

Redes de Distribución Urbana

**NTR-03**  
**REDES AÉREAS DE BAJA TENSION**



ESSA – Área de Proyectos – Equipo CET

<b>CONTROL DE CAMBIOS</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Naturaleza del cambio</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
2020-05-30	Elaboración	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA
Grupo Homologación y Normalización CET: Álvaro Ayala Rodríguez, Fredy Antonio Pico Sánchez, Adriana Marcela Ortiz Roa, Gema Liliana Carvajal Jiménez				

## CONTENIDO

1. OBJETIVO .....	7
2. ALCANCE .....	7
3. CAMPO DE APLICACIÓN.....	7
4. DEFINICIONES.....	7
5. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.....	10
5.1. CONFIGURACIÓN DE LA RED .....	10
5.2. AISLAMIENTO .....	11
5.3. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	12
5.3.1. CAPACIDADES DE CORRIENTE.....	12
5.3.2. FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA.....	13
5.3.3. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA MÁS DE TRES CONDUCTORES .....	14
5.3.4. CONSTANTES DE REGULACIÓN .....	15
5.4. IDENTIFICACIÓN DE FASES.....	15
5.5. PUESTA A TIERRA .....	16
6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	16
6.1. APOYOS.....	16
6.1.1. UBICACIÓN.....	18
6.2. CIMENTACIONES .....	18
6.3. TEMPLETES.....	19
6.4. HERRAJES .....	19
6.4.1. PERCHAS .....	20
6.5. MATERIALES DE CONEXIÓN A LA RED.....	20
6.5.1. CONECTORES DE DERIVACIÓN POR PERFORACIÓN .....	20
6.5.2. CAJAS DE DERIVACIÓN O PORTABORNERAS.....	21
6.5.3. CONEXIÓN AL TRANSFORMADOR.....	22
6.6. RED TIPO ACOMETIDAS (CHILENA) .....	22
7. BLINDAJE PARA REDES DE BAJA TENSIÓN.....	22
7.1. BLINDAJE SOBRE LOS CONECTORES, BORNES DE TRANSFORMADOR Y PUNTOS VULNERABLES DE LA RED SECUNDARIA .....	22
7.2. ALEJAR LA RED SECUNDARIA DE LAS FACHADAS UTILIZANDO DISPOSICIÓN TIPO BANDERA .....	23
7.3. INSTALACIÓN DE CABLE MULTIPLEX POR TRAMOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA .....	24
7.4. INSTALAR TORNILLOS MAGNÉTICOS DE SEGURIDAD Y CINTA DE ACERO SOBRE LAS CAJAS E DERIVACIÓN PARA IMPEDIR EL FÁCIL ACCESO A LAS MISMAS.....	25
7.5. PROTEGER PUNTOS DE CONEXIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO Y CARGAS ESPECIALES CON LIMITADORES DE CORRIENTE .....	25
7.6. INSTALACIÓN DE CABLE MULTIPLEX PARA TODA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL TRANSFORMADOR.....	26
7.6.1. ASPECTOS TÉCNICOS DEL TRANSFORMADOR QUE SE SUGIERE SEAN CONSIDERADOS ANTES DE REALIZAR EL BLINDAJE .....	27
8. USO COMPARTIDO DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA – TELEMÁTICOS.....	27
9. ESTRUCTURAS .....	27
9.1. CONFIGURACIÓN EN SUSPENSIÓN.....	27
9.1.1. CONFIGURACIÓN EN SUSPENSIÓN CON AISLADOR TIPO CARRETE.....	27
9.2. CONFIGURACIÓN EN ÁNGULO .....	28
9.2.1. CONFIGURACIÓN EN ÁNGULO CON AISLADOR TIPO CARRETE .....	29
9.3. CONFIGURACIÓN TERMINAL.....	30
9.3.1. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON AISLADOR TIPO CARRETE .....	30
9.4. RETENCIÓN .....	31
9.4.1. RETENCIÓN CON AISLADOR TIPO CARRETE .....	31

9.5. ÁNGULO DE CRUCETA VOLADA DE 1000 MM .....	32
9.6. MONTAJE DE CAJA PORTABORNERA SOBRE LA RED .....	33
9.7. CONEXIÓN DE NEUTRO A TIERRA .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de tensión de diseño.....	10
Tabla 2. Utilización de conductores.....	11
Tabla 3. Aisladores tipo carrete para baja tensión.....	11
Tabla 4. Capacidad de corriente para conductores trenzados.....	13
Tabla 5. Factores de corrección de temperatura ambiente basados en 40 °C.....	14
Tabla 6. Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente.....	14
Tabla 7. Constantes de regulación para cable multiplex autosoportado.....	15
Tabla 8. Impedancias de puesta a tierra.....	16
Tabla 9. Características de postería de concreto.....	17
Tabla 10. Componentes configuración en suspensión con aislador tipo carrete.....	28
Tabla 11. Componentes configuración en ángulo con aislador tipo carrete.....	29
Tabla 12. Componentes configuración terminal con aislador tipo carrete.....	30
Tabla 13. Componentes configuración en retención con aislador tipo carrete.....	31
Tabla 14. Componentes configuración en ángulo cruceta volada y aislador tipo carrete.....	32
Tabla 15. Componentes montaje de caja portabornera sobre la red.....	33
Tabla 16. Componentes para la conexión de neutro a tierra.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cimentación poste .....	19
Figura 2. Conector de perforación o compresión tipo H.....	21
Figura 3. Detalle del blindaje en los bornes de conexión de baja tensión del transformador....	23
Figura 4. Vista en perspectiva de la disposición tipo bandera para alejar redes de las fachadas .....	24
Figura 5. Transición de red abierta a red en cable multiplex con cubierta exterior .....	24
Figura 6. Caja de derivación con cinta de acero - tornillo con mecanismo magnético de seguridad .....	25
Figura 7. Conexiones para alumbrado público.....	26
Figura 8. Cable Multiplex con cubierta exterior en XLPE .....	26
Figura 9. Configuración en suspensión con aislador tipo carrete.....	28
Figura 10. Configuración en ángulo con aislador tipo carrete .....	29
Figura 11. Configuración terminal con aislador tipo carrete .....	30
Figura 12. Configuración en retención con aislador tipo carrete .....	31
Figura 13. Configuración en ángulo cruceta volada y aislador tipo carrete.....	32
Figura 14. Montaje de caja portabornera sobre el poste.....	33
Figura 15. Derivación desde red aérea con caja de derivaciones en cruceta. ....	34
Figura 16. Conexión de neutro a tierra.....	34

## 1. OBJETIVO

Establecer la metodología, exigencias, especificaciones y características mínimas necesarias para el cálculo y diseño de las redes de distribución aéreas en baja tensión, satisfaciendo los requisitos impuestos para la fiabilidad técnica, la eficiencia económica, la seguridad y calidad del servicio de las instalaciones, cumpliendo con lo dispuesto en el RETIE.

## 2. ALCANCE

Esta norma tiene como alcance el diseño y especificación de las redes de distribución aéreas urbanas en baja tensión en el área de influencia de prestación del servicio de ESSA.

La presente norma se fundamenta en algunos casos en la normatividad técnica del Grupo EPM, disponible en la página web [www.epm.com.co](http://www.epm.com.co), sin embargo, donde se encuentre alguna diferencia con la presente norma de ESSA, prevalecerá lo dispuesto en esta última.

## 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma aplica a todas las instalaciones eléctricas nuevas, ampliaciones y remodelaciones que se realicen en redes de distribución aéreas urbanas en baja tensión.

## 4. DEFINICIONES

**Acometida:** Derivación de la red local del servicio público correspondiente, que llega hasta el elemento de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el elemento de corte general.

**Aislador:** Elemento de mínima conductividad eléctrica, diseñado de tal forma que permita dar soporte rígido o flexible a conductores o a equipos eléctricos y aislarlos eléctricamente de otros conductores o de tierra.

**Aislamiento eléctrico básico:** Aislamiento aplicado a las partes vivas para prevenir contacto eléctrico.

**Apoyo:** Nombre genérico dado al elemento de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructuras.

**Baja tensión (B.T):** Nivel de tensión menor o igual a 1000 V.

**Capacidad de corriente (ampacity):** Corriente máxima, en amperios, que un conductor puede transportar continuamente en condiciones de uso, sin superar su temperatura nominal.

**Capacidad nominal:** Conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento continuado bajo unas condiciones específicas.

**Carga:** La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

**Certificado de conformidad:** Documento que se emite conforme a las reglas de un sistema de certificación, para asegurar que un producto, proceso, servicio o persona satisface una norma específica.

**Circuito:** Conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, interconectados entre sí, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes. Los cableados internos de equipos no se toman como circuitos.

**Conductor de puesta a tierra de equipo:** La(s) trayectoria(s) conductora(s) que proveen una trayectoria de corriente de falla a tierra y conecte(n) entre sí piezas de metal de equipos que normalmente no sean portadoras de corriente y al conductor puesto a tierra del sistema o al conductor del electrodo de puesta a tierra o a ambos.

**Demanda máxima:** La mayor de todas las demandas ocurridas durante un período determinado.

**Electrodo de puesta a tierra:** Conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

**Especificación técnica:** Documento que establece características técnicas mínimas de un producto o servicio.

**Factor de potencia:** Razón entre la potencia activa (kW) y la potencia de dimensionamiento (kVA).

**Factor de seguridad:** Razón entre el esfuerzo máximo permisible y el esfuerzo de trabajo de un componente.

**Fase:** Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

**Herraje:** Accesorio tal como una tuerca, pasacables u otra parte de una instalación eléctrica destinado principalmente a realizar una función mecánica más que una función eléctrica.

**Medidor:** Aparato que registra el consumo de energía eléctrica.

**Momento eléctrico:** Producto de la longitud de un tramo de red por la potencia que circula por la misma.

**Neutro:** Conductor activo equipotencializado con respecto a varias fases normalmente puesto a tierra, bien sólidamente o a través de una impedancia limitadora.

