionadores pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados, ANEXO 8.



Figura 2.27 Seccionadores tipo barra

- Conductor de cobre

El conductor utilizado es el de cobre rígido o se puede utilizar cuatro hilos del conductor de cobre No. 2 AWG, figura 2.28 a estos hilos se los vuelve a trenzar nuevamente para su utilización.



Figura 2.28 Conductor de cobre

- Seis conectores

Los conectores permiten conectar los conductores de cobre con los conductores de aluminio permitiendo así el paso de la corriente eléctrica, figura 2.29.



Figura 2.29 Conector

### **2.8.3 TORRE DE TRANSFORMACIÓN TRIFÁSICA MVT4**

Los postes número 3 y 4 se encuentran ya plantados son de hormigón centrifugado de 11,5 m. con torre de transformación trifásica particular, está es alimentada por el



primario "C" de la subestación Conocoto y posteriormente se conecta al nuevo alimentador primario cuando este entre en funcionamiento, figura 3.30.



Figura 2.30 Torre de transformación trifásica

#### **2.8.4 ESTRUCTURAS CON DERIVACIONES**

El poste 5, ANEXO 6, es de hormigón de 11,5 m. con derivación RVA4 – RVA4, figura 2.31. La derivación es la unión de 2 estructuras tipo RVA4.



Figura 2.31 Derivación RVA4 – RVA4

El poste número 6, ANEXO 6, es de hormigón centrifugado de 11,5 m. con derivación RVA4 – RVB1, figura 2.32. La derivación es la unión de una estructura tipo RVA4 y una RVB1.



Figura 2.32 Derivación RVA4 – RVB1

### 2.8.5 ESTRUCTURA TIPO RVB1

Los postes 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 38, 40 y 43 son de hormigón centrifugado de 11,5 m. y los postes 20, 41 y 42 son de 13,5 m. en todos ellos se realiza el montaje de la estructura RVB1, figura 2.33.

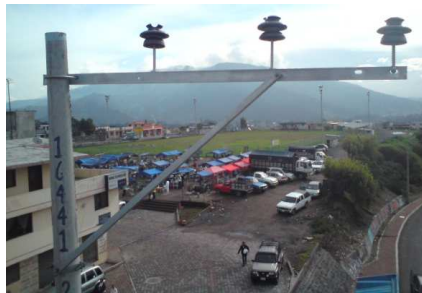


Figura 2.33 Estructura tipo RVB1

Los componentes para el montaje de esta estructura son:

- Una cruceta de perfil “L” en volado

Las crucetas están confeccionadas con perfil en ángulo “L” de acero laminado en caliente de longitud de 2,40 m. Estas crucetas tienen en una cara dos perforaciones en los extremos en las cuales se inserta el perno “U”, además tiene dos perforaciones adicionales donde se coloca el perno con el pie amigo, en la otra cara de la cruceta se tiene cuatro perforaciones donde solo en tres de ellas se colocan los pernos espiga, figura 2.34.



Figura 2.34 Cruceta en volado

- Un pie amigo de perfil “L” y perno máquina

El pie amigo es un soporte de la cruceta para mantenerla a nivel, está confeccionada con perfil en ángulo “L” de acero laminado en caliente, sus dimensiones son 38 x 38 x 6 mm. y 2,0 m. de longitud. Este soporte tiene dos perforaciones en los extremos, una de ellas sirve para la sujeción a la cruceta y la otra va a la abrazadera. El pie amigo consta de un perno máquina de medidas 5/8” x 2” el cual se sujeta a la cruceta, figura 2.35.



Figura 2.35 Pie amigo y Perno máquina

- Un perno “U”

Tiene las mismas características como se presenta en la figura 2.25.

- Una Abrazadera de platina de tres pernos

Se puede apreciar en la figura 2.26.

- Tres pernos espiga o pin

Su función es sujetar y dar distancia a los aisladores tipo espiga de la cruceta. Los pernos tipo espiga son utilizados en las estructuras RVB2, RVA1, RVA2, para redes de 22.8 kV, figura 2.36.



Figura 2.36 Pernos espiga

- Tres aisladores tipo espiga

Los aisladores tipo espiga son una pieza o estructura de material aislante, que tiene por objeto dar soporte a los conductores eléctricos y aislar estos de tierra o de otros conductores, figura 2.37. Los aisladores tipo espiga que se utilizan en este proyecto están bajo las normas ANSI 56-1, ANEXO 9. Se utilizan en las estructuras RVB2, RVA1, RVA2 y RVA3.



Figura 2.37 Aislador tipo espiga

- Seis hilos de conductor de aluminio para ataduras

Los hilos para ataduras debe ser del mismo material que el conductor que va hacer atado, figura 2.38. Su función es sujetar el conductor al aislador tipo espiga en la parte superior o en el cuello, se utilizan en otras estructuras como RVB2, RVA1, RVA2 y RVA3.



Figura 2.38 Hilos para ataduras

### 2.8.6 ESTRUCTURA TIPO RVB2

Los postes 24 y 45, ANEXO 6 son de hormigón centrifugado de 11,5 m. y los postes 21 y 34 son de hormigón centrifugado de 13,5 m. todos estos se encuentran con estructura RVB2, figura 2.39.



Figura 2.39 Estructura tipo RVB2

Los componentes para el montaje de esta estructura son:

- Dos crucetas de perfil en “L” en volado.

Se utiliza las crucetas de la estructura RVB1 como se muestra en la figura 2.34.

- Dos pies amigos de Perfil “L” y dos pernos máquina

Igualmente se utiliza los pies amigos de la estructura RVB1, figura 2.35.

- Tres platinas de unión

Se utiliza las platinas de unión que se usan en la estructura RVA4, figura 2.18.

- Una Abrazadera de platina de 4 pernos

La abrazadera cuatro pernos se indica en la figura 2.19.

- Dos Pernos espárrago de 5/8” x 10”

Los pernos se pueden apreciar en la figura 2.20.

- Dos pernos espiga o pin, tres aisladores tipo espiga y seis hilos de conductor de aluminio para ataduras

Estos materiales se indican en las figuras 2.36, 2.37 y 2.38 respectivamente.

### 2.8.7 ESTRUCTURA TIPO RVA1

En los postes 18 y 19 del plano de diseño son de hormigón centrifugado de 11,5 m. en estos postes se realiza el montaje la estructura RVA1, figura 2.40.



Figura 2.40 Estructura tipo RVA1

Los componentes para el montaje de esta estructura son:

- Una cruceta centrada de perfil "L"

Esta cruceta tiene las mismas características que la de la figura 2.15.

- Dos pies amigos de perfil "L" y dos pernos máquina

Los pies amigos son los mismos que se utilizan en la estructura RVA4, figura 2.17.

- Un perno "U"

Desempeña las mismas funciones que en otras estructuras como se observa en la figura 2.25.

- Una abrazadera de platina de 3 pernos,

La abrazadera tres pernos se puede apreciar en la figura 2.26.

- Dos pernos espiga o pin, tres aisladores tipo espiga y seis hilos de conductor de aluminio para ataduras

Estos materiales se indican en las figuras 2.36, 2.37 y 2.38 respectivamente.

- Un perno espiga tope de poste simple (tacho simple)

Está confeccionada con una varilla de acero corrugado de sección circular soldada a dos abrazaderas con los pernos  $\frac{1}{2}$ " x 4", la rosca de plomo cónica donde se coloca el aislador tipo espiga, figura 2.41. La función del tacho simple es sostener y dar distancia al aislador espiga en la punta del poste.



Figura 2.41 Tacho simple

### 2.8.8 ESTRUCTURA TIPO RVA2

El poste 45 del plano de diseño es de hormigón centrifugado de 11,5 m. con estructura RVA2, figura 2.42.



Figura 2.42 Estructura tipo RVA2

Los componentes para el montaje de esta estructura son:

- Dos crucetas centradas de perfil "L"

Se utiliza las mismas crucetas de la estructura RVA1, figura 2.15.

- Cuatro pie amigos de perfil “L” y dos pernos máquina

Los pies amigos son los mismos de la figura 2.17.

- Dos Platinas de unión y de soporte

Las platinas de unión se muestran en la figura 2.18.

- Una abrazadera de platina de 4 pernos

La abrazadera se puede apreciar en la figura 2.19.

- Dos pernos espárrago de 5/8” x 10”

Este material se observa en la figura 2.20.

- Cuatro pernos espiga o pin, seis aisladores tipo espiga, doce hilos de conductor de aluminio para ataduras

Estos materiales se indican en las figuras 2.36, 2.37 y 2.38 respectivamente.

- Un perno espiga tope de poste doble (tacho doble)

El perno está confeccionado con varilla de acero corrugado de sección circular, tiene dos roscas de plomo donde se colocan los aisladores, dos abrazaderas se encuentran soldadas a la varilla, tiene cuatro pernos de ½” x 4” que se usan en la sujeción al poste, figura 2.43. La función del tacho doble es sujetar y dar distancia a los aisladores espiga de la punta del poste.



Figura 2.43 Tacho doble



### 2.8.9 ESTRUCTURA TIPO RVA3

Los postes 17, 32 y 39 son de hormigón centrifugado de 11,5 m con estructura RVA3 esta estructura es similar a la RVA2, figura 2.44.



Figura 2.44 Estructura tipo RVA3

Los componentes para el montaje de esta estructura son:

- Dos crucetas centradas de perfil “L”

Son las mismas crucetas de la estructura RVA1, figura 2.15.

- Cuatro pie amigos de perfil “L” y dos pernos máquina

Los pies amigos son los que se muestran en la figura 2.17.

- Dos Platinas de unión y de soporte

Se aplica las platinas de unión de la figura 2.18.

- Una abrazadera de platina de 4 pernos

La abrazadera cuatro pernos se indica en la figura 2.19.

- Dos pernos espárrago de 5/8” x 10”

Los pernos se aprecian en la figura 2.20.

- Perno espiga tope de poste simple (tacho simple)

Es el mismo que se aplica en la estructura RVA1, figura 2.41.

- Un perno espiga o pin, un aislador tipo espiga y dos hilos de conductor de aluminio para ataduras

Estos tres materiales se muestran en las figuras 2.36, 2.37 y 2.38 respectivamente.

- Seis aisladores de suspensión tipo cadena y seis grapas terminal apernado, tipo pistola

Estos dos materiales trabajan en conjunto, figuras 2.22 y 2.23 respectivamente.

- Una abrazadera de platina de 2 pernos, extensión doble (collarín doble)

Es similar al collarín simple con la diferencia que esta tiene dos prolongaciones donde se colocan los aisladores de suspensión tipo cadena, figura 2.45.



Figura 2.45 Collarín doble

- Tres Conectores de ranuras paralelas

Los conectores de ranuras paralelas permiten conectar los conductores entre sí permitiendo así el paso de la corriente eléctrica, figura 2.46.



Figura 2.46 Conector de ranuras paralelas

### 2.8.10 ESTRUCTURAS PARA EL NEUTRO

En el montaje del neutro en las en las estructuras MVF2, RVB1, RVB2, RVA1, RVA2, MVT4, derivaciones RVA4 - RVA4, RVB1- RVA4, se utiliza la estructura RB1-1, figura 2.47.



Figura 2.47 Estructura tipo RB1-1

Los componentes para el montaje de esta estructura son:

- Un bastidor (rack) de una vía

El bastidor de una vía está confeccionado con platina en acero de baja aleación laminada en caliente, consta de un rack y una varilla, figura 2.48, su función es sostener el aislador tipo rollo al poste.



Figura 2.48 Bastidor de una vía

- Una abrazadera de platina de dos pernos

Su función es sujetar el bastidor de una vía. La abrazadera consta de dos medias lunas, una de ellas con una sección rectangular en el centro además tiene dos pernos de  $\frac{1}{2}$ " x 6" para la sujeción de las abrazaderas al poste, figura 2.49.



Figura 2.49 Abrazadera de dos pernos

- Un aislador tipo rolo

Estos aisladores son de porcelana procesado en húmedo, tipo rolo, para una tensión nominal de 0.25 kV, clase ANSI 53-2. Su función es aislar el conductor de cualquier punto a tierra, figura 2.50.



Figura 2.50 Aislador tipo rolo

- Un hilo de conductor de aluminio para ataduras

El hilo para ataduras debe ser del mismo material que el conductor que va hacer sujetado, figura 2.51. Su función es sujetar el conductor al aislador rolo. La longitud del hilo debe ser aproximadamente de 1,0 m.



Figura 2.51 Hilo para ataduras

El neutro en las estructura RVA3 se utiliza la estructura RB3-1 como se muestra en la figura 2.52.

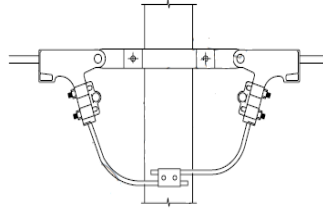


Figura 2.52 Estructura tipo RB3-1

Los componentes para el montaje de esta estructura son:

- Una abrazadera de platina de 2 pernos, extensión doble (collarín doble)

La abrazadera con extensión doble, consta de dos medias lunas con una prolongación en la cual se colocan las grapas terminal tipo pistola, figura 2.53.



Figura 2.53 Collarín doble

- Dos grapas terminal apernado, tipo pistola

Las grapas terminal metálica tipo pistola, tiene la función de retener el conductor al collarín doble, figura 2.54.



Figura 2.54 Grapas tipo pistola

- Un conector

Permiten conectar los conductores de aluminio que forman el lazo del neutro, figura 2.55.



Figura 2.55 Conector

Para el neutro en el poste 1, 6 y 46 se utiliza la estructura RB4-1 como se muestra en la figura 2.56.

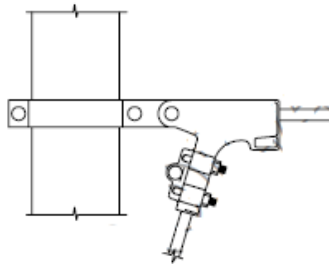


Figura 2.56 Estructura tipo RB4-1

Los componentes para el montaje de esta estructura son:

- Una abrazadera de platina de 2 pernos, extensión simple (collarín simple)

La abrazadera con extensión doble, consta de dos medias lunas, una prolongación en la cual se coloca la grapa tipo pistola, figura 2.57.