**Nominal:** Término aplicado a una característica de operación, indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

**Norma técnica colombiana (NTC):** Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

**Perchas:** Son los elementos que sirven de soporte a los aisladores tipo carrete en las redes aéreas de baja tensión y se suministran acompañadas de un pin de seguridad.

**Puesto a tierra sólidamente:** Conectado a tierra sin insertar ninguna resistencia ni dispositivo de impedancia.

**Red de distribución:** Conjunto de conductores que llevan energía desde una subestación a toda el área de consumo.

**Regulación:** Razón en porcentaje (%) entre la diferencia de magnitudes de la tensión en el receptor en vacío y a plena carga, con respecto a la magnitud de la tensión en el receptor a plena carga.

**RETIE:** Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

**Sistema de distribución:** Conjunto de las instalaciones cuyo propósito es el transporte de electricidad a usuarios situados en un área, a niveles de media y/o baja tensión.

**Sistema de puesta a tierra (SPT):** Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interruptores ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y el cableado puesto a tierra.

**Sobrecarga:** Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

**Subestación:** Conjunto de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

**Templete:** Elemento que se utiliza para contrarrestar los esfuerzos horizontales en estructuras no autosoportantes.

**Tensión:** Diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio; un error frecuente es hablar de “voltaje”.

**Tensión máxima de un sistema:** Valor de tensión máxima en un punto de un sistema eléctrico, durante un tiempo, bajo condiciones de operación normal.

**Tensión nominal:** Valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

**Tramo de tendido:** Parte de una línea o red, comprendida entre dos apoyos de retención.

**Vano:** Distancia horizontal entre dos apoyos adyacentes de una línea o red.

## 5. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Los parámetros de diseño de las redes urbanas de baja tensión deberán seguir los lineamientos consignados en la Norma Urbana – Marco General de ESSA y lo dispuesto en el RETIE.

La demanda máxima para atender la carga del usuario por baja tensión es de 45 kVA, el porcentaje de regulación permitida para las redes de B.T es de 3% y el porcentaje máximo admitido para las pérdidas en las redes de B.T desde el transformador hasta el medidor es de 5.22%. Los niveles de tensión en B.T de diseño se definen en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Niveles de tensión de diseño**

Clasificación (nivel)	Nivel de tensión	Tensión nominal (V)		Tensión máxima (% de la nominal)	Tensión mínima (% de la nominal)
		Sistemas trifásicos de 4 conductores	Sistemas monofásicos de 3 conductores		
Baja tensión (nivel 1)	Menor o igual a: 1000 V	120 / 208 127 / 220 254 / 440	120 120 / 240	+5	-10

En lo posible, los valores de tensión que primarán en la construcción de nuevas redes, serán los valores correspondientes a 120/208 V para redes trifásicas (3F-N) y 120/240 V para redes monofásicas (2F-N).

Las distancias de seguridad definidas en el RETIE no aplican para las redes en B.T trenzadas. Bajo condiciones de operación normal, el desbalance de corriente por fase en los transformadores de distribución no debe exceder el 20%, conforme a lo señalado en la NTC 5001.

El hecho de no ser nombrado explícitamente en estas Normas no da lugar a que un elemento a usarse no tenga que estar normalizado y certificado.

### 5.1. CONFIGURACIÓN DE LA RED

La red de uso general a lo largo de todo su recorrido en sus ramales será trifilar (2F-N) si el transformador es monofásico, y tetrafilar si el transformador es trifásico (3F-N).

En la siguiente tabla se encuentra el calibre de los conductores adoptados por ESSA, en redes aéreas en baja tensión para zonas urbanas.

**Tabla 2. Utilización de conductores**

<b>Características constructivas</b>	
Tríplex 2	Trenzado; Fases: #2 AAC – Neutro: 77.4 kcmil AAAC
Tríplex 1/0	Trenzado; Fases: 1/0 AAC – Neutro: 123.3 kcmil AAAC
Tríplex 2/0	Trenzado; Fases: 2/0 AAC – Neutro: 155.4 kcmil AAAC
Tríplex 4/0	Trenzado; Fases: 4/0 AAC – Neutro: 246.9 kcmil AAAC
Cuádruplex 2	Trenzado; Fases: 2 AAC – Neutro: 77.4 kcmil AAAC
Cuádruplex 1/0	Trenzado; Fases: 1/0 AAC – Neutro: 123.3 kcmil AAAC
Cuádruplex 2/0	Trenzado; Fases: 2/0 AAC – Neutro: 155.4 kcmil AAAC
Cuádruplex 4/0	Trenzado; Fases: 4/0 AAC – Neutro: 246.9 kcmil AAAC

En todo diseño las redes de distribución secundaria tendrán configuración radial.

En el Sistema ESSA S.A. E.S.P., las redes de baja tensión no incluirán la línea de Alumbrado Público.

## 5.2. AISLAMIENTO

El aislamiento a la tensión máxima del sistema de distribución de B.T corresponderá a un valor de 0.6 kV.

Los aisladores usados en distribución deberán demostrar el cumplimiento del RETIE mediante un Certificado de Conformidad de Producto, expedido por un organismo de certificación acreditado por el ONAC.

Los aisladores utilizados en las redes deberán ser de porcelana.

Para la red construida en cable tríplex o cuádruplex se emplearán aisladores tipo carrete de 3" sobre percha de un puesto, tanto para suspensión como para retención.

Los aisladores tipo carrete deben ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos y tener una carga de rotura mínima del 50 % del conductor utilizado.

En la siguiente tabla, se dan las especificaciones mínimas que se deben cumplir los aisladores de tipo carrete.

**Tabla 3. Aisladores tipo carrete para baja tensión**

<b>Característica</b>	<b>Und</b>	<b>76,2 mm (3")</b>
Referencia ANSI		53-2
Resistencia transversal	kN	13,4
Flameo de baja frecuencia en seco	kV	25
Flameo baja frecuencia húmedo vertical	kV	12
Flameo baja frecuencia húmedo horizontal	kV	15

### **5.3. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR**

Los conductores por instalar en las redes de baja tensión, en zonas urbanas, serán del tipo multiplex autosoportado, 600 V, 90°C. Se emplearán conductores de aluminio, AAC para las fases y AAAC para el neutro portante, como se indica en la tabla 2. Las fases estarán aisladas con polietileno reticulado (XLPE 90°C) y el neutro portante no requerirá aislamiento.

El conjunto completo de fases y neutro podrá ir recubierto por una cubierta exterior (chaqueta) aislante de ser necesario en sitios con alto índice de pérdidas no técnicas. No se aceptará la red tipo abierta para remodelaciones y/o instalaciones nuevas.

Los conductores deben instalarse con los herrajes apropiados para su tipo, material y calibre. Todos los cálculos para selección del conductor tienen como base la demanda máxima.

El conductor seleccionado debe cumplir además en sus características con las restricciones de capacidad de corriente, regulación de tensión, capacidad de corto circuito y pérdidas máximas de energía.

El esfuerzo de tracción del cable será soportado por el neutro portante y en ningún momento debe ser sometido a tensiones mecánicas por encima del 25% de la tensión de rotura.

No se permite el cambio de calibre a lo largo del tendido de cada ramal derivado del transformador.

Los extremos de los cables en finalizaciones de circuito y los puntos de empalme con conectores convencionales se deben cubrir con tapones adecuados para tal fin o con cinta autofundente, para protegerlos contra contactos accidentales y entrada de humedad al cable.

Se utilizará conductor de cobre del calibre adecuado para la derivación de la red de B.T. a la caja portabornera, utilizando conector de perforación o compresión tipo H.

El conductor no deberá ser curvado a un radio menor de 8 veces el diámetro total exterior para conductores no apantallados o 12 veces el diámetro para conductores apantallados o con cubierta de plomo durante o después de su instalación.

La Empresa no aceptará conductores maltratados, quemados perforados o con abolladuras, estos deben ser nuevos y cumplir con las normas correspondientes.

#### **5.3.1. CAPACIDADES DE CORRIENTE**

La siguiente tabla se muestra la capacidad de corriente (ampacity) de no más de tres conductores individuales aislados para tensiones nominales de hasta e incluyendo 2000 V, sostenidos por un mensajero, con base en una temperatura ambiente del aire de 40°C.

**Tabla 4. Capacidad de corriente para conductores trenzados**

Sección trans.	Temperatura nominal del conductor				Calibre
	75°C	90°C	75°C	90°C	
	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW.	Tipos MI, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos RHW, THW, THWN, THHW, XHHW	Tipos YHHN, THHW, RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, THW-2, THWN-2, USE-2, ZW-2	
<i>mm</i> <sup>2</sup>	COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		AWG kcmil
8,36	57	66	44	51	8
13,29	76	89	59	69	6
21,14	101	117	78	91	4
26,66	118	138	92	107	3
33,62	135	158	106	123	2
42,2	158	185	123	144	1
53,5	183	214	143	167	1/0
67,44	212	247	165	193	2/0
85,02	145	287	192	224	3/0
107,21	287	335	224	262	4/0
126,67	320	374	251	292	250
152,01	359	419	282	328	300
177,34	397	464	312	364	350
202,68	430	503	339	395	400
253,35	496	580	392	458	500
304,02	553	647	440	514	600
354,69	610	714	488	570	700
380,02	638	747	512	598	750
405,36	660	773	532	622	800
456,03	704	826	572	669	900
506,7	748	879	612	716	1000

Nota: Para los factores de corrección de la capacidad de corriente (ampacity) cuando la temperatura ambiente es distinta a 40°C, ver el numeral 5.3.2. Para más de tres conductores portadores de corriente consulte el numeral 5.3.3.

### 5.3.2. FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Para temperaturas ambiente distintas a 40°C, multiplique las capacidades de corriente permisibles especificadas en las tablas de capacidad de corriente (ampacity) por el factor de corrección apropiado mostrado a continuación:

**Tabla 5. Factores de corrección de temperatura ambiente basados en 40 °C**

Temperatura ambiente (°C)	Temperatura nominal del conductor					
	60°C	75°C	90°C	150°C	200°C	250°C
10 o menos	1,58	1,36	1,26	1,13	1,09	1,07
11-15	1,50	1,31	1,22	1,11	1,08	1,06
16-20	1,41	1,25	1,18	1,09	1,06	1,05
21-25	1,32	1,2	1,14	1,07	1,05	1,04
26-30	1,22	1,13	1,1	1,04	1,03	1,02
31-35	1,12	1,07	1,05	1,02	1,02	1,01
36-40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
41-45	0,87	0,93	0,95	0,98	0,98	0,99
46-50	0,71	0,85	0,89	0,95	0,97	0,98
51-55	0,50	0,76	0,84	0,93	0,95	0,96
56-60	-	0,65	0,77	0,90	0,94	0,95
61-65	-	0,53	0,71	0,88	0,92	0,94
66-70	-	0,38	0,63	0,85	0,90	0,93
71-75	-	-	0,55	0,83	0,88	0,91
76-80	-	-	0,45	0,80	0,87	0,90
81-90	-	-	-	0,74	0,83	0,87
91-100	-	-	-	0,67	0,79	0,85
101-110	-	-	-	0,60	0,75	0,82
111-120	-	-	-	0,52	0,71	0,79
121-130	-	-	-	0,43	0,66	0,76
131-140	-	-	-	0,30	0,61	0,72
141-160	-	-	-	-	0,50	0,65
161-180	-	-	-	-	0,35	0,58
181-200	-	-	-	-	-	0,49
201-225	-	-	-	-	-	0,35

### 5.3.3. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA MÁS DE TRES CONDUCTORES

Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 0,6 m y no están instalados en canalizaciones, la capacidad de corriente (ampacity) permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente**

Número de conductores	Porcentaje de los valores de tabla
4 a 6	80
7 a 9	70
10 a 20	50
21 a 30	45
31 a 40	40
> 41	35

Nota: La cantidad de conductores es la cantidad total de conductores en la canalización o cable, incluidos los conductores de reserva. El recuento debe ser ajustado de acuerdo con lo establecido en las secciones 310.15 (B)(5) y (6) de la NTC 2050 segunda actualización. El

recuento no debe incluir conductores que estén conectados a componentes eléctricos pero que no puedan ser energizados simultáneamente.

### 5.3.4. CONSTANTES DE REGULACIÓN

Las constantes de regulación para redes aéreas en B.T en conductor multiplex autoportado de aluminio, utilizadas en el cálculo de regulación de tensión se dan en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Constantes de regulación para cable multiplex autoportado**

Cable Múltiplex de Aluminio autoportado (AWG)	COSΦ FP	K Subestación 3Φ, Red FFFN 120/208 [V]	K Subestación 3Φ, Red FFN 120/208 [V]	K Subestación 1Φ, Red FFN 120/240 [V]	K Subestación 1Φ, Red FN 120 [V]
Calibre 2	0,9	2,405E-03	3,607E-03	3,607E-03	7,214E-03
Calibre 1/0	0,9	1,552E-03	2,327E-03	2,327E-03	4,655E-03
Calibre 2/0	0,9	1,198E-03	1,796E-03	1,796E-03	3,593E-03
Calibre 4/0	0,9	7,893E-04	1,184E-03	1,184E-03	2,368E-03

Para el cálculo de regulación de tensión se usará el método de momento eléctrico calculado tramo a tramo, el cual se describe brevemente a continuación.

$$R\% = kVA * l * K$$

Donde,

- R%: Porcentaje de regulación
- kVA: Demanda del tramo
- l: Longitud del tramo en metros
- K: Constante de regulación

### 5.4. IDENTIFICACIÓN DE FASES

Los conductores de fase de los cables múltiplex deben ser identificados de forma permanente por intermedio de trazas en alto relieve a lo largo de todo el conductor de la manera siguiente:

CABLE DÚPLEX:	Fase	Sin traza
CABLE TRÍPLEX:	Fase A	Sin traza
	Fase B	Una traza
CABLE CUÁDRUPLEX:	Fase A	Sin traza
	Fase B	Una traza
	Fase C	Dos trazas

## 5.5. PUESTA A TIERRA

Se deberá dar cumplimiento a los valores de resistencia de puesta a tierra mostrados en la tabla 8, pero esto no exime al diseñador y al constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto o transferidas aplicadas al ser humano, en caso de una falla a tierra, no superen las máximas permitidas por el RETIE.

**Tabla 8. Impedancias de puesta a tierra**

Descripción	Z máxima ( $\Omega$ )
Subestaciones de media tensión	10
Punto neutro de acometidas en baja tensión	25

Nota: La medida de puesta a tierra de las acometidas no debe ser menor que la de las redes de baja tensión, si las hubiere.

Las medidas para verificar la resistencia de puesta a tierra deberán ser realizadas de acuerdo con lo prescrito en el RETIE. Para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red cumplan con el presente reglamento, se deben dejar puntos de conexión accesibles e inspeccionarles al momento de la medición.

El neutro en baja tensión se aterrizará en el apoyo de ubicación del transformador; no es necesario aterrizarlo en cada uno de los puntos terminales de los ramales de la red. Cuando el conductor de puesta a tierra no sea factible instalarlo dentro del poste o no sea práctico acceder a él, el cable bajante será asegurado al poste en mínimo en tres puntos, y se protegerá con tubo metálico galvanizado de  $\frac{1}{2}$ " y de mínimo 3 m de longitud.

Para el conductor de puesta a tierra del neutro de la red de baja tensión, y del transformador de distribución en las zonas urbanas, se recomienda el alambre de acero recubierto de cobre 7x12 AWG, o en su defecto el cable de acero galvanizado de  $\frac{3}{8}$ ". El uso del conjunto (KIT) de puesta a tierra de cinta de acero inoxidable se recomienda para redes de distribución rurales, dado la eventual limitación en la capacidad transporte de corriente de cortocircuito en caso de usarse a nivel urbano.

Las conexiones que van bajo el nivel del suelo (puesta a tierra), deben ser realizadas con soldadura exotérmica o conector certificado para enterramiento directo conforme a la norma IEEE 837 o la norma NTC 2206. Para efectos de la presente norma, los electrodos de puesta a tierra deben cumplir los requisitos establecidos en el RETIE.

## 6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Todo proyecto de distribución urbano debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño, de acuerdo con lo dispuesto en el RETIE.

### 6.1. APOYOS

Para efectos de la presente norma, las estructuras de soporte de las redes de distribución para baja tensión deben cumplir con los requisitos dispuestos en el RETIE.

Por estandarización ESSA sugiere la selección del apoyo con las características siguientes:

-Se utilizarán postes con concreto estructural armado o pretensado y compactados con los métodos de vibrado o centrifugado de ocho (8) metros de longitud.

-Los postes de concreto deben ser construidos con las técnicas de mezclas y materiales reconocidos por el Código Sismo Resistente o las normas técnicas internacionales para este tipo de requerimientos.

-Deben utilizarse postes o estructuras de concreto con dimensiones y carga de rotura estandarizadas descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 9. Características de postería de concreto**

Longitud total (m)	Carga de diseño o de rotura (kgf)	Carga de trabajo (kgf)	Diámetros (cm)	
			Cima	Base
8	510	204	14	26
	750	300	14	26
	1050	420	19	31

Nota: Cuando se requieran postes de material distinto al concreto se justificará su utilización en el diseño indicando las características particulares y estará sometido a revisión y aprobación por parte de ESSA.

El poste para la red de baja tensión será en lo posible autosoportado, evitando así la instalación de templetes. Si las condiciones específicas de la instalación exigen cargas de rotura o longitudes mayores a las establecidas en la presente norma, el usuario justificará su uso y precisará las especificaciones técnicas requeridas.

Los materiales empleados en la fabricación de las estructuras deben presentar una resistencia elevada a la corrosión, y en el caso de no presentarla por sí mismos, deben recibir los tratamientos protectores para tal fin.

El factor de seguridad de los postes, calculado como la relación entre la carga mínima de rotura y la tensión máxima aplicada (carga máxima de trabajo), no puede ser inferior a 2,5. Se acepta un factor de seguridad no inferior a 2 para estructuras en acero o en fibra reforzada en vidrio siempre y cuando cuenten con los resultados de las pruebas de laboratorio que garanticen el conocimiento y homogeneidad de las características mecánicas de los materiales utilizados y su comportamiento en la estructura.

Independiente del tipo de material, no se deben instalar postes o crucetas que presenten fisuras u otras anomalías que con el tiempo puedan comprometer sus condiciones mecánicas.

Para calcular la longitud de empotramiento, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$L = 0,1H + 0,6 \text{ (m)}$$

Donde,

*L*: Longitud de empotramiento del poste (m)

*H*: Longitud total del poste (m)

Nota: En terrenos pendientes, la profundidad de enterramiento se debe medir desde el lado más bajo de la excavación. En todo caso se debe verificar que no presente peligro de volcamiento. El fabricante debe marcar con pintura permanente la sección transversal donde se localice esta distancia.

### **6.1.1. UBICACIÓN**

Las redes urbanas aéreas en baja tensión se tenderán en postería a intervalos no mayores de 30 metros.

En zonas urbanas o semiurbanas, susceptibles de iluminación con alumbrado público, las estructuras deben instalarse teniendo en cuenta alturas e interdistancias apropiadas para un sistema de alumbrado público que atienda los objetivos y requisitos del RETILAP.

Los apoyos se localizarán en lo posible en el lindero de las edificaciones o lotes urbanizados evitando obstaculizar accesos.

En andenes sin zona verde ni antejardín, el poste se ubicará en el borde exterior limitando con la vía, pero incluido totalmente dentro del andén.

En andenes con zona verde al borde de vía, el apoyo se ubicará en la zona verde en el límite con la zona dura del andén.

En zonas donde existan antejardines, el apoyo se ubicará preferiblemente en el límite entre el andén y la citada zona, incluido totalmente en ésta última.