Figura 2.57 Collarín simple

- Una grapa terminal apernado, tipo pistola

La grapa terminal es la misma de la figura 2.54.

## CAPÍTULO III

### PROCESO DE MONTAJE DEL NUEVO ALIMENTADOR PRIMARIO TRIFÁSICO DE LA SUBESTACIÓN CONOCOTO

En el capítulo III, se describe el procedimiento que se realiza el montaje del nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto en el Valle de los Chillos partiendo desde los recorridos de reconocimiento hasta la regulación del conductor.

#### 3.1 RECORRIDO Y SEÑALIZACIÓN

El recorrido lo realizan el ingeniero jefe de la zona Sur-Este (zona de Sangolquí) y el supervisor de la misma con la finalidad de definir la ruta del nuevo alimentador primario y elaborar un plano de construcción con las especificaciones requeridas, ANEXO 6, se define la ruta que va a seguir, desde la subestación Conocoto (sector puente 5) hasta la entrada de la urbanización Armenia como se muestra en la figura 3.1. Este procedimiento se conoce con el nombre de estacamiento directo.

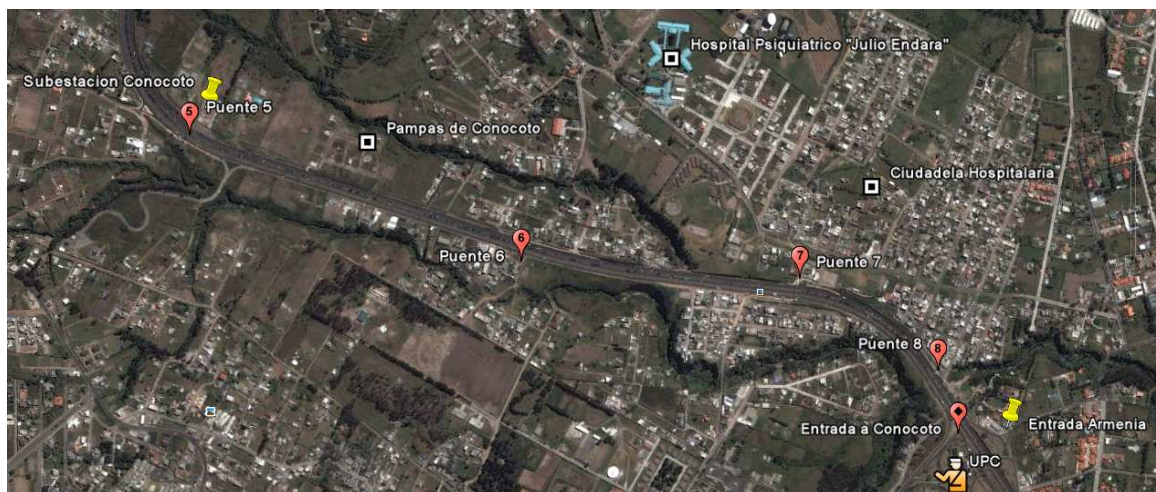


Figura 3.1 Sector del nuevo alimentador primario

En la entrada a Armenia se va a realizar lazos para conectar a una parte del alimentador primario "B" de la subestación San Rafael con la finalidad de retirar



carga de este alimentador y pasarla al nuevo alimentador de la subestación Conocoto, la distancia del nuevo proyecto es aproximadamente 2500 m.

Una vez realizados los diferentes recorridos se decide tomar el lado norte de la autopista general Rumiñahui, figura 3.2. En el proyecto se considera la distancia de los “vanos”<sup>9</sup> de 60 m. esta distancia puede variar porque existen calles secundarias o cruces por lo que es necesario variar el vano.

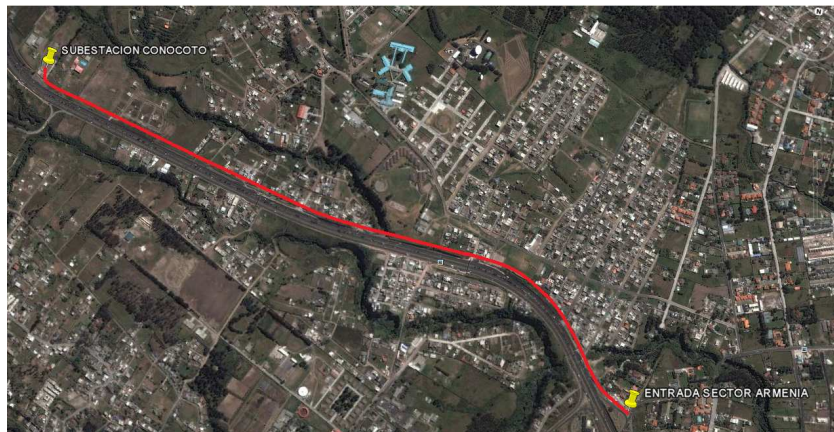


Figura 3.2 Recorrido del nuevo alimentador primario

Para realizar la medición de los vanos se toma una cuerda de 60 m. y pintura en aerosol para el marcado. El proceso de señalización o marcado se lo realiza a pie por los “linieros”<sup>10</sup> del grupo de mantenimiento de la zona de Sangolquí desde la subestación Conocoto hasta la entrada al sector de Armenia, la primera señalización que los linieros van a realizar es para el poste 6, esta señalización debe estar en línea con los poste 5 y 7, se toma la cuerda y cada 60 m. se deja una marca visible en el bordillo de la autopista, se considera desde el poste 6 por la razón que los postes anteriores ya están plantados con una derivación del alimentador primario “C” de la subestación Conocoto, posteriormente estos poste pasan a ser parte del nuevo alimentador primario de la misma subestación.

<sup>9</sup> Vano: Distancia entre postes.

<sup>10</sup> Liniero: Persona que trabaja realizando construcción o mantenimiento de redes eléctricas



### 3.2 PERFORACIÓN

Las perforaciones para la plantación de postes también conocidas también como *apertura de huecos*, la perforación se la realiza en el suelo, en este proyecto con la finalidad de reducir el tiempo de perforación se utiliza un camión grúa con equipo barreno, figura 3.3, se necesita 49 perforaciones para plantar los postes y 14 perforaciones para colocar los bloques con la varilla de anclaje para los tensores.



Figura 3.3 Camión grúa con equipo barreno

El equipo barreno solo puede perforar en zonas no rocosas caso contrario la perforación se la realiza en forma manual, en varios sitios donde se van a plantar los postes se necesita realizar la perforación en forma manual. Para obtener la profundidad de la perforación se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\text{Profundidad [m]} = \text{Altura del poste [m]} / 10 + 0,50$$

Ejemplo: En un poste de 11,5 m. la profundidad de la perforación es de 1,65 m.

$$\text{Profundidad} = 11,5 \text{ [m]} / 10 + 0,50$$

$$\text{Profundidad} = 1,15 \text{ [m]} + 0,50$$

$$\text{Profundidad} = 1,65 \text{ [m]}$$

Para realizar la perforación en forma manual se necesita un liniero del grupo de mantenimiento, una pala y una barra, se traza un rectángulo de 120 x 60 cm. Se inicia la excavación con estas medidas hasta llegar a la mitad de la profundidad de la perforación ( $E/2$ ). La siguiente parte donde las medidas de la perforación cambian a 60 x 60 cm. hasta completar la profundidad indicada para el poste a plantarse,

quedando una grada que sirve al liniero para poder seguir cavando y sacando la tierra como se muestra en la figura 3.4.

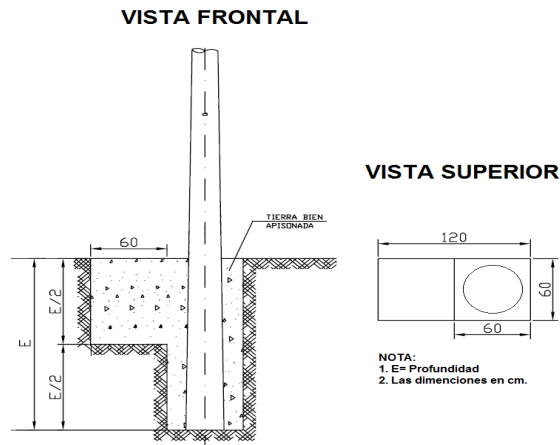


Figura 3.4 Dimensiones de la perforación

En la perforación para la plantación de postes se utiliza dos camiones grúas con equipo barreno de la zona de Calderón y Tumbaco y el grupo de mantenimiento de la zona de Sangolqui, el camión grúa se estaciona cerca de donde se va a realizar la perforación, al estacionarse en la autopista se debe tomar todas las seguridades como cercándolo con conos y cinta de seguridad para evitar accidentes de tránsito.

Al inicio de la perforación el barreno es tomado por el liniero el cual lo sujeta para indicar al operador del equipo barreno donde se va a realizar la perforación como se muestra en la figura 3.5.



Figura 3.5 Inicio de la perforación

El operador del equipo barreno procede a realizar la perforación, la perforación es aproximadamente de 1,80 m. para los postes y de 1,50 m. para los bloques con la varilla de anclaje. Una vez que el barreno este introducido en el suelo se lo saca y coloca a un lado de la perforación para que toda la tierra que contiene caiga al piso, figura 3.6.



Figura 3.6 Extracción de la tierra

### 3.3 PLANTACION DE POSTES

En la plantación de postes se utiliza 40 postes de 11,5 m. (35 principales y 5 secundarios para las estructuras en "A"), 2 postes de 9 m. para los tensores de poste a poste y 7 postes de 13,5 m. (6 principales y uno secundario para la estructura "A"). Los postes de 13,5 m. solo se plantan a los lados de los puentes peatonales 6, 7 y 8 de la autopista general Rumiñahui con la finalidad de dar mayor altura a los conductores del alimentador y así evitar accidentes eléctricos. Los postes 3, 4, 5 y 7 del plano de diseño, ANEXO 6, son de 11,5 m. ya existentes y no se les considera en la plantación de postes.

En la plantación de postes se utiliza dos camiones grúas de las zonas de Sangolquí y Tumbaco y el grupo de mantenimiento de la zona de Sangolquí, previamente en días anteriores a la plantación los postes son transportados de las bodegas de Zabato ubicado en Calderón y depositados en un lugar cercano a donde se realiza el presente proyecto y en los días que se realiza la plantación, los camiones grúas cargan los postes y se dirigen al sitio de trabajo, figura 3.7.



Figura 3.7 Camión grúa

Los camiones grúas se deben estacionar cerca de la perforación donde se va a plantar el poste, alrededor del camión grúa se coloca conos y cinta de seguridad con la finalidad de evitar accidentes, el linero toma un estrobo, figura 3.8, y lo rodea al poste aproximadamente a 75 cm. de la placa de especificaciones hacia la punta.



Figura 3.8 Estrobo

El operador levanta el brazo de la grúa y se deja caer el cabo de la misma para coger el estrobo y realiza la operación de bajar el poste del camión. El linero toma la base del poste y ayuda a colocar la parte superior del poste en el aguilón del brazo como se muestra en la figura 3.9, quedando el poste parado.

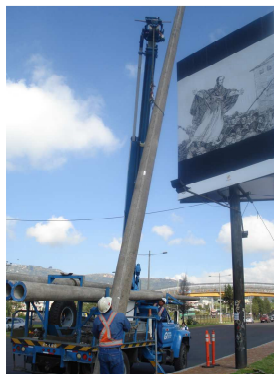


Figura 3.9 Sujeción del poste al brazo grúa

El operador de la grúa realiza los movimientos adecuados hasta llevar el poste a la perforación e introducirlo, una vez introducido el poste se realiza el aplome del mismo, el liniero se coloca frente al poste en dos puntos diferentes como se muestra en las figuras 3.10 con la ayuda de una plomada dirige al operador de la grúa para poner al poste perpendicularmente.



Figura 3.10 Aplomo de los poste

Una vez realizado el aplome del poste se procede a rellenar la perforación con la misma tierra que retiro con el barreno e igualmente se apisona la tierra como se muestran en las figuras 3.11, al momento de rellenar también se puede colocar piedras en el interior de la perforación con la finalidad de que el poste no se incline.



Figuras 3.11 Relleno y apisonamiento de la tierra

### 3.4 COLOCACIÓN DE POSTES EN ESTRUCTURA EN “A”

La finalidad de poner los postes en estructura en “A”, figura 3.12, es tener un soporte adicional para el esfuerzo transversal que puedan formar los conductores una vez regulados, esta estructura se instala donde difícilmente se pueden poner tensores. Este tipo de estructura tiene dos postes: El poste principal donde se va a montar la estructura requerida y el poste secundario que sirve como puntal, se coloca al lado opuesto de donde se va a ejercer el esfuerzo transversal los conductores. En los postes 21, 24, 39, 44 y 46 se necesita plantar postes en estructura en “A”, ANEXO 6.



Figura 3.12 Poste con estructura en “A”

Para plantar el poste secundario este debe estar en línea con el principal a una distancia horizontal entre perforaciones de 1,80 m. La perforación del poste secundario debe ser superior a la profundidad del principal.

Una vez plantado el poste principal se procede a colocar el secundario de la misma forma que el anterior, con la diferencia que a este se lo deja inclinado y apoyado en la punta del poste principal como se muestra en la figura 3.12. Para una mayor sujeción de los postes se coloca un collarín simple a cada poste y estas se juntan en su extensión colocando dos pernos.



### 3.5 MONTAJE DE ESTRUCTURAS TIPO

Para realizar el montaje de estructuras tipo en el nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto se identifica el tipo de estructura que se va a utilizar en cada uno de los postes como se indica en la tabla 3.1.

La tabla 3.1 indica el número y la altura del poste, partiendo desde la subestación Conocoto hasta la entrada del sector de Armenia, el tipo de estructura que se va a montar en cada poste, como se puede observar la mayor parte de las estructura son RVB1.

POSTE	ESTRUCTURA	ALTURA POSTE (m)
1	RVA4	11,5
2	MVB2	11,5
3	Torre de transformacion 3ø	11,5
4		11,5
5	RVA4 - RVA4	11,5
6	RVB1 - RVA4	11,5
7	MVB2	11,5
8	RVB1	11,5
9	RVB1	11,5
10	RVB1	11,5
11	RVB1	11,5
12	RVB1	11,5
13	RVB1	11,5
14	RVB1	11,5
15	RVB1	11,5
16	RVB1	11,5
17	RVA3	11,5
18	RVA1	11,5
19	RVA1	11,5
20	RVB1	13,5
21	RVB2	13,5
22	RVB1	11,5
23	RVB1	11,5
24	RVB2	11,5
25	RVB1	11,5
26	RVB1	11,5
27	RVB1	11,5
28	RVB1	11,5
29	RVB1	11,5
30	RVB1	11,5
31	RVB1	11,5
32	RVA3	11,5
33	RVB1	13,5
34	RVB2	13,5
35	RVB1	11,5
36	RVB1	11,5
37	RVB1	11,5
38	RVB1	11,5
39	RVA3	11,5
40	RVB1	11,5
41	RVB1	13,5
42	RVB1	13,5
43	RVB1	11,5
44	RVB2	11,5
45	RVA2	11,5
46	RVA1 - RVA4	11,5

Tabla 3.1 Estructuras tipo

Ya identificado el tipo de estructura que se va a utilizar en cada poste se procede a trasladar los materiales de las estructuras como: crucetas, pies amigos, abrazaderas, pernos "U", pernos espárragos, aisladores, pernos espiga, platinas de unión, rack de una vía (porta-neutro), etc., en los camiones canastas y camión grúa desde la agencia Sangolquí donde se tiene almacenado todos estos materiales hasta los diferentes puntos en la autopista general Rumiñahui donde se va a realizar el montaje.

El montaje de las estructuras tipo es realizado por el grupo de mantenimiento de la zona de Sangolquí además se utiliza tres camiones canastas y una grúa canasta. El inicio del montaje se realiza desde el poste 45 del plano de diseño, ANEXO 6, se considera desde este poste por el sentido que transitan los vehículos de oriente a occidente, con la finalidad de evitar algún accidente.

Para realizar el montaje de las estructuras se utiliza un camión canasta, un liniero para la operación del barquillo del camión canasta y otro liniero debe subir en forma manual y ubicarse en la parte superior del poste, con el fin de una mejor explicación al liniero que opera el barquillo lo llamaremos liniero 1 y al liniero que se encuentra en el poste, liniero 2, figura 3.13. Antes de subir, los linieros deben preparar el material que se va a utilizar en el montaje. El liniero 2 debe estar equipado y con todas las seguridades del caso para subir al poste.



Figura 3.13 Camión Canasta



### 3.5.1 Montaje de las estructuras tipo RVA2

Para el montaje de las estructuras tipo RVA2 como se muestra en la figura 3.14 se preparan dos crucetas centradas de 2,0 m., cuatro pies amigos de 1,20 m. con sus respectivos pernos de 5/8" x 2", dos platinas de unión, dos pernos espárragos, cuatro pernos espiga, una abrazadera cuatro pernos, un tacho doble, seis aisladores tipo espiga y cuatro pernos 1/2" x 2".



Figura 3.14 Estructura RVA2

Previamente en el piso se arma la estructura, los dos pernos espárragos se colocan en el centro de las dos crucetas y en sus extremos se colocan las dos platinas de unión con pernos de 1/2" x 2" para la sujeción de las crucetas como se muestra en la figura 3.15, y en los extremos de las platinas de unión se coloca los pernos espiga.

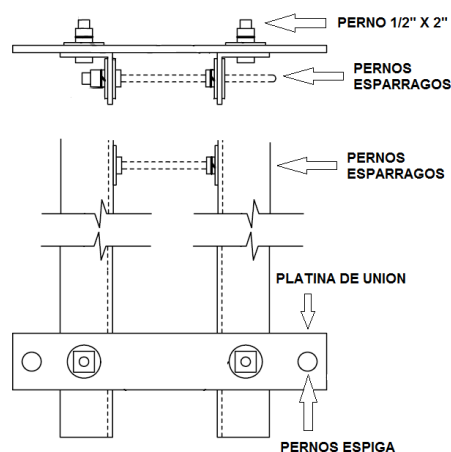


Figura 3.15 Preensamblado cruceta doble centrada

El liniero 1 se coloca en el barquillo con la estructura preensamblada y sube, el liniero 2 se ubica en la parte superior del poste y embonan la estructura en el dejándola a 40 cm. de la punta, como se muestra en la figura 3.16.

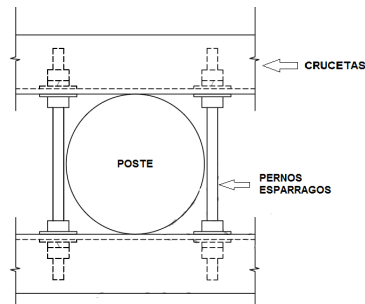


Figura 3.16 Fijación doble cruceta centrada con pernos espárrago

El liniero 2 ajusta las tuercas de los pernos esparrago, con la finalidad que las crucetas no se deslicen, el liniero 1 ajusta las tuercas de los pernos de  $\frac{1}{2}$ " x 2" y coloca los pies amigos en las crucetas con los pernos  $\frac{5}{8}$ " x 2", figura 3.17.

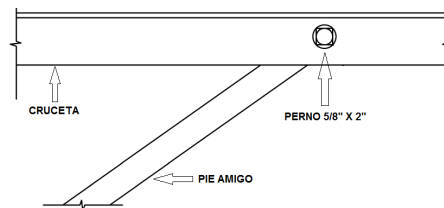


Figura 3.17 Pie amigo a cruceta

El liniero 2 coloca la abrazadera cuatro pernos en el poste, la parte inferior de los pies amigos se colocan en el perno del centro de la abrazadera, figura 3.18. En el caso que no coincida los pies amigos con el perno del centro de la abrazadera cuatro pernos se remplazan por una de dos pernos.

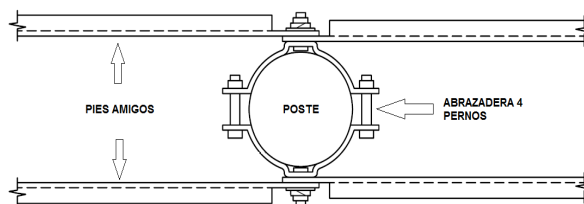


Figura 3.18 Pies amigos al poste

Se debe revisar que la estructura este a nivel colocado en el centro de la cruceta un nivel, figura 3.19, si no lo está la abrazadera que sostiene a los pies amigos debe subir o bajar del poste dependiendo el caso. Además también no debe existir ningún desnivel entre las dos crucetas.



Figura 3.19 Nivel

Una vez que la cruceta esta a nivel, el liniero 1 debe sostener la estructura hasta que el otro liniero ajuste las tuercas de la abrazadera y reajuste las tuercas de los pernos espárrago. Con el cabo de servicio el liniero 1 sube cuidadosamente cuatro pernos espiga con sus respectivos aisladores, estos se colocan en los extremos de la platina de unión como se muestra en la figura 3.20.

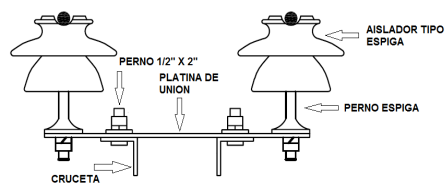


Figura 3.20 Colocación de pernos espiga

El liniero 2 mediante el cabo de servicio sube el tacho doble y lo coloca a 10cm. de la punta del poste, figura 3.21, las tuercas de los pernos del tacho se ajustan y posteriormente se colocan los dos aisladores tipo espiga.

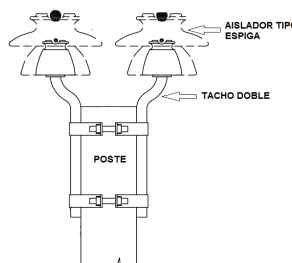


Figura 3.21 Tacho doble en el poste

Una vez terminado el montaje la estructura RVA2 se coloca el rack de una vía (porta neutro) como se muestra en la figura 3.22. Previamente el porta neutro es armado en el piso. Se retira la varilla del bastidor quitando el seguro, en el medio del bastidor se coloca el aislador tipo rolo y nuevamente se coloca la varilla con el seguro, así mismo por el medio del bastidor se pasa la abrazadera de dos pernos quedando su parte rectangular en el bastidor. El liniero 2 debe colocar el porta neutro a 2,40 m. de la punta del poste.



Figura 3.22 Porta neutro

### 3.5.2 Montaje de las estructuras tipo RVB2

Para el montaje de las estructuras tipo RVB2, figura 3.23, se utilizan los siguientes materiales: dos crucetas en volado de 2,40 m., dos pies amigos de 2,0 m. con sus respectivos pernos  $5/8'' \times 2''$ , tres platinas de unión, seis pernos de  $1/2'' \times 2''$ , dos pernos espárragos, seis pernos espiga con sus respectivos aisladores y una abrazadera cuatro pernos.



Figura 3.23 Estructura RVB2

En el piso previamente se arma la estructura donde los dos pernos espárragos se colocan en un extremo de las crucetas y en su parte superior se colocan las tres platinas de unión con los pernos de  $\frac{1}{2}$ " x 2" para la sujeción de las dos crucetas, figura 3.24, y en los extremos de las platinas de unión se coloca los pernos espiga.

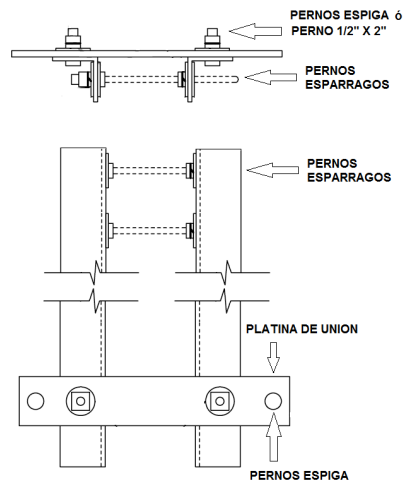


Figura 3.24 Preensamblado cruceta doble en volado

La estructura se coloca en la parte superior del barquillo con un liniero que se ubican en la parte superior del poste y con la ayuda del liniero 2 embonan la estructura dejándola a 40 cm. de la punta. El barquillo ayuda como soporte para evitar que la cruceta se deslice mientras el liniero 2 ajusta las tuercas de los pernos espárrago, se debe ajustar las tuercas de los pernos de  $\frac{1}{2}$ " x 2". El liniero 1 coloca los dos pies amigos en las crucetas con los pernos  $\frac{5}{8}$ " x 2", figura 3.25.

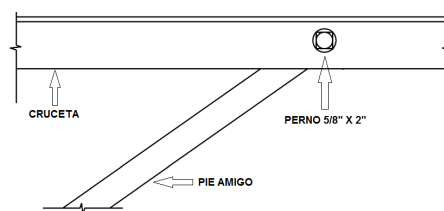


Figura 3.25 Pie amigo a cruceta

El liniero 2 coloca la abrazadera cuatro pernos en el poste y la parte inferior de los pies amigos se instalan en el perno del centro de la abrazadera, figura 3.26. En el

caso que no coincida los pies amigos con el perno del centro de la abrazadera cuatro pernos se remplazar por una de dos pernos.

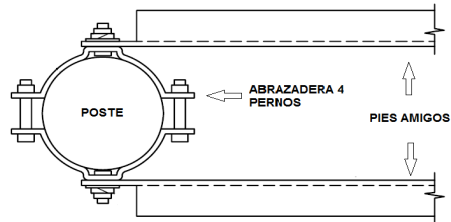


Figura 3.26 Pies amigos al poste

Con un nivel, colocado en el centro de la cruceta se observa que las crucetas estén a nivel, en el caso que no esté la abrazadera que sostiene a los pies amigos debe subir o bajar del poste dependiendo el caso. Además no debe existir ningún desnivel entre las dos crucetas. Realizado la nivelación se ajusta las tuercas de la abrazadera posteriormente debe reajustar las tuercas de los pernos espárrago.

Con el cabo de servicio, el liniero 1 sube seis pernos espiga con sus respectivos aisladores, estos se colocados en los extremos de las platinas de unión, figura 3.27.

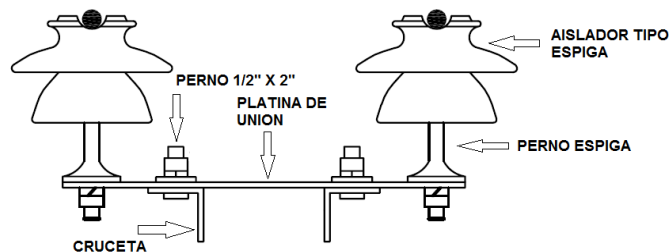


Figura 3.27 Colocación de pernos espiga

Una vez terminado la estructura RVB2 se coloca el rack de una vía (porta neutro). La colocación del porta neutro para la estructura RVB2 es similar a la colocación del porta neutro de la estructura RVA2 como se muestra en la figura 3.22.

### 3.5.3 Montaje de las estructuras tipo RVB1

Para el montaje de las estructuras tipo RVB1 como se muestra en la figura 3.28 se prepara una cruceta en volado de 2,40 m., un pie amigo de 2,0 m. con su respectivo

perno de 5/8" x 2", un perno "U", tres pernos espiga con sus aisladores, una abrazadera tres pernos.



Figura 3.28 Estructura RVB1

Los linieros antes de subir al poste colocan el perno "U" en uno de los extremos de la cruceta, al momento de colocar el perno "U" se debe tener en cuenta el sentido de la corriente, saber donde está ubicada la fuente, la cruceta se instala quedando frente a la fuente.

El liniero 1 sube la cruceta con el perno "U", el pie amigo y la abrazadera tres pernos en el barquillo. Una vez que los dos linieros se encuentren en la parte superior del poste embona la cruceta colocándola a 40 cm. de la punta del poste, figura 3.29. El liniero 1 ayuda a mantener la cruceta a nivel mientras el otro ajusta las tuercas del perno "U". Si no se puede embonar es necesario retirar el perno "U" de la cruceta y este se coloca primero en el poste y luego la cruceta ajustando las tuercas del perno "U".