Siempre que el poste sea empotrado en áreas duras (vías o andenes) se restaurará la superficie dura en una profundidad de 10 cm, con igual acabado al existente.

Se permitirá la ubicación de postes en cercanías a las esquinas siempre y cuando no se obstaculice el giro de automotores con el poste. Lo anterior facilitará en lo posible los cruces de la red hacia otras estructuras de tal manera que los empalmes aéreos o "goteras" se minimicen o se omitan.

Cuando el poste quede instalado en lugares aledaños a vías de alta velocidad vehicular, susceptibles de ser impactados por vehículos, el diseñador o el constructor deberá utilizar en lo posible el poste de fibra de vidrio (PRFV) cuya tecnología constructiva presenta el menor riesgo para pasajeros y vehículos.

Lo dispuesto en este numeral deberá aplicarse, siempre y cuando no contravenga lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial de cada Municipio.

## **6.2. CIMENTACIONES**

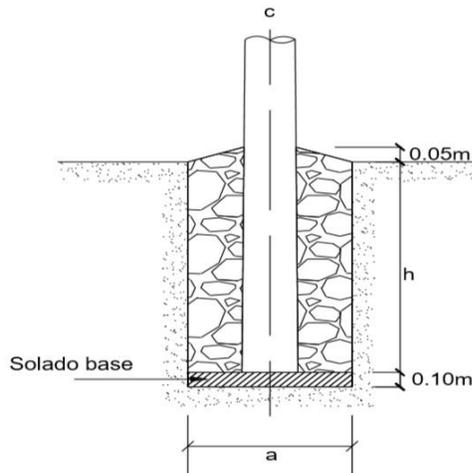
Cuando por condiciones propias del terreno sean necesarias las cimentaciones, estas se realizarán enterrando el poste directamente en el suelo o mediante aporte de hormigón. Estas últimas serán del tipo cilíndrica o prismática recta de sección cuadrada. Se dará preferencia a las cimentaciones tipo directa, excepto en terrenos flojos que será el tipo monobloque prismática.

La elección de un tipo de cimentación u otro dependerá del tipo de terreno y de la maquinaria disponible. Se empleará un hormigón cuya resistencia mecánica sea mínima de 21Mpa (3000 psi). Los agregados cumplirán las condiciones adecuadas relativas al tamaño, las condiciones fisicoquímicas, las condiciones físico-mecánicas, la granulometría y el coeficiente de forma. Se prohíbe el empleo de agregados que contengan sulfuros oxidables. El cemento usado para el concreto será Portland Tipo I. La calidad del agua debe garantizarse con el cumplimiento mínimamente de: un PH  $\geq 5$ , Sustancias Disueltas  $\geq 15$  g/l, sin hidratos de carbono. Se prohíbe la utilización de agua de mar.

A la peana (parte de la cimentación que sobresale por encima del nivel del suelo) se le dará una ligera pendiente, con un mínimo del 10%, como vierteaguas.

Para las cimentaciones con aporte de hormigón cilíndricas se fabricará un solado base en el fondo de la cimentación, de una altura de 0,10 m. Su función es eliminar las presiones diferenciales producidas sobre la base del poste, evitando su hundimiento. Se empleará un hormigón cuya resistencia mecánica sea mínima de 17,5 Mpa (2500 psi).

**Figura 1. Cimentación poste**



Para las cimentaciones directamente enterradas no se permite el uso de tierra vegetal como relleno y deberá ser reemplazada por una mezcla de grava y tierra.

### **6.3. TEMPLETES**

En el caso de líneas o redes urbanas, ESSA sólo aceptará excepcionalmente templetes poste a poste, prevaleciendo el uso de postes autosoportados.

### **6.4. HERRAJES**

Los herrajes, usados en distribución deben demostrar el cumplimiento con el RETIE.

Deben ser de diseño adecuado a la función mecánica y eléctrica de su aplicación.

Deben estar protegidos contra la acción corrosiva y elementos contaminantes; para lo cual deben utilizarse técnicas probadas tales como galvanizado en caliente, galvanizado electrolítico o recubrimiento organometálico.

Deben suministrarse e instalarse con todas sus partes.

En la selección de los herrajes se deben tener en cuenta las características ambientales predominantes de la zona donde se requieran instalar.

Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores o por los aisladores, deben tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 2,5 respecto a su carga de trabajo.

Las crucetas usadas en las estructuras de redes eléctricas podrán ser construidas, en acero, materiales poliméricos reforzados con elementos como la fibra de vidrio u otros materiales; siempre y cuando cumplan lo dispuesto en RETIE.

#### **6.4.1. PERCHAS**

Para redes trenzadas soportadas en aisladores tipo carrete se empleará percha de un puesto, tanto para suspensión como para retención, su material será acero laminado en caliente y cumplirán las Normas NTC 2607 y NTC 2076.

#### **6.5. MATERIALES DE CONEXIÓN A LA RED**

Los conectores o uniones con otros conductores deben ser de materiales apropiados que no produzcan par galvánico que ponga en riesgo de rotura al conductor. Se deben utilizar los siguientes elementos de conexión para el montaje y uso de la red baja tensión:

##### **6.5.1. CONECTORES DE DERIVACIÓN POR PERFORACIÓN O COMPRESIÓN**

Los conectores deben cumplir una norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC que le aplique.

Donde sea necesario, se utilizarán para la derivación de conductores de línea y acometida, permitiendo, con facilidad, el montaje y desmontaje independiente del conductor de línea y del conductor o conductores derivados.

Su diseño será tal que, una vez instalados, no presenten accesible ningún elemento metálico bajo tensión eléctrica.

La conexión se realiza mediante la perforación de los aislantes del conductor principal y derivado.

El tamaño del conector debe ser consistente con el diámetro del conductor para asegurar una óptima conexión eléctrica.

Se deberán utilizar conectores de compresión o perforación de aislamiento recomendados por los fabricantes en el caso de redes tríplex o cuádruplex.

En los conectores perforación de aislamiento de apriete simultaneo, la conexión eléctrica entre los conductores principal y de derivación se lleva a cabo sin necesidad de retirar el aislamiento o pelar el cable, como tradicionalmente se hace en los otros tipos de conectores.

El conector es suministrado con un capuchón el cual le es colocado al extremo del conductor de derivación para asegurar la hermeticidad, previniendo el ingreso de humedad por este extremo.

En caso de usarse el conector tipo compresión, el acabado final debe quedar totalmente aislado con cinta autofundente, y luego cinta aislante de baja tensión del mismo color del conductor; las cintas deben ser adecuadas para este uso de manera que no cause daño a los conductores o sus aislamientos.

**Figura 2. Conector de perforación o compresión tipo H**



### **6.5.2. CAJAS DE DERIVACIÓN O PORTABORNERAS**

La caja de derivación se conectará mediante cable de cobre a la red y se derivarán las acometidas desde ella. Las conexiones a la red se harán utilizando los conectores descritos en el presente documento y certificados para tal fin; en redes trenzadas se deberá instalar un conector adicional en el conductor del neutro de tipo compresión.

Para la derivación de las acometidas en la red trenzada de baja tensión, se instalarán cajas de derivación en el poste, o en casos donde se requiera alejadas del poste usando cruceta metálica como se aprecia en la figura 15.

Las cajas tendrán certificado RETIE de producto, se fabricarán con material polimérico de alta resistencia mecánica, su grado de protección será IP 54 y estarán garantizadas contra el envejecimiento prematuro. En cuanto a su tamaño, éste dependerá del número de acometidas a derivar en ellas por la parte inferior; sus barrajes serán tipo resorte de tal suerte que permitan conectar conductores hasta el calibre No. 2 AWG y poseerán, además, tornillo de seguridad que facilite el sellado por parte de ESSA S.A. E.S.P. para evitar al acceso de personas ajenas a ella.

La conexión del cable a la red se debe hacer de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo para las fases R S T respectivamente con el neutro en la parte inferior.

En las cajas de derivación se instalarán las marquillas de identificación de usuarios.

Para acometidas de calibres superiores al 2 AWG, se conectarán directamente de la red mediante conectores apropiados, utilizando conectores por separado para cada acometida.

### **6.5.3. CONEXIÓN AL TRANSFORMADOR**

El bajante de conexión del transformador a la red de baja tensión se debe realizar en conductor de cobre aislado y para su conexión a la red se emplearán conectores de compresión, que garanticen excelente contacto y estanco a la introducción de aire, contaminantes, humedad.

El conductor de cobre será de longitud suficiente para un adecuado empalme y para conectarse al borne siempre por la parte superior del conector del transformador. El calibre del conductor de cobre y el número de bajantes así construidas estarán de acuerdo con la capacidad instalada en la subestación, con capacidad adicional de sobrecarga hasta del 50%.

### **6.6. RED TIPO ACOMETIDAS (CHILENA)**

La red se conforma con las acometidas agrupadas y amarradas a un mensajero en cable de acero galvanizado. Para la acometida se deberá verificar el cumplimiento de la regulación permitida. La fijación del cable mensajero al poste se hace utilizando un perno de ojo. Atendiendo a factores constructivos se permite colocar, sobre el cable mensajero hasta 12 conductores concéntricos bipolares, 8 conductores tripolares o 6 conductores tetrapolares, con vanos entre postes no mayores a 30 m. En general para la construcción de red multifilar o red chilena se debe cumplir con lo establecido en la norma NTM-07 de ESSA.

## **7. BLINDAJE PARA REDES DE BAJA TENSIÓN**

Las empresas del Grupo EPM están implementando estrategias sobre las redes de distribución para evitar las conexiones ilegales con el propósito de garantizar calidad en el suministro de energía eléctrica, seguridad de las personas y rentabilidad para la empresa. Por esta razón, se propone construir metodologías de blindaje para las redes secundarias de distribución, que contribuyan a la reducción de pérdidas de energía.