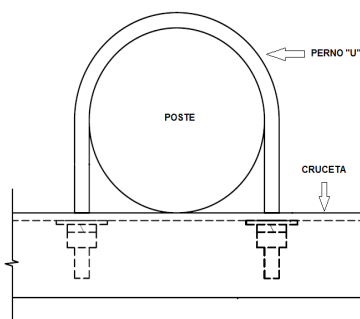


Figura 3.29 Fijación de cruceta al poste

El liniero 1 coloca el pie amigo en la cruceta, figura 3.30, mientras el liniero 2 coloca la abrazadera tres pernos en el poste. La parte inferior del pie amigo se coloca en el perno del centro de la abrazadera, figura 3.31.

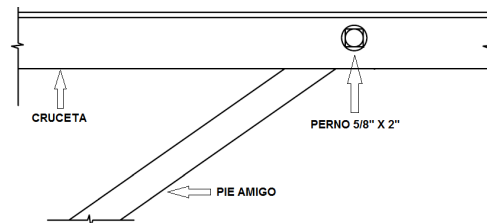


Figura 3.30 Pie amigo a cruceta

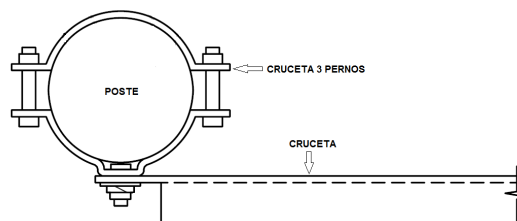


Figura 3.31 Pie amigo al poste

Con un nivel que es colocado en el centro de la cruceta el liniero 1 observa que la cruceta este a nivel, en el caso que no esté la abrazadera que sostiene al pie amigo debe subir o bajar del poste dependiendo el caso. Una vez que a cruceta este a nivel, el liniero 2 debe ajustar las tuercas de la abrazadera y reajustar las del perno “U”, posteriormente el liniero 1, sube cuidadosamente tres pernos espiga con sus aisladores y son colocados en la parte superior de la cruceta.

Una vez terminado el montaje de la estructura RVB1 se debe colocar el rack de una vía (porta neutro) a 2,40 m de la punta del poste como se muestra en la figura 3.22.

### 3.5.4 Montaje de las estructuras tipo RVA1

Para el montaje de las estructuras tipo RVA1 como se muestra en la figura 3.32 se prepara una cruceta centrada de 2,0 m., dos pies amigo de 1,20 m. con sus respectivo perno de 5/8” x 2”, un perno “U”, dos pernos espiga, una abrazadera tres pernos, tres aisladores tipo espiga, un tacho simple.





Figura 3.32 Estructura RVA1

El montaje de esta estructura se la realiza con un liniero, antes de subir al poste se arma la estructura colocando el perno "U" en el centro de la cruceta. El liniero sube la cruceta con el perno "U" mediante un cabo de servicio, se debe tener en cuenta el sentido de la corriente, saber donde está ubicada la fuente, la cruceta se instala quedando frente a la fuente. Se embona en el poste, figura 3.33, quedando en la línea de vida del cinturón del liniero a 40 cm. de la punta del poste permitiéndole al liniero ajustar las tuercas del perno "U".

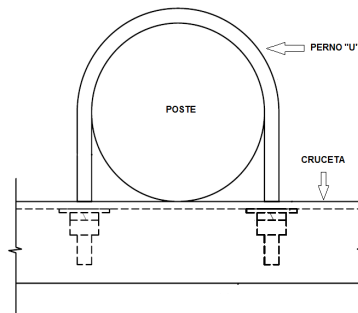


Figura 3.33 Fijación de cruceta al poste

Paso siguiente el liniero sube los pies amigos con sus respectivos pernos y los coloca a los lados de la cruceta, también se instala la abrazadera tres pernos en el poste. La parte inferior de los dos pies amigos se coloca en el perno del centro de la abrazadera como se muestra en la figura 3.34, el liniero debe observar que la

cruceta este a nivel para ajustar las tuercas de la abrazadera y realizar un reajuste en las del perno "U".

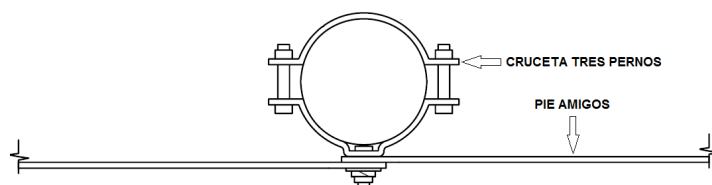


Figura 3.34 Pies amigos a poste

Con el cabo de servicio sube cuidadosamente dos pernos espiga con sus respectivos aisladores y se los coloca en la cruceta. Posteriormente se debe subir el tacho simple para colocarlo a 10 cm. de la punta del poste con su respectivo aislador, figura 3.35.

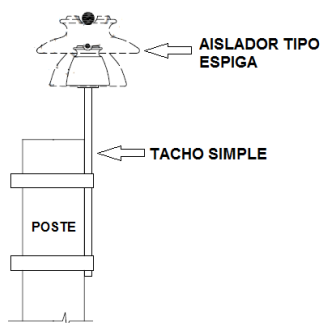


Figura 3.35 Tacho simple en el poste

Una vez terminado el montaje de la estructura RVA1 se debe colocar el rack de una vía (porta neutro) a 2,40 m. de la punta del poste como se muestra en la figura 3.22.

### 3.5.5 Montaje de las estructuras tipo RVA3

Para el montaje de las estructuras tipo RVA3 como se indica en la figura 3.36 se preparan dos crucetas centradas de 2,0 m., cuatro pies amigos de 1,20 m. con sus respectivos pernos de 5/8" x 2", dos platinas de unión, cuatro pernos 1/2" x 2", dos pernos espárragos, una abrazadera cuatro pernos, un tacho simple, un aislador tipo espiga, un collarín doble, seis aisladores de suspensión tipo cadena.



Figura 3.36 Estructura RVA3

Previamente en el piso se arma la estructura, los dos pernos espárragos se colocan en el centro de las dos crucetas y en los extremos se colocan las dos platinas de unión con los cuatro pernos de 1/2" x 2", los pernos se colocan en las perforaciones mas internas de las platinas de unión, figura 3.37.

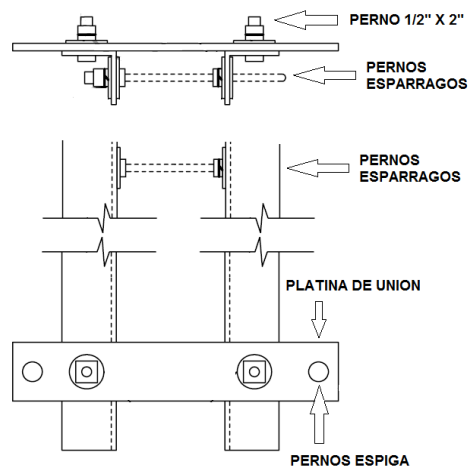


Figura 3.37 Preensamblado cruceta doble centrada

El liniero 1 se coloca en el barquillo con la estructura preensamblada y sube hasta la punta del poste mientras el liniero 2 se ubica en la parte superior. La estructura se embona en el poste como se muestra en la figura 3.16, dejándola a 50 cm de la punta. El liniero 2 ajusta las tuercas de los pernos espárrago, mientras el otro liniero sostiene la estructura con el barquillo y ajusta las tuercas de los pernos de 1/2" x 2".

El liniero 1 coloca los pies amigos en las crucetas con los pernos 5/8" x 2" como se puede apreciar en la figura 3.17, mientras el otro liniero coloca la abrazadera cuatro pernos en el poste, la parte inferior de los pies amigos se colocan en el perno del centro de la abrazadera, figura 3.18. En el caso que no coincida los pies amigos con el perno del centro de la abrazadera cuatro pernos se reemplaza por una de dos pernos.

Con un nivel que es colocado en el centro de las crucetas se observa que este a nivel, en el caso que no lo esté la abrazadera que sostiene al pie amigo debe subir o bajar del poste dependiendo el caso. Una vez que la cruceta esta a nivel se ajusta las tuercas de la abrazadera, posteriormente se debe reajustar las tuercas de los pernos espárragos. El collarín doble se coloca a 30 cm. de la punta del poste, figura 3.38, y ajusta las tuercas de los pernos.

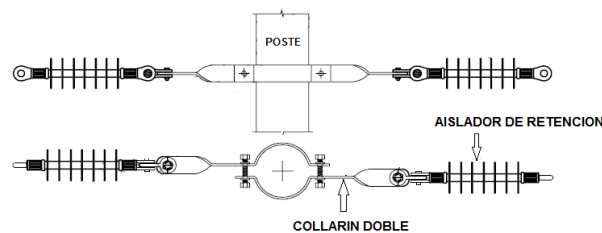


Figura 3.38 Collarín doble en poste

Adicionalmente se coloca un tacho simple a 10 cm de la punta del poste, figura 3.39, al momento de colocar el tacho simple se debe tener en cuenta el sentido de la corriente, saber donde está ubicada la fuente, el tacho se instala quedando frente a la fuente.

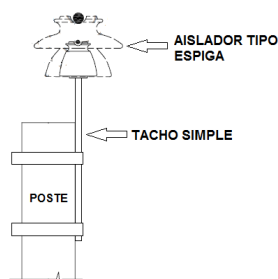


Figura 3.39 Tacho simple en poste

Con el cabo de servicio se sube cuidadosamente un aislador tipo espiga y lo coloca en el tacho simple y además sube seis aisladores de suspensión tipo cadena que son colocados en las perforaciones de los extremos de las platinas de unión, figura 3.40, y en el collarín doble.

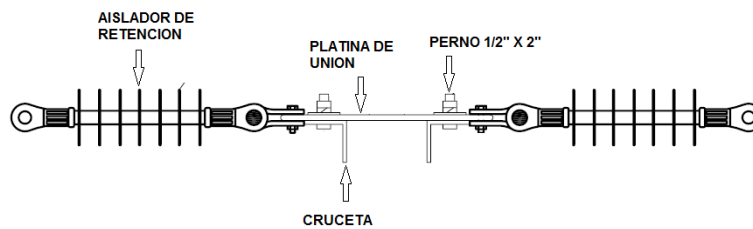


Figura 3.40 Aisladores de suspensión a la platina

Una vez realizado el montaje la estructura RVA3, un liniero coloca un collarín doble a 2,40 m. desde la punta del poste, se ajustan todas las tuercas de los dos pernos del collarín. La colocación del collarín doble en el neutro se debe a que se va a colocar grapas tipo pistola como se muestra en la figura 3.41 para la regulación y retención del conductor.

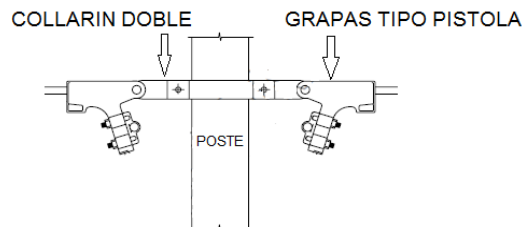


Figura 3.41 Collarín doble y grapas tipo pistola en poste

### 3.5.6 Montaje de las estructuras tipo RVA4

El montaje de las estructuras tipo RVA4 como se muestra en a figura 3.42 se realiza en los postes 1, 5, 6, 7 y 46, ANEXO 6. Se preparan dos crucetas centradas de 2,0 m., cuatro pies amigos de 1,20 m. con sus respectivos pernos de 5/8" x 2", dos platinas de unión, cuatro pernos de 1/2" x 2", dos pernos espárragos, una abrazadera cuatro pernos, un collarín simple, tres aisladores de suspensión tipo cadena.



Figura 3.42 Estructura RVA4

El montaje de la estructura RVA4 es similar al montaje de la estructura RVA3 con la diferencia que en este montaje no se instala el tacho simple y además solo se coloca tres aisladores de suspensión tipo cadena por el hecho que es una estructura terminal de un solo lado.

Una vez terminado el montaje la estructura RVA4, el liniero 2 coloca un collarín simple a 2,40 m. desde la punta del poste, se ajustan todas las tuercas de los dos pernos del collarín. La colocación del collarín simple en la estructura RVA4 (estructura de terminal), para el neutro se debe a que se va a colocar una grapa de retención tipo pistola como se muestra en la figura 3.43 para la regulación y retención del conductor.

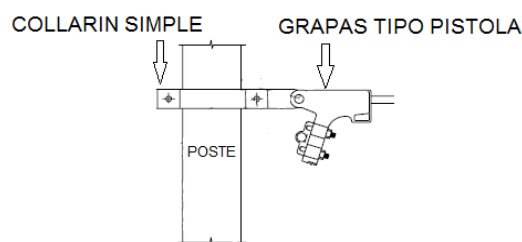


Figura 3.43 Collarín simple con grapas tipo pistola

### 3.5.7 Montaje de estructuras con derivaciones

El montaje de las estructuras tipo RVA4 – RVB1 (poste 6) se muestra en la figura 3.44.



Figura 3.44 Estructura RVA4 – RVB1

Inicialmente se realiza el montaje de la estructura RVA4 descrita en el literal 3.5.6 y posteriormente a 70 cm. de la estructura RVA4 se coloca la estructura RVB1, en este montaje ya no se embona la cruceta al poste, primeramente se coloca el perno “U” al poste y se coloca la cruceta, se ajusta las tuercas del perno “U” y la colocación del pie amigo es el mismo descrito en el literal 3.5.3. La estructura RVA4 está dirigida hacia los postes 8, 9, 10, 11, etc. La estructura RVB1 está dirigida hacia los postes 5 y 7 se considera esta estructura para tener una mayor facilidad para realizar los lazos de los conductores en esta derivación.

El montaje de las estructuras tipo RVA2 – RVA4 (poste 46) se muestra en la figura 3.45.



Figura 3.45 Estructura RVA2 – RVA4

El montaje de esta estructura se la realiza en el poste 46, ANEXO 6. La estructura RVA2, es una estructura ya existente del alimentador primario "B" de la subestación San Rafael, posteriormente parte de este primario pasa a funcionar con el nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto. Se debe tener en cuenta que al momento de realizar este montaje en el poste, el alimentador "B" de la subestación San Rafael esta energizado, para realizar este montaje se debe abrir los lazos en media tensión un vano antes con los operadores de líneas energizadas, en el siguiente vano se tiene seccionadores barra normalmente abierto en estos dos postes es necesario colocar cortocircuitos que se conectan a tierra para realizar el montaje de la estructura.