El blindaje de la red secundaria se llevará a cabo cuando sea necesario:

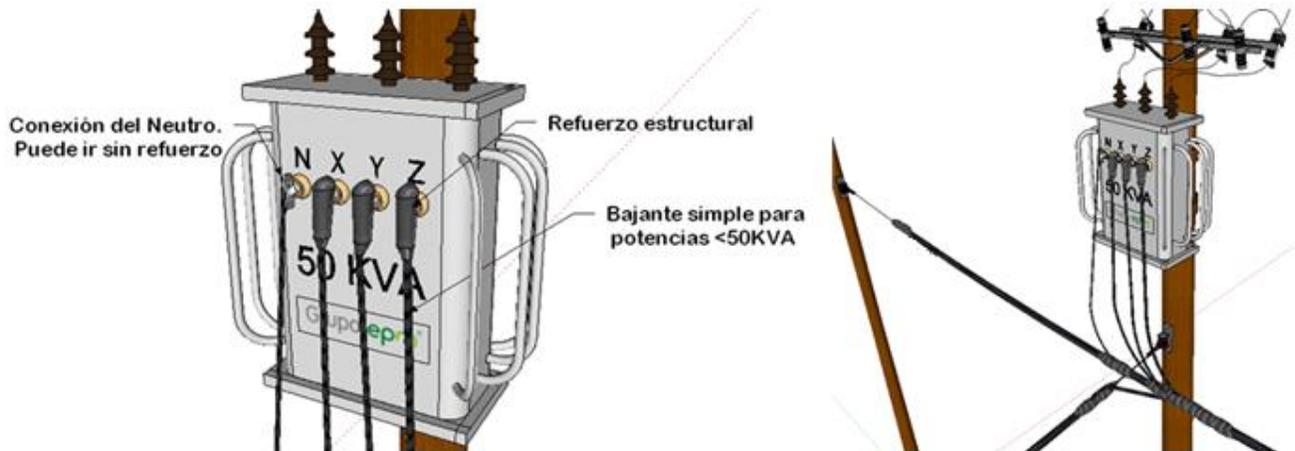
- Normalizar niveles de pérdidas no técnicas elevadas en transformadores de distribución.
- Ampliar la cobertura del servicio en sectores en los cuales se haya implementado previamente el blindaje de la red y se generen nuevas cuentas.
- Controlar pérdidas no técnicas por reincidencia al fraude en transformadores que ya han sido intervenidos.
- Cambiar tramos de red que presenten vulnerabilidad a la conexión ilegal.
- Remodelar la red, cuando por razones operativas y/o técnicas ESSA S.A E.S.P. lo considere necesario.

### **7.1. BLINDAJE SOBRE LOS CONECTORES, BORNES DE TRANSFORMADOR Y PUNTOS VULNERABLES DE LA RED SECUNDARIA**

Este tipo de blindaje aplica tanto para redes áreas abiertas con conductores aislados como para redes en cable multiplex (no aplica para redes abiertas desnudas), se usa en aquellos casos donde se identifica que existen puntos críticos en la red secundaria que son vulnerables para la conexión ilegal y que por lo tanto pueden ser el origen de las pérdidas de energía.

Estos puntos críticos regularmente son los conectores que se instalan para los cables de fuerza, bajantes del transformador, acometidas, alumbrado público y cargas especiales. Además de los conectores, un punto crítico o vulnerable de la red puede ser cualquier parte de la red donde se haya retirado o dañado su aislamiento y esté sujeto a la fácil conexión por parte de los usuarios fraudulentos.

**Figura 3. Detalle del blindaje en los bornes de conexión de baja tensión del transformador**



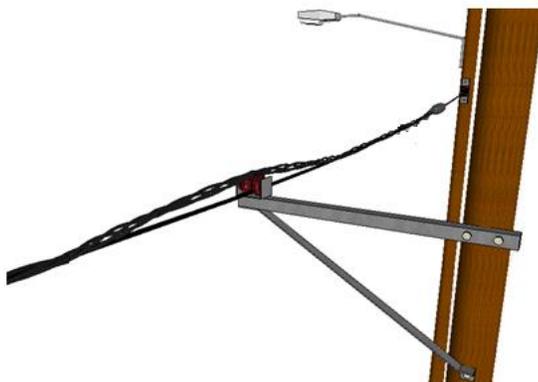
Para evitar la conexión ilegal sobre los puntos de la red que están expuestos, se debe instalar cinta de refuerzo estructural con el fin de obtener un mejor aislamiento y proteger el punto vulnerable. En la figura 3 se observa un ejemplo de la instalación del refuerzo estructural sobre los conectores de la caja de derivación y el blindaje con refuerzo estructural sobre los bornes de baja tensión del transformador, esta medida aplica para aquellos casos en los que se logren identificar conexiones ilegales directas a los “bushings” o terminales del transformador.

## **7.2. ALEJAR LA RED SECUNDARIA DE LAS FACHADAS UTILIZANDO DISPOSICIÓN TIPO BANDERA**

En algunos sectores la red de distribución pasa muy cerca de las fachadas de los predios y puede generar riesgo eléctrico además de facilitar la conexión ilegal por parte de los usuarios, en estos casos alejar la red mediante crucetas utilizando disposición tipo bandera es una buena alternativa. Cuando existan redes abiertas, además de alejar la red de los predios, se debe cambiar el tramo afectado por cable multiplex con o sin cubierta exterior antifraude, el uso de la cubierta dependerá del nivel de pérdidas del sector intervenido.

En la figura 4 se puede apreciar la disposición tipo bandera utilizada para alejar las redes secundarias de las fachadas en las situaciones que se requieran.

**Figura 4. Vista en perspectiva de la disposición tipo bandera para alejar redes de las fachadas**

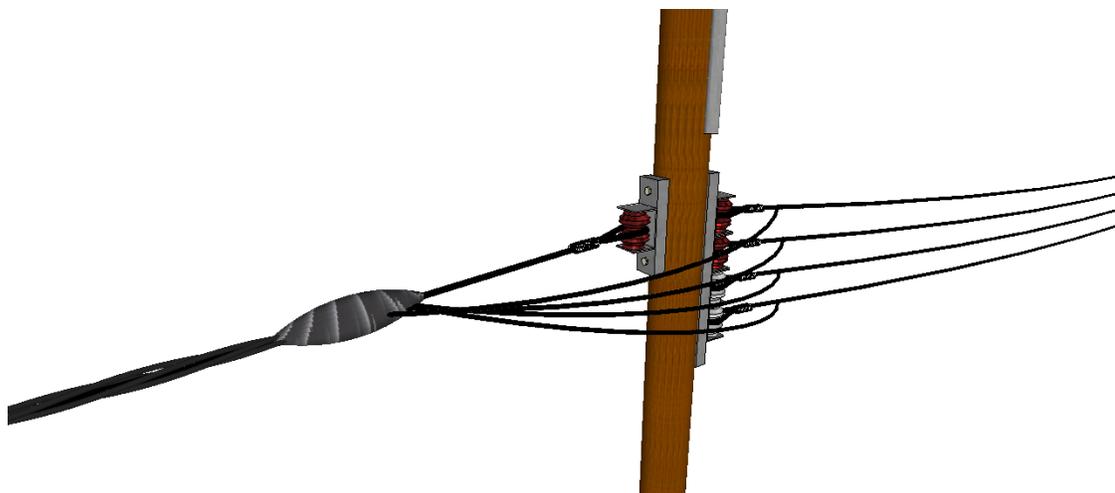


### **7.3. INSTALACIÓN DE CABLE MULTIPLEX POR TRAMOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA**

En algunos transformadores se logra identificar que las pérdidas de energía se originan solo en un sector de la red de distribución y que por lo tanto pueden corregirse sin necesidad de modificar toda la red del transformador.

Cuando se encuentra que las pérdidas de energía se atribuyen a conexiones ilegales en un tramo de red específico, se debe blindar el tramo de red afectado utilizando cable multiplex con cubierta exterior antifraude. Esta situación puede darse para casos donde exista red abierta o incluso red en cable multiplex, pero sin cubierta exterior (chaqueta).

**Figura 5. Transición de red abierta a red en cable multiplex con cubierta exterior**



En la figura 5 se puede observar una transición de red abierta a red en cable multiplex con cubierta exterior (chaqueta) que corresponde con el blindaje de redes secundarias por tramos.

#### 7.4. INSTALAR TORNILLOS MAGNÉTICOS DE SEGURIDAD Y CINTA DE ACERO SOBRE LAS CAJAS E DERIVACIÓN PARA IMPEDIR EL FÁCIL ACCESO A LAS MISMAS

En las redes secundarias existentes con cable multiplex, se utilizan cajas de derivación para las acometidas. Al dificultarse la conexión al cable, el usuario no vinculado a ESSA recurre a otros elementos de la red que resulten más fácil para acceder, entre estos elementos se encuentran las cajas de derivación.

Si al realizar el diagnóstico del transformador se detecta que las cajas de derivación están siendo violentadas o manipuladas para realizar conexiones fraudulentas, se debe instalar tornillos magnéticos de seguridad e instalar cinta de acero sobre las cajas y marcarlas con aerosol para poder identificar si estas han sido abiertas. Para poder girar el tornillo se requiere un dispositivo de apertura especial que solo debe manejar el personal de la Empresa.

**Figura 6. Caja de derivación con cinta de acero - tornillo con mecanismo magnético de seguridad**

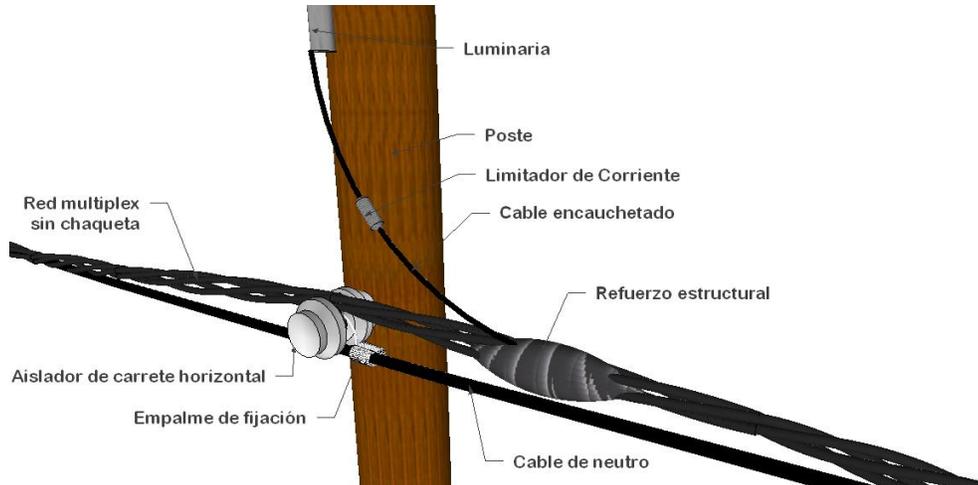


#### 7.5. PROTEGER PUNTOS DE CONEXIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO Y CARGAS ESPECIALES CON LIMITADORES DE CORRIENTE

En aquellas situaciones que se realicen cambios de red abierta a cable multiplex o se detecten conexiones ilegales sobre los conductores del alumbrado público, se debe restringir o limitar la capacidad del consumo de estas cargas utilizando limitadores de corriente que se ajusten a la demanda requerida por el alumbrado público.

Para los conductores de alimentación se debe utilizar cable encauchetado 2\*18 AWG, para que no estén en capacidad de entregar más energía de la requerida por el alumbrado público.

**Figura 7. Conexiones para alumbrado público**

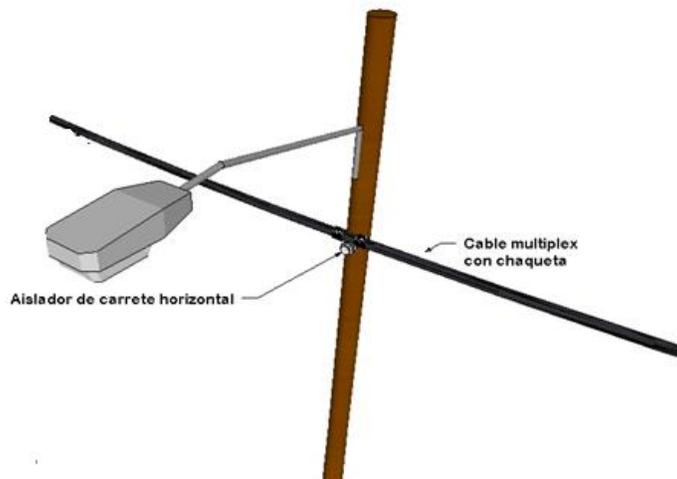


### **7.6. INSTALACIÓN DE CABLE MULTIPLEX PARA TODA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL TRANSFORMADOR**

Este tipo de blindaje implica cambiar todo el cable de la red de distribución secundaria por cable multiplex, aplica para aquellos casos donde los transformadores presenten índices muy altos de pérdidas de energía y el diagnóstico reporta irregularidades en toda la red. Esta medida también aplica donde se requiera la remodelación de redes que se hallen en mal estado u obsoletas.

En los transformadores donde se haya identificado una alta reincidencia al fraude por parte de los usuarios o se encuentren próximos a un asentamiento subnormal y exista la posibilidad de conexión fraudulenta, se debe instalar el cable multiplex con cubierta exterior en XLPE; si no se ha identificado alguna de estas dos condiciones se podrá instalar el cable sin el recubrimiento exterior.

**Figura 8. Cable Multiplex con cubierta exterior en XLPE**



### **7.6.1. ASPECTOS TÉCNICOS DEL TRANSFORMADOR QUE SE SUGIERE SEAN CONSIDERADOS ANTES DE REALIZAR EL BLINDAJE**

Antes de realizar el blindaje de la red secundaria, se sugiere evaluar si el transformador a intervenir requiere división de carga, para lograr que las acciones efectuadas sean más efectivas y facilite posteriormente el control de las pérdidas de energía.

Cuando un transformador a intervenir por altas pérdidas de energía cumpla alguno de los siguientes criterios, se sugiere realizar división de carga antes de blindar las redes secundarias:

- Cuando el número de usuarios del transformador sea superior a 100.
- Cuando la cargabilidad del transformador existente sea superior a su capacidad nominal, o esté por debajo del 60%.

En la división de carga, se deben cambiar los transformadores trifásicos por transformadores igualmente trifásicos, y el porcentaje de cargabilidad de los transformadores producto de la división de carga debe ser en un rango del 60% al 80%.

## **8. USO COMPARTIDO DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA – TELEMÁTICOS**

De acuerdo a la resolución CRC 4245 de 2013 todos los proveedores de redes o servicios de telecomunicaciones, TV u otros servicios, tienen derecho de solicitar y a que se les otorgue el acceso y uso de la infraestructura eléctrica. Por lo tanto, para dar inicio a la negociación que tiene por objeto establecer un acuerdo para regular el acceso y uso compartido de los bienes asociados a la infraestructura eléctrica, el proveedor de telecomunicaciones debe dirigir una solicitud al proveedor de infraestructura, para comenzar así el procedimiento correspondiente al contrato entre las partes que regulan las condiciones comerciales y técnicas en adelante; allí se fijarán entre otras las tarifas de alquiler, los aspectos comerciales y de atención y las condiciones técnicas en cuanto a la presentación de los proyectos y construcción de los mismos.

Toda la información y requisitos normativos y técnicos vigentes para los servicios telemáticos que comparten la infraestructura eléctrica de ESSA, puede ser consultada en la norma NTE-04 disponible en la web de la Empresa.

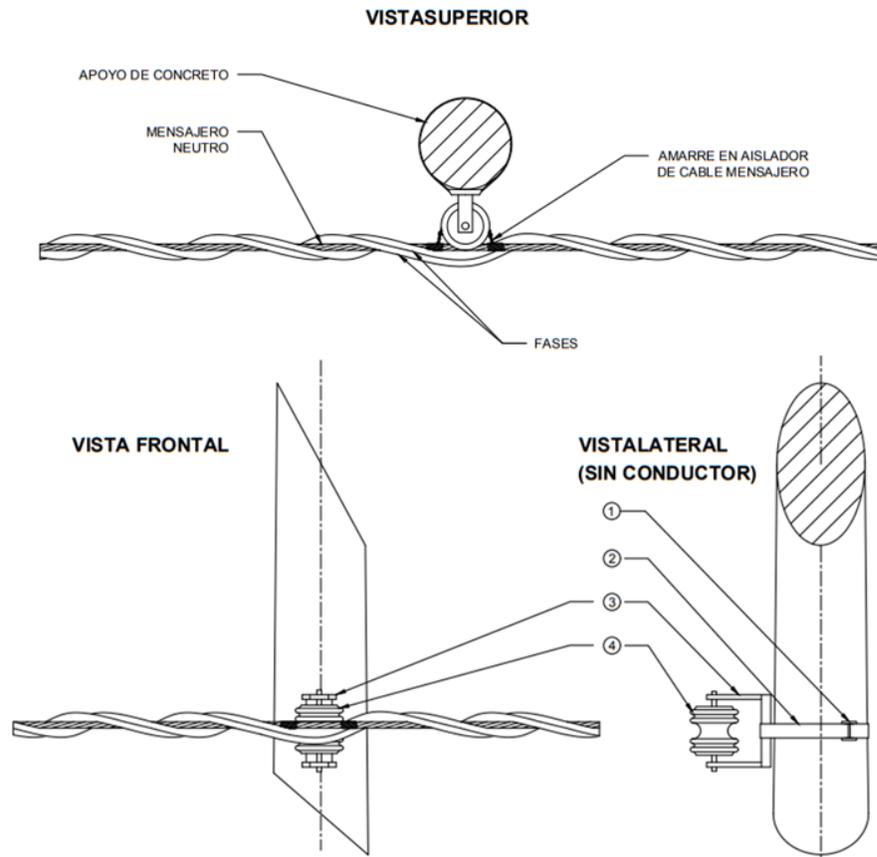
## **9. ESTRUCTURAS**

### **9.1. CONFIGURACIÓN EN SUSPENSIÓN**

Soportará la red secundaria en vanos entre retenciones sin deflexión alguna.

#### **9.1.1. CONFIGURACIÓN EN SUSPENSIÓN CON AISLADOR TIPO CARRETE**

**Figura 9. Configuración en suspensión con aislador tipo carrete**



**Tabla 10. Componentes configuración en suspensión con aislador tipo carrete**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	HEBILLAS DE ACERO 5/8"	un	1
2	FLEJE O CINTA DE ACERO 5/8"	m	0.5
3	PERCHA 1 PUESTO	un	1
4	AISLADOR TIPO CARRETE 3"	un	1