Para el montaje de la estructura RVA4 previamente se arma en el piso donde se coloca un perno espárrago en el centro de las dos crucetas y en ese lado mismo se coloca una de las platinas de unión con los dos pernos de 1/2" x 2", los pernos se colocan en las perforaciones mas internas de las platinas de unión.

El liniero 1 se coloca en el barquillo con la estructura preensamblada y sube, el liniero 2 se ubica en la parte superior del poste, la estructura RVA4 se coloca debajo de la abrazadera de los pies amigos de la estructura RVA2, en esta ocasión el montaje se la realiza en forma lateral es decir el poste pasa por el medio de las dos crucetas hasta llegar al perno esparrago, el liniero 1 sostiene la estructura con el barquillo mientras el otro coloca el segundo perno esparrago y ajusta completamente los dos pernos espárragos además debe colocar la platina de unión con los pernos de 1/2" x 2" .

El liniero 1 coloca los pies amigos en las crucetas con los pernos 5/8" x 2", mientras el liniero 2 coloca la abrazadera dos pernos en el poste y la parte inferior de los pies amigos se colocan en los pernos de la abrazadera. Los linieros observan que las crucetas estén a nivel para realizar el ajuste respectivo de todas las tuercas.

Al tener una estructura en "A", el liniero 2 coloca en el poste secundario el collarín simple a 10 cm. antes de la cruceta. Con el cabo de servicio el liniero 1 sube



cuidadosamente los tres aisladores de suspensión tipo cadena y estos son colocados en las perforaciones de las platinas de unión y en el collarín.

Una vez terminado el montaje la estructura RVA4, se coloca un collarín simple debajo de la abrazadera del los pies amigos para colocar una grapa tipo pistola para la regulación y tendido del conductor neutro.

El montaje de la estructura MVF2 en el poste 2, figura 3.46, está compuesta de dos partes: la primera se tiene una estructura tipo RVA3 y adicionalmente en la parte inferior se coloca un juego de seccionadores barra.



Figura 3.46 Montaje MVF2

Anteriormente en el literal 3.5.5 se detalla el montaje de la estructura RVA3 paso siguiente se realiza la instalación de los seccionadores barra para esto se necesita una cruceta centrada de 2,0 m., un perno "U", un pie amigo, un perno 5/8" x 2" y una abrazadera dos pernos, tres seccionadores barra, conductor de cobre y conectores.

La instalación de los seccionadores barra normalmente cerrados se realiza días después del montaje de la estructura RVA3, sirve para conectar o desconectar el nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto, este montaje lo realizan los operadores de líneas energizadas con un camión canasta, dos operadores se ubican en los dos barquillos del camión previamente deben revisar que todos sus equipos de protección estén en buen estado, previamente se debe cubrir los tres conductores energizados con cobertores de goma y mantas especiales para estos trabajos evitando una posible fuga de corriente, una vez cubierta la línea los

operadores mediante un cabo de servicio suben la cruceta con el perno "U", se coloca en el poste el perno "U" a 60 cm. de las crucetas de la estructura RVA3, la cruceta se coloca en el perno "U" y se justa las tuercas.

Se sube el pie amigo y se coloca en el lado izquierdo de la cruceta y la abrazadera se coloca en el poste, la parte inferior del pie amigo se colocan en uno de los pernos de la abrazadera, el liniero debe observar que la cruceta este a nivel, en el caso que no lo esté la abrazadera debe subir o bajar del poste dependiendo el caso y se ajusta todas las tuercas de los pernos. No se coloca el otro pie amigo porque este queda muy cerca de la bajada del seccionador barra del centro.

Los operadores de líneas energizadas suben los seccionadores barra y los colocan en la cruceta con pernos de 1/2" x 2", figura 3.47. La conexión de las fases a los seccionadores barra se realiza con conductor de cobre comúnmente llamado *bajadas*, donde parte inferior de los seccionadores se conectan a las fases hacia el poste 3 y la parte superior al hacia el poste 1.

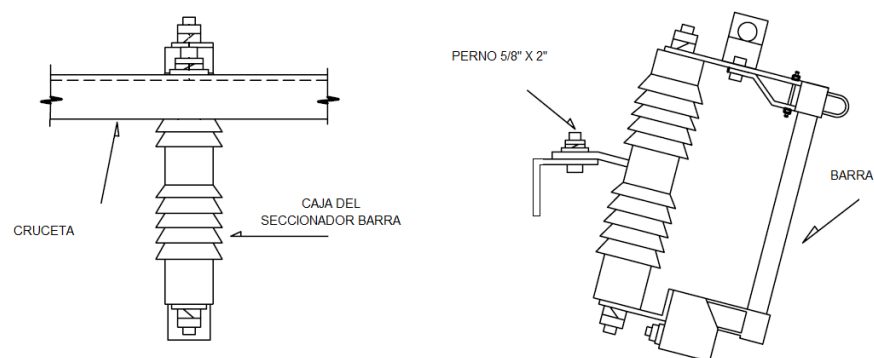


Figura 3.47 Seccionador barra en la cruceta

Para tener una mayor facilidad de maniobra dos seccionadores barra se colocan en el costado derecho de la cruceta y uno en el costado izquierdo.

Igualmente en el poste 7 se realiza el montaje de la estructura MVF2 con la diferencia que estos seccionadores barra tienen la función de realizar interconexiones entre el alimentador primario "C" de la subestación Conocoto y el nuevo alimentador de la misma subestación, figura 3.48.

En el poste 7 se tiene una estructura RVA1 que es del alimentador primario "C" y debajo se tiene una estructura RVA4 que deriva hacia el poste 5 que alimenta un transformador trifásico.

Para la instalación de los seccionadores barra es necesario realizar una modificación a la estructura MVF2 por motivo de alturas, si los seccionadores barra se los coloca al poste se dificulta la conexión de las bajadas de las fases a los seccionadores, para la instalación de los seccionadores barra se decide colocarlos en la parte posterior de la estructura tipo RVA4, colocando dos seccionadores en las platinas de unión y uno en la cruceta, figura 3.48.



Figura 3.48 Montaje MVF2 (modificación)

La instalación de los seccionadores barra normalmente abiertas la realizan los operadores de líneas energizadas, previamente se deben revisar todos sus equipos de protección para evitar posibles accidentes además se desconectan el transformador trifásico que se encuentra al otro lado de la autopista. Dos operadores suben en los dos barquillos del camión canasta y se ubican en la parte superior del poste y cubren las tres fases energizadas del alimentador "C" con cobertores de goma y mantas especiales para realizar estos trabajos evitando una posible fuga de corriente. Los operadores se ubican tras la estructura RVA4 y con un cabo de servicio suben los seccionadores barra y colocan en las platinas de unión y en la cruceta con pernos de  $\frac{1}{2}$ " x 2", se debe retirar dos pies amigos del costado derecho de las barras ya que al momento de su instalación el conductor comúnmente

llamada *bajadas*, que une la parte inferior seccionador con el conductor de la estructura RVA4, se instalan dos seccionadores barra al costado derecho para tener una mayor facilidad de maniobra de los seccionadores.

Al momento de conectar las bajadas se retiran los lazos del alimentador primario que unen a la derivación que va al transformador trifásico. Se debe tener en cuenta como estaban realizados los lazos para realizar la misma conexión con los seccionadores. Es necesario colocar un perno espiga con su respectivo aislador para fijar ahí la bajada de la fase “U” por ser bastante larga y evitar que esta llegue a topar con la cruceta o el poste. La parte inferior de los seccionadores se conectan a las fases de la derivación y la parte superior al conductor del alimentador “C”, las bajadas son de conductor cobre aislado y se utilizan conectores de aleación de cobre- aluminio para la conexión. Concluido el montaje de los seccionadores se retiran todas las protecciones que utilizaron los operadores de líneas energizadas.

El poste 5 es un poste ya existente donde se tiene estructuras con derivación RVA4 – RVA4 como se muestra en la figura 3.49.



Figura 3.49 Estructura RVA4 – RVA4

### **3.6 COLOCACION DE TENSORES**

En la tabla 3.2 indica los postes donde se van a colocar los cables tensores angulares o de retención. Los cables tensores angulares se colocan al contrario de donde forman el ángulo los conductores de la red del alimentador primario la distancia horizontal donde se va a colocar en bloque con la varilla de anclaje es de 6

m. igualmente que los tensores de retenida, en este caso los cables tensores se instalan en los dos lados del poste, en el neutro de las estructuras RVA3 se coloca cables tensores de retenida.

POSTE	ESTRUCTURA	ALTURA POSTE (m)	TENSOR
1	RVA4	11,5	RETENCION
2	MVB2	11,5	
3	Torre de	11,5	RETENCION
4	transformacion 30	11,5	
5	RVA4 - RVA4	11,5	RETENCION
6	RVB1 - RVA4	11,5	RETENCION
7	RVA4	11,5	POSTE-POSTE, RETENCION
8	RVB1	11,5	
9	RVB1	11,5	
10	RVB1	11,5	
11	RVB1	11,5	
12	RVB1	11,5	
13	RVB1	11,5	
14	RVB1	11,5	
15	RVB1	11,5	
16	RVB1	11,5	
17	RVA3	11,5	RETENCION
18	RVA1	11,5	
19	RVA1	11,5	
20	RVB1	13,5	
21	RVB2	13,5	Poste en "A"
22	RVB1	11,5	
23	RVB1	11,5	
24	RVB2	11,5	Poste en "A"
25	RVB1	11,5	
26	RVB1	11,5	
27	RVB1	11,5	
28	RVB1	11,5	
29	RVB1	11,5	
30	RVB1	11,5	
31	RVB1	11,5	
32	RVA3	11,5	RETENCION
33	RVB1	13,5	
34	RVB2	13,5	POSTE- POSTE, ANGULAR
35	RVB1	11,5	ANGULAR
36	RVB1	11,5	ANGULAR
37	RVB1	11,5	ANGULAR
38	RVB1	11,5	ANGULAR
39	RVA3	11,5	Poste en "A", RETENCION
40	RVB1	11,5	ANGULAR
41	RVB1	13,5	ANGULAR
42	RVB1	13,5	
43	RVB1	11,5	
44	RVB2	11,5	Poste en "A"
45	RVA2	11,5	POSTE- POSTE ANGULAR
46	RVA1 - RVA4	11,5	Poste en "A"

Tabla 3.2 Tensores

Los cables tensores que se van a colocar en media tensión deben tener en el medio un aislador de retenida conocido como *aislador huevo*. Para la colocación del cable en el aislador de retenida, los linieros cortan un pedazo de aproximadamente 3,5m. A 75 cm. antes de la punta del cable tensor se realiza una “muesca”<sup>11</sup> pequeña para el encaje en el orificio del aislador de retenida, para tener una mayor facilidad de

<sup>11</sup> Muesca: Concavidad o hueco que hay o se hace en una cosa para encajar otra

maniobra el aislador de retenida se coloca en la punta de una barra y con un alicate se realiza una nueva muesca en los dos lados del cable tensor tomando como referencia el filo el aislador de retenida, figura 3.50.



Figura 3.50 Muesca en el aislador de retenida

Realizada la muesca en los dos lados del cable tensor estos se unen y se realiza el entorche hilo por hilo como se muestra en la figura 3.51. El entorche del cable tensor debe ser de 20cm.



Figura 3.51 Entorche del cable tensor

En la otra perforación del aislador de retenida se coloca el cable tensor de 11 m. de longitud la muesca y el entorche es similar al caso anterior figura 3.52.



Figura 3.52 Entorches en el aislador de retenida

Para instalar los tensores en los postes se debe colocar el liniero en su parte superior. En el pedazo más corto, aproximadamente a 1 m. de desde la punta del tensor hacia el aislador de retenida se realiza una muesca, figura 3.53, esto permite tener una mayor facilidad para maniobrar el cable en el poste.



Figura 3.53 Muesca en el cable tensor

La muesca se coloca en el poste encima de la cruceta, figura 3.54, el liniero toma una llave de pico que tenga un orificio en el extremo del mango, la punta del tensor se introduce en el orificio de la llave hasta llegar a la muesca.



Figura 3.54 Instalación del cable tensor

La punta del cable tensor debe pasar por debajo del resto del cable que va al piso con la llave de pico quedado la muesca pegada al poste, se ejerce presión con la llave de pico sobre el resto del tensor que va al piso dando así una media vuelta, la punta del mismo se vuelve a dar una vuelta en el poste. Igualmente la punta del cable tensor y la llave de pico deben pasar nuevamente por debajo del cable que va al piso, dando cinco vueltas sobre el cable que va al piso, figura 3.55, una vez



terminado de retirar la llave de pico y se toma un alicate el cual nos ayuda a entorchar uno a uno los hilos del tensor.



Figura 3.55 Entorche del cable tensor

Para regular el cable tensor en el piso se debe tener una varilla de anclaje que es colocada en el bloque de anclaje, figura 3.56.

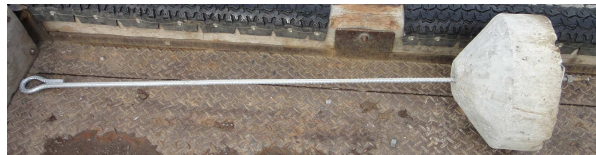


Figura 3.56 Bloque y varilla de anclaje

El bloque con la varilla son colocados en la perforación antes hecha por el barreno, se rellena la perforación, la distancia del ojal de la varilla al piso es de 30 cm. como se muestra en la figura 3.57.



Figura 3.57 Distancia del ojal de la varilla al piso

La regulación del cable tensor se realiza en el piso para esto se debe tener la herramienta adecuada que es una uña de tensor y un teclé, figura 3.58.





Figura 3.58 Uña de tensor y Tecele de cadena

El liniero amarra la cadena del tecele en la varilla de anclaje antes del ojal como se muestra en la figura 3.59.



Figura 3.59 Amarre de la cadena del tecele al ojal

Con la uña de tensor se sujeta el cable y con el gancho que está en el cuerpo del tecele se toma la uña. La cadena del tecele debe quedar estirada para regular el tensor, figura 3.60.



Figura 3.60 Sujeción del tecele al cable tensor

La regulación del cable tensor se la realiza en forma manual, el liniero empieza a dar la vuelta al mango del tecle y la cadena empieza a recogerse regulando el cable tensor, se debe observar la posición del poste es decir el poste no debe quedar demasiado inclinado hacia el cable tensor. El liniero procede a doblar el cable en forma de “U” a esto lo llamamos *muesca* y se la realiza tomando como referencia la parte superior del ojal de la varilla. El cable tensor debe pasar por el ojal hasta llegar a la muesca como se muestra en la figura 3.61. Si la muesca no llega al ojal se dará una vuelta adicional al mango del tecle hasta que la muesca llegue.



Figura 3.61 Muesca en el cable tensor

En punta del cable tensor introducimos el ojal del mango de la llave de pico para tener mayor facilidad de maniobra, al resto del cable y la llave se pasa por el medio de la cadena y del cable regulado como se muestra en la figura 3.62, si la varilla de anclaje empieza a girar se debe colocar una barra por el medio del ojal quedando incrustada con el piso e impidiendo que gire.



Figura 3.62 Introducción de la llave de pico en el tensor

El liniero toma el cable que esta con la llave de pico y da una media vuelta sobre el cable tensor regulado. Y el resto del cable se lo vuelve a introducir de nuevo por el ojal de la varilla como se puede observar en la figura 3.63, este procedimiento es denominado *realizar el 8*. Se repite en procedimiento de tomar el cable tensor con el ojal de llave de pico y se da una vuelta completa al cable regulado.



Figura 3.63 Introducción del tensor al ojal

Realizada la vuelta al cable tensor, el mango del teclé se lo hace girar en sentido contrario al que se regulo, la cadena se afloja y se retira el cuerpo del teclé con la uña de tensor, se prosigue a dar tres vueltas al cable tensor. El liniero retira un hilo del cable y con un alicate empieza a entorchar el hilo al cable regulado, figura 3.64. El entorche se realiza con todos los hilos del cable tensor.



Figura 3.64 Entorche del cable tensor

### 3.6.1 TENSOR POSTE A POSTE

En el presente proyecto se necesita poner tensor poste a poste, tabla 3.2, para esto se procede a colocar el cable tensor en la punta del poste principal, la longitud del cable tensor es medido previamente de acuerdo al ancho de las vías secundarias.

Se plantan los dos postes de 9 m. denominado poste secundario para dar mayor altura al cable tensor por las calles secundarias paralelas a la autopista general Rumiñahui. El poste se deja inclinado como se muestra en la figura 3.65, adicionalmente se debe colocar un bloque con su respectiva varilla de anclaje en la perforación esta línea recta desde la punta del poste secundario hacia el piso.

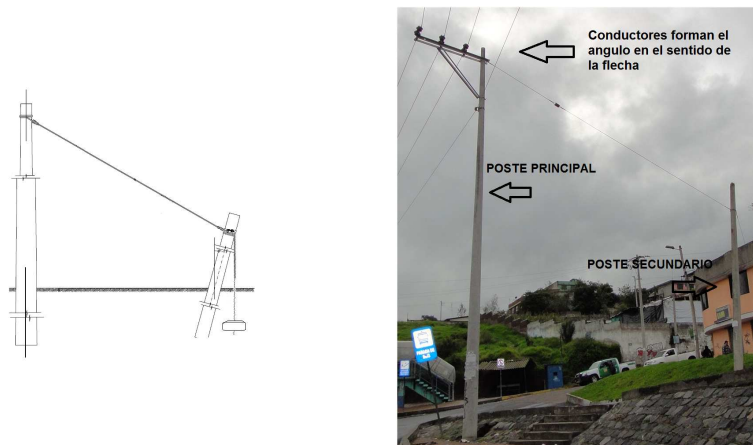


Figura 3.65 Poste tensor

La colocación del cable tensor en el poste secundario, el liniero se sube y toma el cabo de servicio da dos vueltas al poste y lo amarra a la altura donde se va a colocar el cable tensor. El gancho del cuerpo del tecle se coloca donde se amarro el cabo de servicio, el liniero debe estirar el cable tensor para colocar la uña y el gancho de la cadena del tecle colocando lo más distante posible.

La regulación del cable tensor se la realiza en forma manual, el liniero debe dar varias vueltas el mango del tecle, figura 3.66, las personas que se encuentre en el piso deben observar el poste principal y su inclinación, una vez regulado el cable tensor se realiza la muesca, el procedimiento de colocación y entorche del cable

tensor es el mismo que se coloca al poste principal. El liniero que se encuentre en el poste secundario debe colocar otro cable tensor en la parte superior de donde coloco el anterior, este cable va al piso donde otro liniero lo regula.



Figura 3.66 Regulación en el poste secundario

### **3.7 TENDIDO Y REGULACIÓN DEL CONDUCTOR**

El tendido del conductor sobre los postes no se debe efectuarse hasta que no esté totalmente realizado todo el montaje las estructuras tipo. Para el tendido del conductor se necesita cuatro carretes o bobinas de conductor de aluminio No. 4/0 AWG para las fases y de No. 2/0 AWG para el neutro, figura 3.67.



Figura 3.67 Carretes de conductor de aluminio

El tendido del conductor se lo realiza por tramos:

El primer tramo está comprendido el poste 6 y 32 es decir entre la subestación Conocoto y el sector de la ciudadela Hospitalaria (Puente 7), como se muestra en la figura 3.68. El tendido del conductor en este tramo se lo realiza en dos partes:



La parte A esta comprendido desde el poste 6 hasta el 17. Y la parte B desde el poste 17 hasta el 32.

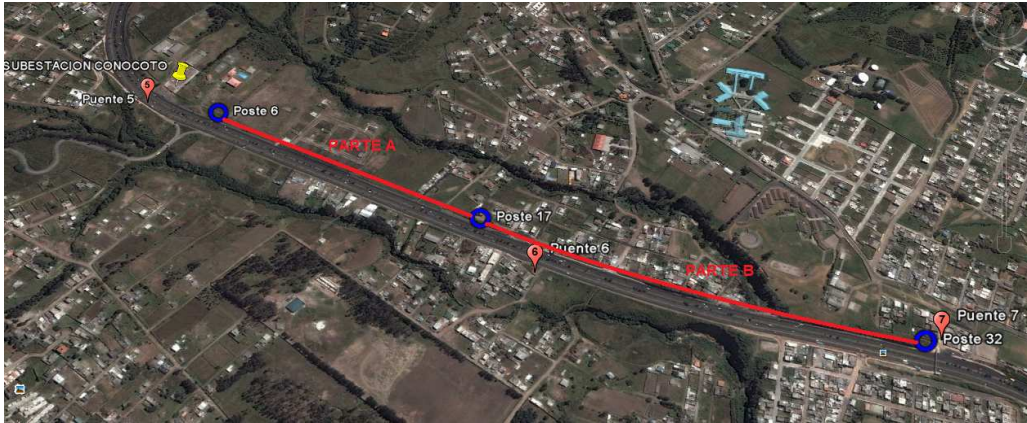


Figura 3.68 Primer tramo

En este tramo por considerarse el de mayor distancia se utiliza dos camiones grúas, de las zonas de Sangolquí y Calderón para el transporte de los carretes del conductor, cuatro camiones canastas y tres grupos de mantenimiento de las zonas de Calderón, Sangolquí y Tumbaco.

La parte A del tendido del conductor está a cargo del grupo de mantenimiento de Sangolquí con un camión grúa y dos camiones canastas, la parte B está a cargo de dos grupos, Calderón y Tumbaco, igualmente con un camión grúa y dos camiones canastas. Para el tendido del conductor del nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto es necesario suspender el tránsito vehicular en uno de los tres carriles en el sentido del Sangolquí-Quito de la autopista general Rumiñahui, desde el sector del puente 7 hasta la subestación Conocoto.

Los dos camiones grúas transportan los carretes y se ubican en el poste 17, el brazo de la grúa toma el carrete del conductor de aluminio 4/0 AWG para las fase, dos linieros toman el extremo del conductor de un carrete y empiezan a llevar hacia el poste 6, igualmente otros linieros toman el extremo del conductor del otro carrete y lo llevan hacia el poste 32, mientras los operadores de los camiones grúas ayudan a desenrollar el conductor del carrete como se muestra en la figura 3.69.



Figura 3.69 Desenrollado del conductor

Una vez que el conductor esta tendido tres “vanos”<sup>12</sup>, este es colocado en las poleas de rondana que se encuentran en el poste 17, figura 3.70.



Figura 3.70 Polea de rondana

Mientras el conductor se aleja más del carrete este se vuelve más dificultoso para jalar por lo que es necesario de más personas para jalar hasta llegar a los postes 6 y 32 a estos postes se los considera terminales en este tramo.

Una vez que el conductor llega a los postes 6 y 32, este es colocado en las grapas tipo pistola, a este paso se lo conoce como *anclaje del conductor*. Las grapas tipo pistola se encuentran instaladas en los aisladores de suspensión tipo cadena, para colocar el conductor en las grapas el liniero debe desajustar las tuercas de la misma, al instalar las grapas se debe tener en cuenta el sentido en que se va a realizar

---

<sup>12</sup> Vano: Distancia entre poste y poste

lazo, si el lazo es hacia la parte superior la parte de las tuercas de la grapa va hacia arriba, si el lazo es hacia la parte inferior la parte de las tuercas va hacia abajo. El conductor debe ser introducido aproximadamente 3,0 m. con la finalidad de realizar los lazos correspondientes, en este punto el liniero debe realizar un dobléz en el conductor formando un ángulo como se muestra en la figura 3.71, este debe quedar justo en el ángulo de la grapa, el liniero ajusta las tuercas de la grapa con la llave de pico, estas deben quedar bien ajustadas y evitar que el conductor se salga.



Figura 3.71 Doblez del conductor

Una vez realizado el anclaje, el conductor es colocado en los aisladores tipo espiga por los linieros que se encuentran en los barquillos de los camiones canastas, el primer conductor es colocado en el aislador que está más cerca del poste como se muestra en la figura 3.72. Este procedimiento se vuelve a repetir con los dos conductores restantes en la parte A y B de este tramo. Al inicio de la parte B se tiene dos postes con estructura RVA1 en estos postes los linieros se ubican en la parte superior y suben el conductor mediante cabos de servicio.



Figura 3.72 Colocación del conductor en los aisladores



En el poste donde se empezó a realizar el tendido del conductor también se va a regular el conductor. Para la regulación del conductor de aluminio se necesita tecles y uñas de líneas, figura 3.73, para este caso al tratarse de un poste terminal de lado y lado se necesita seis tecles y seis uñas de línea.



Figura 3.73 Uña de línea y Tecele

En la parte superior del poste con estructura RVA3 se encuentra ubicado un liniero, mediante un cabo de servicio sube los tecles con la uñas de línea y los coloca en cada una de las grapas tipo pistola. Las grapas tipo pistola tienen un ojal donde se coloca el gancho del cuerpo del tecele quedando libre la cadena con la uña de línea. El conductor que se encuentra en la polea de rondana es jalado por dos linieros que se encuentran en el piso con el fin recoger el conductor que esta tendido mientras el liniero que se encuentra en la parte superior del poste coloca la uña de línea que está en el gancho de la cadena del tecele al conductor lo más distante posible como se muestra en la figura 3.74. El conductor es cortado por el liniero que se encuentra en la parte superior del poste.



Figura 3.74 Anclaje del conductor con tecele

El mismo procedimiento de tendido del conductor se realiza con los dos conductores restantes de las fases que faltan. La regulación del conductor se la realiza una vez que los seis conductores estén anclados en el poste RVA3, la regulación se empieza por los conductores de los extremos de las dos partes.

En el poste RVA3, dos camiones canastas se estacionan a los lados del poste, en los barquillos de los camiones canasta se encuentran dos linieros que se ubican en los extremos de las crucetas y toman el tecele y empiezan hacer girar el mango con la finalidad de regular el conductor, figura 3.75, el girar el mango del tecele es más conocido como *teclear*, la cadena del tecele se empieza a recorrer con el conductor hasta que el gancho del tecele topa con el cuerpo si en este punto no se logra regular el conductor, el liniero fija el conductor en la cruceta hasta recorrer de nuevo la cadena del tecele con la uña de línea se repite el procedimiento anterior de *teclear* hasta que los jefes de grupos de mantenimiento y linieros más antiguos que se encuentran en el piso con un criterio basado en la experiencia y aplicando básicamente el proceso de regulación de los conductores por visualización, observan que los dos conductores estén igualmente regulados, los linieros que están regulando también observan cómo está el conductor y conjuntamente con los linieros que están en el piso deciden que el conductor está regulado.



Figura 3.75 Regulación del conductor

Para una mejor regulación se recomienda dar una vuelta adicional al mango del tecele. El liniero que se encuentra en el poste mide 3,0 m. de conductor desde la grapa de retención para realizar los lazos y corta el conductor, los linieros que regularon moldean el conductor y lo dejan lo más recto posible, este conductor se lo pone paralelo a la cadena del tecele, se realiza un dobléz en forma de escuadra justo en el ángulo de la grapa tipo pistola, el conductor es introducido en la grapa si el dobléz queda un poco antes del ángulo de la grapa tipo pistola se recomienda teclear una vez más hasta que el dobléz del conductor calce en el ángulo de la grapa y el liniero ajusta las tuercas de la grapa. El liniero que se encuentra en el barquillo gira en tecele en sentido contrario al que regulo y la cadena se empieza aflojar hasta que se puede retirar la uña de línea del conductor y el tecele de la grapa tipo pistola quedando el conductor anclado como se muestra en la figura 3.76.



Figura 3.76 Conductor anclado

El siguiente paso es regular los dos conductores de los extremos de la parte B de este tramo quedando finalmente los conductores del medio por regular, se aplica el mismo procedimiento de regulación. Terminado el anclaje del conductor en el poste 17 los linieros que se encuentran en el resto de postes y los barquillos de los camiones canasta debe sujetar el conductor a los aisladores tipos espiga. Además se realiza los lazos que unen la parte "A" con la "B" de este tramo como se puede observar en la figura 3.77.