**Notas:**

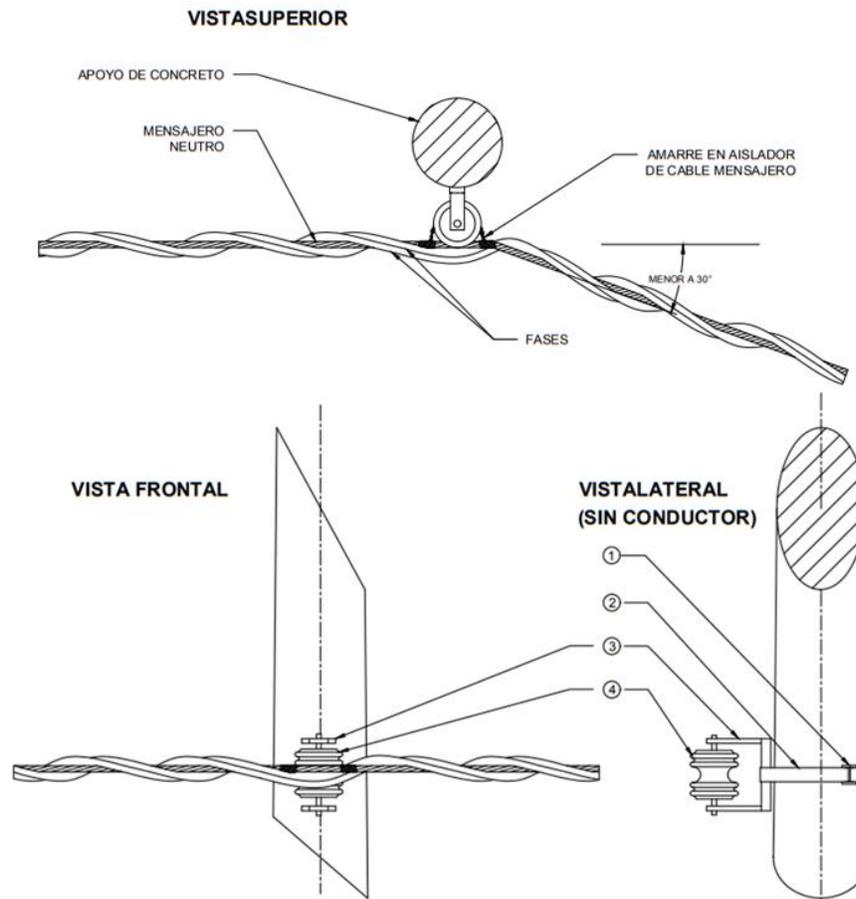
1. La estructura no incluye el material del conductor y el apoyo físico.
2. La percha se puede sujetar al apoyo por medio de fleje de acero o por tornillo de máquina de 1/2" x 8" usando las perforaciones del apoyo.
3. La vista lateral sin conductor detalla la correcta sujeción de la percha por medio de la cinta al apoyo físico.

**9.2. CONFIGURACIÓN EN ÁNGULO**

Se utilizará cuando existe un ángulo en la ruta de tendido no mayor de 30°.

## 9.2.1. CONFIGURACIÓN EN ÁNGULO CON AISLADOR TIPO CARRETE

**Figura 10. Configuración en ángulo con aislador tipo carrete**



**Tabla 11. Componentes configuración en ángulo con aislador tipo carrete**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	HEBILLAS DE ACERO 5/8"	un	1
2	FLEJE O CINTA DE ACERO 5/8"	m	0.5
3	PERCHAS 1 PUESTO	un	1
4	AISLADOR TIPO CARRETE 3"	un	1

**Notas:**

1. La estructura no incluye el material del conductor y el apoyo físico.
2. La percha se puede sujetar al apoyo por medio de fleje de acero o por tornillo de máquina de 1/2" x 8" usando las perforaciones del apoyo.
3. El tipo de templete permitido por ESSA es el templete poste a poste.
4. La vista lateral sin conductor detalla la correcta sujeción de la percha por medio de la cinta al apoyo físico.

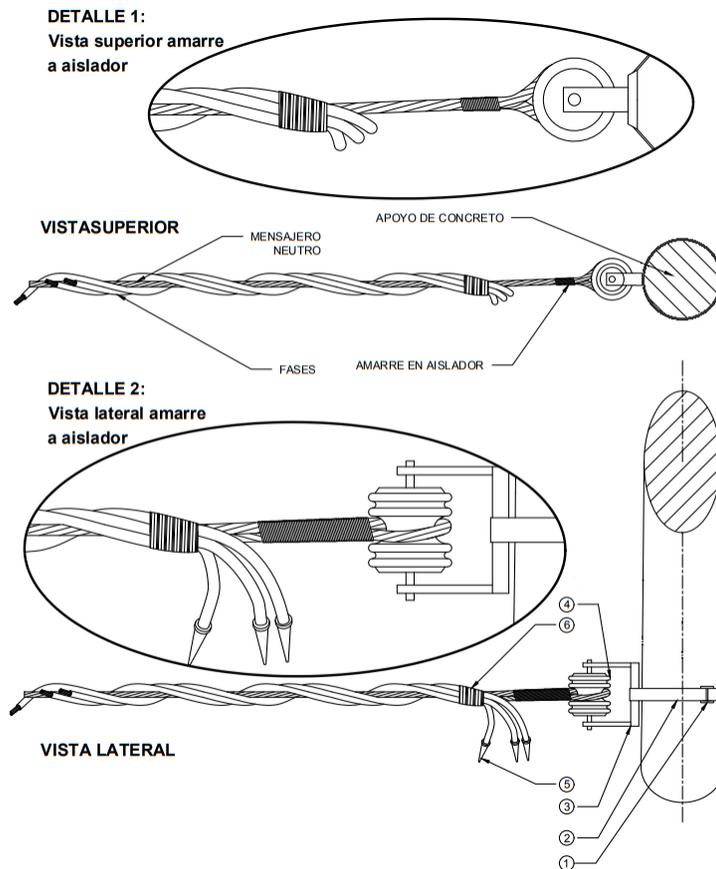
### 9.3. CONFIGURACIÓN TERMINAL

Es la estructura final de un ramal de baja tensión. Una estructura doble terminal será adicionalmente aquella en la cual confluyen dos finales de dos circuitos secundarios adyacentes.

Las fases deberán agruparse o alejarse a una distancia de 2 metros del poste.

#### 9.3.1. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON AISLADOR TIPO CARRETE

**Figura 11. Configuración terminal con aislador tipo carrete**



**Tabla 12. Componentes configuración terminal con aislador tipo carrete**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	HEBILLAS DE ACERO 5/8"	un	1
2	FLEJE O CINTA DE ACERO 5/8"	m	0.5
3	PERCHAS 1 PUESTO	un	1
4	AISLADOR TIPO CARRETE 3"	un	1
5	CAPUCHON PARA CONDUCTOR	un	3
6	AMARRAS PLASTICAS	un	4

Nota:

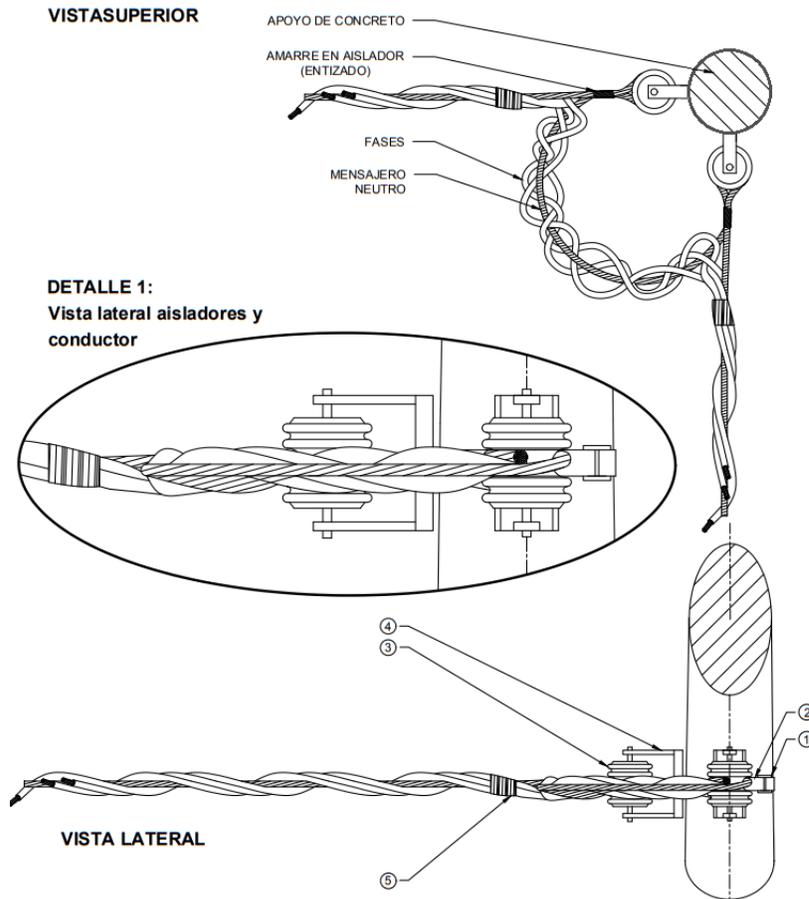
1. La estructura no incluye el material del conductor y el apoyo físico.
2. La percha se puede sujetar al apoyo por medio de fleje de acero o por tornillo de máquina de 1/2" x 8" usando las perforaciones del apoyo.
3. El tipo de templete permitido por ESSA es el templete poste a poste.

## 9.4. RETENCIÓN

Cuando existe una deflexión en la ruta de tendido superior a los 30°, la estructura llevará herrajes terminales, cada una orientada en uno de los sentidos del tendido.

### 9.4.1. RETENCIÓN CON AISLADOR TIPO CARRETE

**Figura 12. Configuración en retención con aislador tipo carrete**



**Tabla 13. Componentes configuración en retención con aislador tipo carrete**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REFERENCIA
1	HEBILLAS DE ACERO 5/8"	un	1
2	FLEJE O CINTA DE ACERO 5/8"	m	0.5
3	PERCHAS 1 PUESTO	un	1
4	AISLADOR TIPO CARRETE 3"	un	1
5	AMARRAS PLASTICAS	un	4

#### Notas:

1. La estructura no incluye el material del conductor y el apoyo físico.
2. La percha se puede sujetar al apoyo por medio de fleje de acero o por tornillo de máquina de 1/2" x 8" usando las perforaciones del apoyo.
3. El tipo de templete permitido por ESSA es el templete poste a poste.