Figura 3.77 Lazos

La realización de los lazos es formar un semicírculo con el conductor debajo de la cruceta uniendo los dos extremos del conductor con conectores de ranura paralela, la distancia de la cruceta al lazo es de 60 cm. para esto se mide al conductor sobrante después de las grapas tipo pistola si es demasiado largo se corta teniendo así mayor facilidad de moldear al conductor, en los lazos del conductor del centro se realiza por la parte superior de la cruceta se aplica el mismo procedimiento anterior para realizar lazos pero adicionalmente este lazo se ata al aislador tipo espiga como se muestra en la figura 3.78

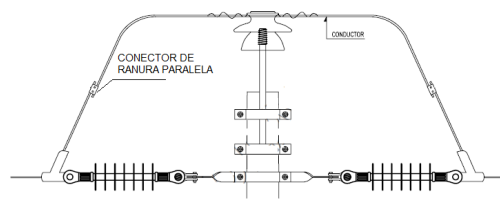


Figura 3.78 Lazo superior

El segundo tramo se lo realiza desde el poste 2 hasta el poste 7 del plano de diseño como se muestra en la figura 3.79.

En este tramo lo que se realiza es el cambio de la sección del conductor del no. 2 AWG al No. 4/0 AWG. Se tiene una derivación desde el alimentador primario "C" Conocoto que parte desde el poste 7 hasta el poste 3 donde se alimenta a un transformador trifásico particular, los postes 3, 4, 5, 7 son existente y los que se plantaron son el número 2 y 6, cabe recalcar que el poste numero 7 se encuentra al otro lado de la autopista general Rumiñahui, figura 3.79. En este cambio de sección del conductor ya no parte del poste 3 sino del 2 y pasa por el 6.



Figura 3.79 Segundo Tramo

Al segundo tramo lo dividimos en dos partes:

La parte "A" está comprendida entre el poste 2 y el 5 (poste con derivación RVA4-RVA4). La parte "B" está comprendida entre el poste 5 y el 7.

En el tendido de conductor de este tramo se utiliza un camión grúa, un camión canastas, un camión canasta de líneas energizadas, un grupo de operadores de líneas energizadas y un grupo de mantenimiento, todos estos pertenecientes a la zona de Sangolquí.

Para el cambio de la sección del conductor en este tramo, se debe tener en cuenta que la derivación que parte desde el poste 7 hasta el transformador trifásico está energizada. El grupo de operadores de líneas energizadas con todas las protecciones realizan la suspensión de la energía en el poste 7, desconectando los lazos a esta derivación, los conductores del primario "C" de la subestación Conocoto son cubiertos con mangueras de goma y mantas de protección.

El personal del grupo de mantenimiento sube a los postes en la parte "A", en la torre de transformación y retiran los conectores en las fase de media tensión que conectan a las bajadas desde las fases de media tensión hasta los bushing del transformador trifásico, también se retiran los alambres de amarre del poste 4 que sujetan las fases de media tensión, en el poste 5 del plano de diseño se encuentran

dos linieros que cortan el conductor de las fase, previamente en el conductor es colocado una uña de línea y un cabo que es sujetado a la cruceta , el liniero debe sostener el aislador de suspensión para cortar el conductor en el filo de las grapas tipo pistola, el cabo de servicio es desatado de la estructura y el conductor baja al piso, el liniero que se encuentra en el poste 3 corta el conductor anclado a los dos aisladores tipo espiga este procedimiento se lo vuelve a repetir con las dos fases restantes.

Para el tendido del conductor se realiza desde el poste 2 hasta el 5, la grúa se coloca cerca del 2 con el carrete del conductor de aluminio 4/0 AWG para las fases, el conductor es jalado por los liniero hasta llegar al 5, mientras el operador del camión grúa maniobra el carrete evitando que el conductor se enriede. En el poste 5 el liniero sube el conductor y ancla en las grapas tipo pistola dejando un exceso de conductor de 3,0 m. para realizar lazos, los linieros que se encuentran en los postes 3 y 4 suben el conductor y lo colocan en los aisladores, el liniero que está en el poste 2 sube el conductor mediante un cabo de servicio y los sujeta en la parte superior del poste y corta el conductor.

En la parte B de este tramo el camión grúa con el carrete se traslada a la parte posterior del poste 5, el conductor a cambiar se encuentra todavía anclado en las grapas tipo pistola. Para cambiar la sección del conductor, el conductor nuevo se empalma al antiguo que nos sirve como guía. El conductor debe pasar la autopista general Rumiñahui, un camión canasta se ubica con un liniero en el poste 6 para ayudar a jalar y sostener el conductor para evitar que este se caiga, los operadores de líneas energizadas con su respectivo camión canasta se encuentran ubicados en el poste 7, ellos jalan la guía hasta que llega el nuevo conductor y anclan en las grapas tipo pistola, los linieros que se encuentran en el poste 5 regulan el conductor, en este se coloca una uña de línea con la cadena y el tecele se ubica en el ojal de la grapa para su regulación, este procedimiento se vuelve a repetir con las dos fases restantes.

El tendido el conductor de las tres fases en la parte "B", los linieros empiezan la regulación por las fases de los extremos, el personal más antiguos que se encuentran en el piso con un criterio basado en la experiencia y aplicando básicamente el proceso de regulación por visualización, observan los conductores están regulados, los linieros que están regulando observan cómo está el conductor y conjuntamente con los linieros que están en el piso deciden que el conductor está regulado. Los linieros que están regulando dejan un excedente de conductor desde la grapa de retención para realizar los lazos, el conductor se moldea dejándolo lo más recto posible y se lo pone paralelo a la cadena del teclé antes de introducir el conductor a la grapa se realiza un dobléz en forma de escuadra justo en el ángulo de la grapa, si el dobléz queda un poco antes del ángulo se recomienda teclear una vez más hasta que el dobléz calce en el ángulo de la grapa, y se ajusta las turcas de la grapa. Para retirar el teclé, el mango del teclé debe gira en sentido contrario al que se regulo y la cadena se afloja hasta que se puede retirar la uña de línea del conductor y el teclé de la grapa tipo pistola. El siguiente paso es regular el conductor del centro se aplica el mismo procedimiento de regulación que las dos fases anteriores.

En este punto los linieros que se encuentran en el poste 5 realizan los lazos correspondientes a este poste igualmente en el poste 6 el liniero realiza los lazos correspondientes, mientras en el poste 2 el camión canasta con un liniero en barquillo empiezan a realizar la regulación por la fase "U", el proceso de regulación del conductores el mismo descrito anteriormente, en el poste 2 al ser terminal de deja 20 cm. de conductor después de las grapas tipo pistola para realizar cualquier conexión. Los linieros deben sujetar el conductor a los aisladores tipo espiga y conectar las bajas del transformador a las fases en media tensión. Concluida la regulación y la sujeción del conductor los linieros se retiran de los postes para que los operadores de líneas energizadas realicen la energización en el poste 7 realizando los lazos nuevamente hasta que se coloquen los seccionadores barra normalmente abiertas, hay que tener en cuenta como ya se realizaron los lazos en el



poste 6 queda energizado una parte del nuevo alimentador primario hasta el poste 32, esta alimentación se la realiza con el primario "C" de la subestación Conocoto.

El tercer tramo está comprendido entre el sector de la ciudadela Hospitalaria (puente 7) y el sector del puente 8 como se muestra en la figura 3.80.

El tendido del conductor se lo realiza desde el poste 32 hasta el 39, figura 3.80, los postes 32 y 39 están con estructuras RVA3 y con tensores de retención por lo que permite se regular un solo lado. Se necesita suspender el tránsito vehicular en una parte del carril en el sentido del Sangolquí-Quito de la autopista general Rumiñahui, desde el sector del puente 8 hasta la ciudadela hospitalaria (puente 7).



Figura 3.80 Tercer tramo

Para el tendido del conductor se utiliza un camión grúa, dos camiones canastas y uno de líneas energizadas, un grupo de operadores de líneas energizadas y uno de mantenimiento todos pertenecientes a la zona de Sangolquí.

El camión grúa lleva el carrete del conductor de aluminio 4/0 AWG y se ubica en el poste 39, dos linieros toman el conductor y empiezan a jalar mientras el operador del camión grúa ayuda a desenrollar el conductor del carrete. Una vez que el conductor llega al poste 32 se debe sobrepasar aproximadamente 3,0 m. igualmente sucede en el 39 para realizar los lazos y se corta el conductor, en los postes 32 y 39 el conductor es sujetado a los postes mientras se tiende los otros dos conductores.



Terminado el tendido del conductor, el camión canasta del grupo de líneas energizadas se ubica en el poste 32, cabe recalcar que al lado posterior del poste los conductores están energizados, dos operadores de líneas energizadas suben en el barquillo del camión canasta y con todas las precauciones del caso anclan el conductor en las grapas tipo pistola, en el poste 39 se coloca un camión canasta con un liniero en el barquillo y otro que se encuentra en la parte superior con un cabo de servicio suben los conductores y lo sujetan a la cruceta, en los postes restantes se van colocando los conductores en los aisladores.

El proceso de regulación del conductor en este tramo es similar que en los tramos anteriores. En el poste 32 no se realizan lazos el conductor excedente se enrolla.

El cuarto tramo está comprendido entre el sector del puente 8 y el sector de la entrada a la urbanización Armenia, figura 3.81.



Figura 3.81 Cuarto tramo

El tendido del conductor en este tramo se lo realiza desde el poste 39 hasta el poste 46, figura 3.81. Para el tendido del conductor se necesita suspender el tránsito vehicular en una parte del carril en el sentido del Sangolquí-Quito de la autopista general Rumiñahui, desde el sector del puente 8 hasta el sector de la entrada a Conocoto, además se suspende una parte de la vía secundaria que sale de la urbanización Armenia hacia la autopista general Rumiñahui.

En este tramo se utiliza un camión grúa, dos camiones canastas, un camión canasta de líneas energizadas, un grupo de operadores de líneas energizadas y uno de mantenimiento, todos pertenecientes a la zona de Sangolquí.

El camión grúa se ubica en el poste 39 con el carrete del conductor No. 4/0 AWG, los linieros del grupo de mantenimiento jalan el conductor hasta llegar al poste 46 y se ancla en las grapas tipo pistola. Este procedimiento se vuelve a repetir con las dos fases restantes, se deja 3,0 m. de conductor adicional para realizar lazos.

Previamente para el tendido del conductor se debe abrir los lazos del alimentador primario "B" de la subestación San Rafael un vano antes del poste 46 con los operadores de líneas energizadas, en el siguiente vano se tiene seccionadores barra normalmente abiertas, se conecta a tierra y se cortocircuita las fases del primario "B" de la subestación San Rafael a los dos lados del poste 46.

Una vez que se ha tendido y anclado el conductor en el poste 46. Un camión canasta se ubica en el poste 39, el liniero que se encuentran en este poste sube el conductor y lo sujeta en la cruceta mientras otro camión canasta se ubica en cada poste y coloca el conductor en los aisladores tipo espiga.

El procedimiento de la regulación del conductor es similar como en los tramos anteriores igualmente se sujeta el conductor a los aisladores tipo espiga. Se realizan los lazos en el poste 39 y en el 46, quedando energizado otro tramo del nuevo alimentador primario hasta el poste 32 con el primario "B" de la subestación San Rafael. Se necesita energizar este tramo porque se tiene dos transformadores monofásicos los cuales no pueden quedar fuera de servicio. Una vez concluido la regulación y la sujeción del conductor al aislador se retiran los cortocircuitos de los dos lados del poste 46 y los operadores de líneas energizas rehacen los lazos para energizar este tramo.

El quinto tramo está ubicado a las afueras de la subestación Conocoto como se muestra en la figura 3.82.



Figura 3.82 Quinto tramo

El tendido del conductor es en un solo vano desde el poste 1, montaje MVC1-3, que contiene las salidas subterráneas de la subestación Conocoto hasta el poste 2. Para el tendido del conductor no es necesario suspender el tránsito vehicular en la autopista general Rumiñahui.

Para este tramo se utiliza un camión grúa, un camión canasta de líneas energizadas, un grupo operadores de líneas energizadas pertenecientes a la zona de Sangolquí.

El camión grúa se ubica con el carrete del conductor 4/0 AWG cerca del poste 1, un operador toma el conductor y lo lleva al poste 2, se tiende los tres conductores para las fases. El camión canasta de líneas energizadas se ubica en el poste 2, dos operadores de líneas energizadas se ubican en los barquillos del camión canasta anclan el conductor 4/0 AWG en las grapas tipo pistola a continuación el camión canasta se ubica en el poste 1 aquí se tiene las salidas subterráneas del nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto, estas salidas subterráneas están energizadas y aisladas, los operadores de líneas energizadas toman todas las precauciones del caso para regular las líneas de media tensión. Para la regulación del conductor se la realiza con una uña de línea y un tecele figura 3.83.



Figura 3.83 Tecele y uña de línea

Los operadores de líneas energizadas colocan las bajadas de los seccionadores barra, las bajadas son de conductor de cobre No. 2 AWG y se conectan al conductor de aluminio. Antes de cerrar los seccionadores barra en el poste 2 para entrar en funcionamiento el nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto se necesita abrir los lazos en el poste 7 posteriormente se colocan los seccionadores barra normalmente abiertos, se realizan lazos en el poste 32 y se coloca un juego de seccionadores barra normalmente abiertas en las calles Juan León Mera y Charles Darwin junto al canal de agua del reservorio de Guangopolo en el sector de la Lotización Armenia, este juego de seccionadores barra nos permite realizar interconexiones entre el primario "B" de la subestación San Rafael y el nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto. Para que el nuevo alimentador primario entre en funcionamiento los seccionadores barra que se ubican en las calles Juan León Mera y Charles Darwin deben estar normalmente abiertos igualmente los del poste 7, se desconecta el interruptor del nuevo alimentador primario en la subestación Conocoto y se comprueba ausencia de tensión para cerrar los seccionadores barra del poste 2 y se vuelve a conectar el interruptor del nuevo alimentador primario en la subestación Conocoto entrando en funcionamiento el nuevo alimentador primario.

### **3.8 SUJECIÓN DEL CONDUCTOR A LOS AISLADORES TIPO ESPIGA**

La sujeción del conductor a los aisladores tipo espiga conocido como *amarre del conductor* se lo realiza con la finalidad de sujetar el conductor al aislador para evitar que este se caiga, para esto se necesita alambres de aluminio 4/0 AWG de 1,0 m. de longitud. Para elaborar los alambres de amarre se toma un extremo y este debe rodear el contorno circular de la barra y se lo amarra al mismo alambre quedando en una forma de ojal como se muestra en la figura 3.84. Este procedimiento se vuelve a repetir en el otro extremo del alambre. Los ojales sirven para tener una mayor facilidad de desamarre en algún caso de reparación o mantenimiento.



Figura 3.84 Ojal del alambre de amarre

Para las estructuras tipo tangentes se necesita dos alambres de amarre que se sujetan al cuello del aislador tipo espiga como se muestra en la figura 3.85, en los aisladores de las estructuras RVA2 y RVB2 se coloca un alambre a cada aislador.



Figura 3.85 Alambre de amarre en aislador

Para la sujeción del conductor, se toma el primer alambre y empieza a dar vueltas hasta llegar 10 cm. antes del ojal se repite el mismo procedimiento con el segundo alambre de amarre, figura 3.86.

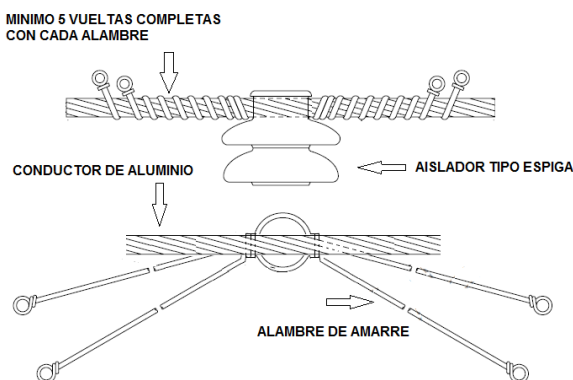


Figura 3.86 Amarre tangente

En las estructuras RVB2 Y RVA2 se coloca un alambre de amarre en cada aislador como se puede observar en la figura 3.87, el procedimiento es rodear al conductor con el alambre de amarre hasta llegar a 10 cm. antes del ojal.

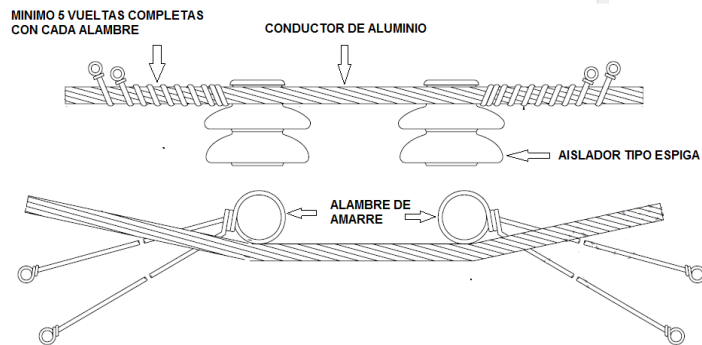


Figura 3.87 Amarre angular

### 3.9 TENDIDO Y REGULACIÓN DEL CONDUCTOR NEUTRO

Para el neutro se utiliza un carrete de conductor de aluminio 2/0 AWG, el tendido y regulación del conductor es similar al de las fases del alimentador primario y se la realiza en los mismos tramos y en las mismas jornadas de trabajo que el tendido del conductor para las fases.

El conductor del neutro es anclado en los mismos postes que el conductor de las fases. Igualmente la regulación se la realiza en los postes donde se regulan las fases. En las estructuras RVA3 se realiza el lazo correspondiente uniendo el conductor con un conector como se muestra en la figura 3.88, la distancia del lazo al poste es de 15 cm.

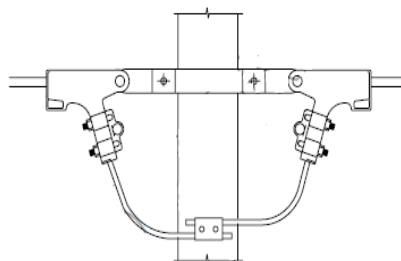


Figura 3.88 Lazos del neutro

Una vez concluida la regulación del conductor neutro los linieros que se encuentran en los postes o en los camiones canastas colocan el conductor en el cuello del aislador tipo rollo y con un alambre de amarre del mismo conductor 2/0 AWG de 1,0 m de longitud. una punta del alambre de amarre se da seis vueltas en uno de los lados del conductor del neutro, paso 1, en la polea se da cuatro vueltas sujetando el conductor a la polea el alambre de amarre el lado del conductor queda en forma de “X”, paso 2, al otro lado del conductor se da seis vueltas en el conductor del neutro si el alambre de amarre sobra se corta, paso 3, las puntas se presionan al conductor neutro con un alicate, figura 3.97.

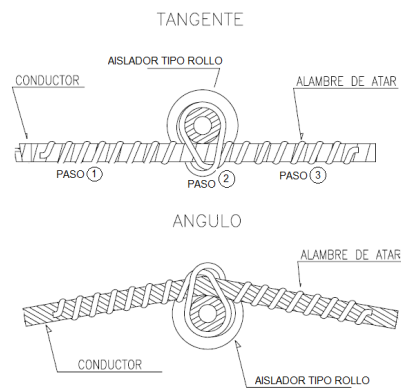


Figura 3.89 Sujeción del conductor al aislador tipo rollo

### 3.10 MONTAJE DE PARARRAYOS

El montaje de los pararrayos tiene la función de proteger las fases de media tensión de sobre voltajes. Se instalan cada cinco o seis vanos como lo indica en el anexo 6. Se utiliza tres pararrayos, uno por fase, una varilla copperweld con su respectivo conector, 15 m. de conductor de cobre No. 2 AWG y tres conectores.

La instalación del los pararrayos, ANEXO 10, lo realizan los operadores de líneas energizadas con un camión canasta de líneas energizadas, los operadores de líneas energizadas revisan todos sus equipos de protección estén en buen estado para evitar posibles accidentes. Ellos cubren las tres fases energizadas del nuevo alimentador primario con cobertores de goma y mantas especiales.

Mediante un cabo de servicio se sube los tres pararrayos los cuales son instalados en la cruceta como se muestra en la figura 3.90. La parte superior de los pararrayos se conectan a las fases independientemente, estas bajadas son de cobre.

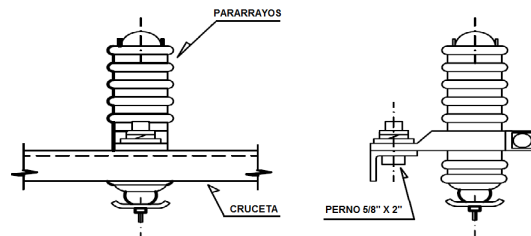


Figura 3.90 Pararrayos en la cruceta

Los operadores que se encuentran en el piso entierran la varilla copperweld y conectan al conductor de cobre, figura 3.91, mientras los otros que se encuentran en la parte superior del poste mandan por un orificio que tiene el poste un cabo de servicio que sirve como guía para poder pasar el conductor de cobre por el interior del poste, en la parte inferior se busca el otro orificio y se saca la cabo guía y en la punta del cabo es atado el conductor

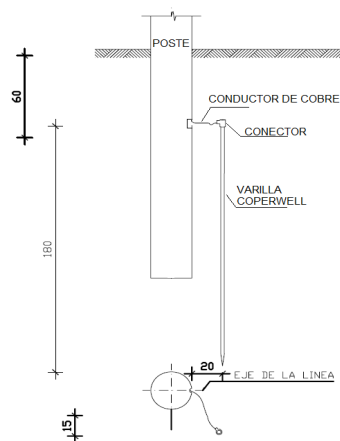


Figura 3.91 Disposición T1

Los operadores que están en el barquillo jalan el cabo hasta sacar el conductor de cobre del interior del poste, la parte inferior de los tres pararrayos se conectan al conductor, quedando los pararrayos a tierra.



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- El presente trabajo recoge un conjunto de normas, recomendaciones y especificaciones de los materiales, garantizando la confiabilidad de sus aplicaciones.
- El presente proyecto ha sido realizado poniendo todo el esfuerzo y dedicación de quienes intervenimos en el mismo y nos deja la satisfacción de haber contribuido a la mejora de la calidad de la Empresa Eléctrica Quito.
- Se retira carga del alimentador primario "B" de la subestación San Rafael para incorporarla en el nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto y así mejorar la eficiencia del servicio de la subestación Conocoto.
- Las normas de las estructuras tipo dadas por la Empresa Eléctrica Quito pueden tener excepciones al realizar variantes en ellas para tener una mejor utilidad en la estructura.
- Las líneas aéreas se deben ubicar a una altura que impida el contacto con personas y equipos de transporte.
- Todo el proceso de montaje se realiza sin tensión excepto en casos que intervienen los operadores de líneas energizadas y solo ellos pueden realizar.
- Los criterios y/o sugerencias dados por los empleados de la Empresa Eléctrica Quito basados en la experiencia de los años de servicio es valedera.
- Se reduce la frecuencia y duración de interrupción de energía teniendo en cuenta que se pueden realizar transferencias de energía a otros alimentadores primarios mejorando la calidad de servicio a los abonados.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Fomentar una cultura de seguridad y divulgar las diferentes medidas de prevención, para que el personal que labora pueda asumir de forma responsable su trabajo.
- Es importante que la Empresa Eléctrica Quito dicte cursos actualizados al personal que trabaja en redes de distribución sobre las normas vigentes de estructuras tipo.
- Antes de realizar una actividad el personal debe revisar que todas sus herramientas se encuentren en buen estado así como también sus equipos de protección personal y estos obligatoriamente deben ser utilizados para asegurar la realización del trabajo dentro de las máximas condiciones de seguridad.
- El personal previamente debe estar capacitado en la operación de los barquillos de los camiones canastas y en el ascenso y descenso del poste con trepadoras.
- Siempre que se trabaje en líneas desenergizadas o líneas sin tensión, se deben cumplir las siguientes "reglas de oro":
  - 1) Realizar un diagrama unifilar del sitio en el cual se va a trabajar.
  - 2) Abrir el corte visible de todas las fuentes de tensión.
  - 3) Señalizar y bloquear la desconexión.
  - 4) Verificar ausencia de tensión.
  - 5) Colocar puesta a tierra y en cortocircuito las fases.
  - 6) Señalizar y delimitar la zona de trabajo.
  - 7) Firmar la hoja de consignación del área de trabajo.

## GLOSARIO

**Empresa Eléctrica Quito:** EEQ.

**Tensión:** sinónimo de voltaje.

**Alimentador:** se inicia en las barras de media tensión de la subestación de distribución por su capacidad de transporte se convierte en la parte principal de la red

**Centrifugación:** el proceso de centrifugado consiste en someter a las piezas moldeadas de hormigón a un movimiento rápido alrededor de un núcleo o eje, de forma que el hormigón vertido sobre el molde previamente, se comprime energéticamente contra este, por efecto de la fuerza centrífuga originada por el movimiento de rotación.

**Efecto Joule:** si por un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo.

**Estrobo:** Pedazo de cabo unido por sus chicotes, sirve para suspender cosas pesadas.

**Liniero:** persona que trabaja realizando construcción o mantenimiento de redes eléctricas.

**Barreno:** es un dispositivo o herramienta utilizada para desplazar sólidos por medio de un tornillo helicoidal rotatorio

**Cabo de servicio:** cuerda de aproximadamente 15 m. que se utiliza el liniero en el poste para subir o bajar elementos y dispositivos.

**Barquillo:** cesta del camión canasta, donde se colocan las personas para elevarse.

**Vano:** Distancia entre postes consecutivos.

**Estacamiento:** marcar o dejar una señal en un lugar exacto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Introducción a las Instalaciones Eléctricas, Roberto Saucedo Zavala pg: 36 37
2. Redes Eléctricas, Jacinto Viqueira Landa
3. Fundamentos de Instalaciones Eléctricas De Media y Alta Tensión, segunda edición, Gilberto Enríquez Harper
4. Normas para el Sistema de Distribución, Guía para Diseño Parte A, EEQ
5. Normas para el Sistema de Distribución, Guía para Diseño Parte B, EEQ
6. Normas para el Sistema de Distribución, Guía para Diseño Parte C, EEQ
7. Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas de Media y Baja Tensión, quinta edición, José Luis Sanz Serrano y José Carlos Toledano Gasca.
8. Manual Práctico de Instalaciones Eléctricas, Gilberto Enríquez Harper
9. Tecnología de Materiales, Prof. Diego C. Giménez
10. Manual Autodidáctico de Líneas Aéreas, José Ramírez Vásquez
11. <http://www.aeselsalvador.com>
12. <http://www.electrocable.com/electrocables/espanol/aluminio/asc.htm>
13. <http://www.tuveras.com/lineas/aereas/lineasaereas.htm>
14. <http://www.actiweb.es/pronergy/pagina5.html>
15. [http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_de\\_distribuci%C3%B3n\\_de\\_energ%C3%ADa\\_el%C3%A9ctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_distribuci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica)
16. [www.google.earth.com](http://www.google.earth.com)

# ANEXOS

# ANEXO 1

Estructuras tipo centradas trifásicas:	1. RVA1
	2. RVA2
	3. RVA3
	4. RVA4
Estructuras tipo centradas monofásicas:	5. RVU1
	6. RVU2
	7. RVU3
	8. RVU4

# ANEXO 2

Estructuras tipo en volado trifásicas:

1. RVB1

2. RVB2

3. RVB3

4. RVB4

# ANEXO 3

Estructuras tipo con derivaciones:

1. RVA1 – RVA4



# ANEXO 4

Estructuras tipo con derivaciones:

1. RVA4 – RVA4

# ANEXO 5

Montaje tipo: 1. MVF2

# **ANEXO 6**

Plano de diseño del nuevo alimentador primario de la subestación Conocoto en el  
Valle de los Chillos

# **ANEXO 7**

Aislador de suspensión tipo cadena CLASE ANSI 52-1

# **ANEXO 8**

Seccionadores barra

# **ANEXO 9**

Aislador tipo espiga CLASE ANSI 56-1

# **ANEXO 10**

Pararrayos de distribución