## 9.5. ÁNGULO DE CRUCETA VOLADA DE 1000 MM

Figura 13. Configuración en ángulo cruceta volada y aislador tipo carrete

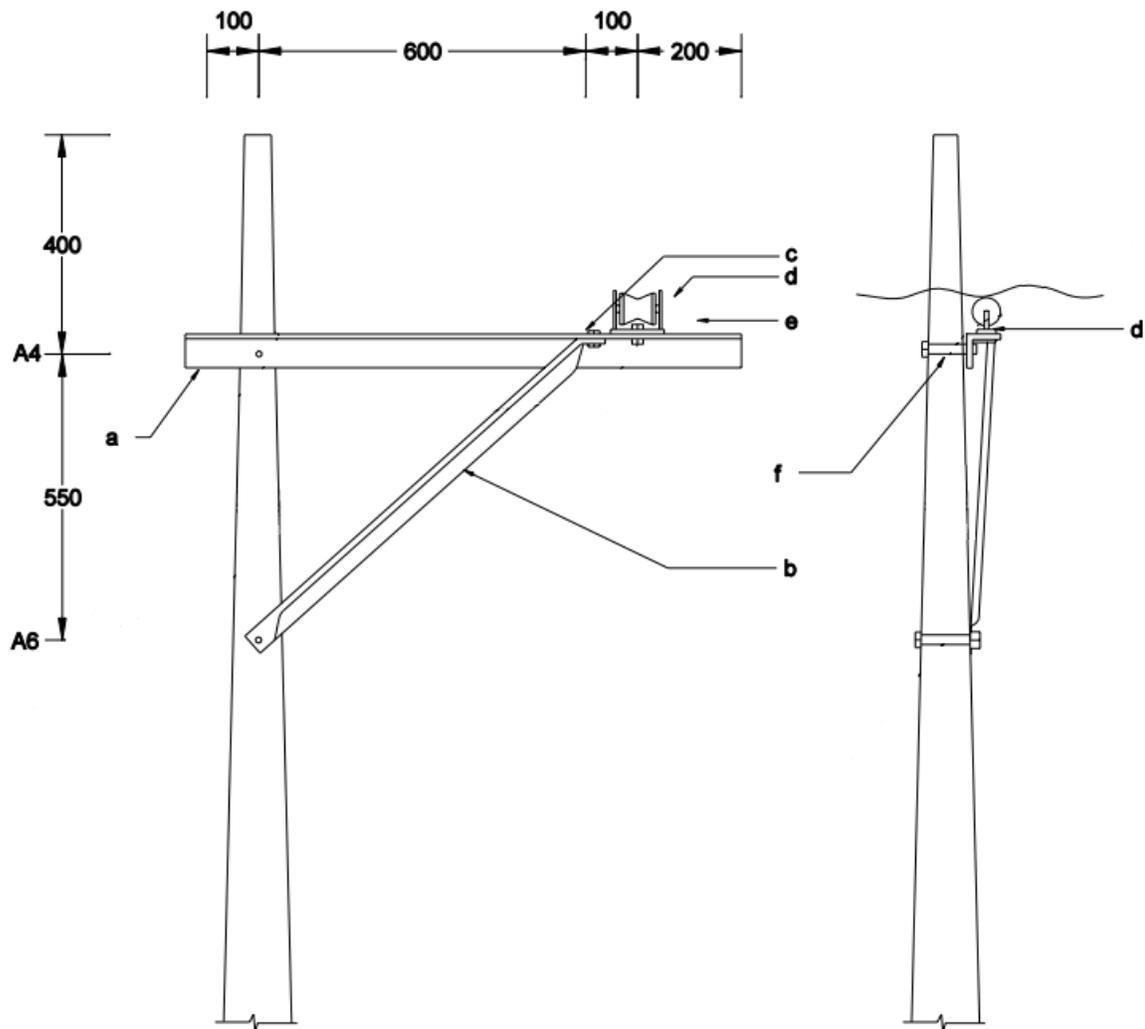


Tabla 14. Componentes configuración en ángulo cruceta volada y aislador tipo carrete

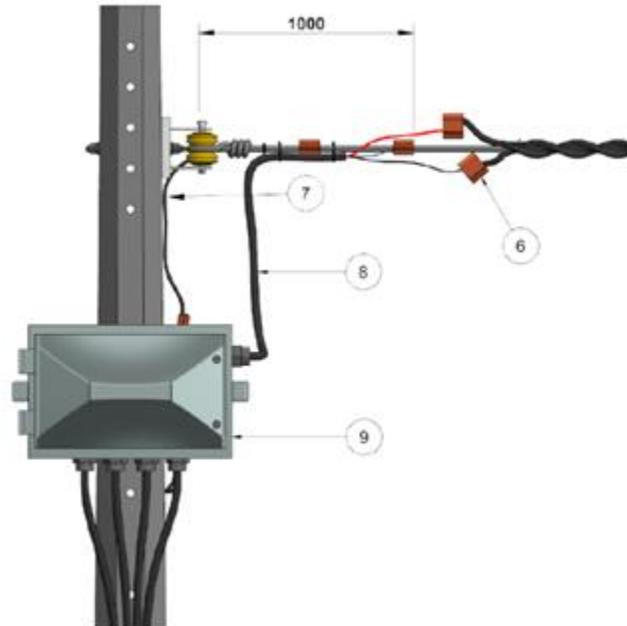
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
a	CRUCETA 1000 mm	un	1
b	PIE AMIGO 1 1/2" X 1 1/2" X 3/16" PARA CRUCETA DE 1000 mm	un	1
c	AISLADOR TIPO CARRETE 3"	un	1
d	TORNILLO DE MAQUINA 5/8" X 1 1/2"	un	2
e	PERCHA 1 PUESTO	un	1
f	ESPARRAGO 5/8" x 12"	un	2

Notas:

1. Dimensiones en mm.
2. La longitud del cable encauchetado es adicional al que incluye al suministrado en la caja portabornera.

## 9.6. MONTAJE DE CAJA PORTABORNERA

**Figura 14. Montaje de caja portabornera sobre el poste**



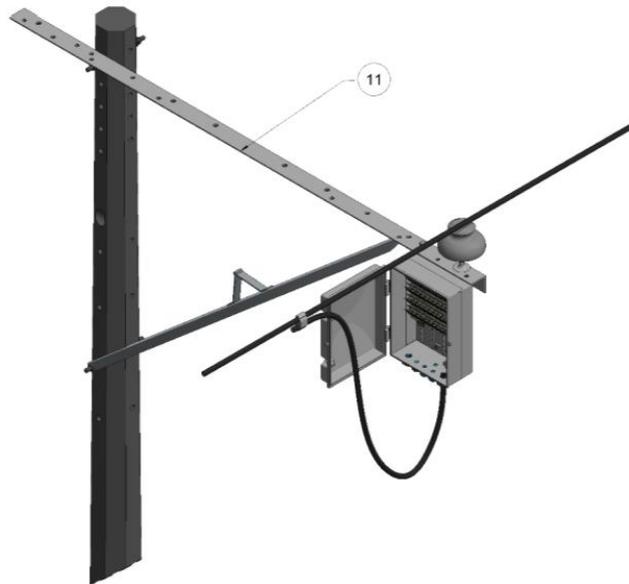
**Tabla 15. Componentes montaje de caja portabornera sobre la red**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
REFUERZO ESTRUCTURAL	un	1
CONECTORES DE PERFORACIÓN DE AISLAMIENTO O COMPRESIÓN	un	2-3
CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA EL NEUTRO	un	1
CABLE MULTIPLEX AUTOSOPORTADO	m	-
CAJA PORTABORNERA	un	1
FLEJE O CINTA DE ACERO 5/8"	m	0.5
HEBILLA DE ACERO 5/8"	un	1
CABLE DE FUERZA EN COBRE	m	-
POSTE EN CONCRETO DE 8 m	un	1

### Notas:

1. En la figura para fines ilustrativos el poste se indica en un color distinto al color propio del concreto, material especificado en la presente norma.
2. La estructura no incluye los materiales de la red secundaria, los elementos que la soportan al apoyo, el apoyo físico y las acometidas.
3. Las perforaciones para los conductores de la caja portabornera dependen del calibre del diseño del proyecto.
4. Las dimensiones del capuchón y el conector de perforación dependen de los calibres del diseño.

Figura 15. Derivación desde red aérea con caja de derivaciones en cruceta.



## 9.7. CONEXIÓN DE NEUTRO A TIERRA

Figura 16. Conexión de neutro a tierra

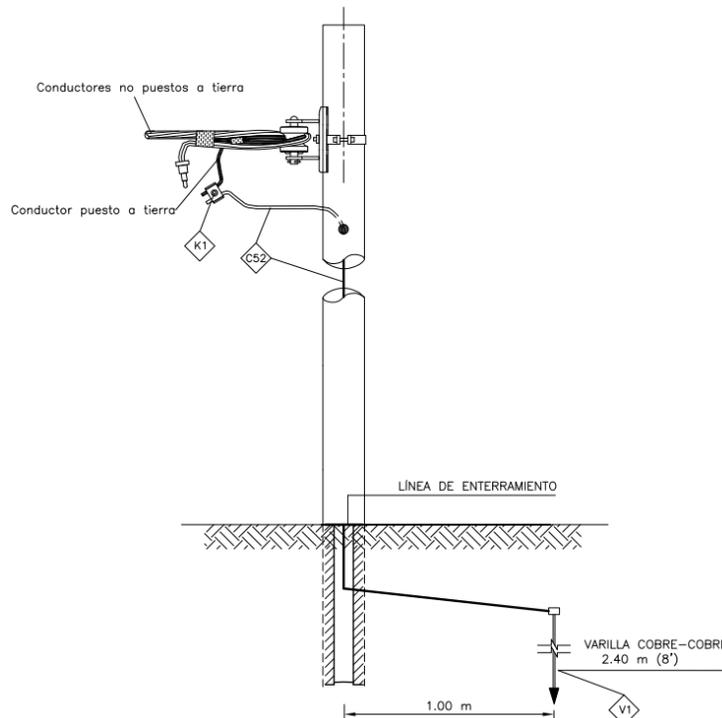


Tabla 16. Componentes para la conexión de neutro a tierra

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REFERENCIA
C52	Cable bimetálico CCS acero - cobre o acero galvanizado 3/8"	-	
K1	Conector de compresión 1/0 AWG – 1/0 AWG	1	
V1	Varilla cobre de 16 mm (5/8") x 2.40 m	1	