



# NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

## Tabla de Contenido

	<i>Pág.</i>
1 OBJETO.....	3
2 ALCANCE DE LA NORMA .....	3
3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA .....	4
4 DEFINICIONES.....	5
5 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	7
5.1 REDES DE DISTRIBUCIÓN URBANAS EN BAJA TENSIÓN EN RED PRE-ENSAMBLADA.....	7
5.1.1 Definición de Calibres de Conductores Normalizados para Redes Pre-ensambladas.....	7
5.1.2 Calibres de Conductores Aéreos para Redes de Distribución .....	8
5.2 RADIOS DE CURVATURA RECOMENDADOS PARA CONDUCTORES DE FASE Y ENSAMBLES DE CABLE .....	9
5.3 ACCESORIOS DE MONTAJE PARA LA RED PRE ENSAMBLADA .....	9
5.3.1 Caja para Derivación de Acometidas .....	9
5.3.2 Conectores de Perforación Aislados .....	11
5.3.3 Accesorios para Fijación de Red Pre-ensamblada al Poste en Conjuntos Terminales y Corridos ....	13
5.3.4 Protector de Punta de Cable para Red Pre-ensamblada.....	14
6 AJUSTES AL MONTAJE DE LA RED PRE-ENSAMBLADA PARA DISMINUIR CONEXIONES FRAUDULENTAS .....	15
6.1 CAJAS DE DERIVACIÓN UBICADAS EN LOS VANOS .....	16
6.2 MANTA METALIZADA PARA EVITAR CONEXIONES NO AUTORIZADAS .....	16
6.3 DISTRIBUCIÓN AÉREA ECONÓMICA.....	18
7 NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA DISMINUIR CONEXIONES FRAUDULENTAS .....	19
7.1 CORAZA PROTECTORA DE CABLE DERIVADO .....	19
7.2 PROTECTOR DE CABLES DE BAJA TENSIÓN PRE ENSAMBLADO .....	20
7.3 PROTECTOR DE EMPALME ANTIFRAUDE .....	20



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

### Lista de Tablas

*Pág.*

Tabla 1. Normatividad de referencia .....	4
Tabla 2. Temas para la definición de conductores normalizados consignados en el Capítulo 2, Conductores de la Norma de Diseño de EMCALI .....	8
Tabla 3. Calibres normalizados para redes de distribución 3Ø-4H Nivel de Tensión 1 .....	8
Tabla 4. Calibres normalizados para redes de distribución 2Ø-3H Nivel de Tensión 1 .....	9

### Lista de Figuras

*Pág.*

Figura 1. Protector para sellar punta de cable 4-4/0 AWG en frío .....	15
Figura 2. Localización de Cajas de Derivación .....	16
Figura 3. Manta metalizada para protección de cables pre ensamblados .....	16
Figura 4. Instalación de manta metalizada sobre cable múltiplex .....	17
Figura 5. Caja de Distribución Instalada en Poste del Transformador en el sistema DAE .....	18
Figura 6. Coraza Protectora para Cable Derivado .....	19
Figura 7. Composición Coraza Protectora .....	19
Figura 8. Protector de cables pre ensamblados .....	20
Figura 9. Dimensiones Protector de Cable Pre ensamblado .....	20
Figura 10. Refuerzo estructural sobre conectores .....	21
Figura 11. Dimensiones (en mm) Protector de Empalme Antifraude .....	21



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

### 1 OBJETO

Esta norma tiene como objetivo establecer los requerimientos técnicos y regulatorios vigentes en lo referente al diseño e instalación de líneas eléctricas aéreas pre-ensambladas o trenzadas de baja tensión, que se construyan en el sistema de distribución de Empresas Municipales de Cali, **EMCALI E.I.C.E. E.S.P.**

La utilización de red trenzada será incentivada por **EMCALI** con programas de reducción de pérdidas no técnicas, realizando seguimiento y control en el proceso de recuperación de energía. Adicional a los beneficios por menor costo de mantenimiento y reducción de fallas técnicas por contacto con la red (podas de árboles).

La presente normatividad es de aplicación obligatoria por parte de funcionarios de las áreas de Proyectos, Mantenimiento y Operación de **EMCALI**, los contratistas y clientes que instalen redes pre-ensambladas aéreas de baja tensión para uso en alumbrado público y acometidas particulares en el sistema de distribución de **EMCALI**.

La norma está sustentada de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Unificación de criterios.
- Estandarización de procedimientos técnicos.
- Contribución a la planeación, sistematización y disminución de costos de los proyectos de infraestructura eléctrica.
- Garantizar que los requisitos exigidos cumplan con las normas legales, técnicas ambientales vigentes y de operación para el suministro de energía.

### 2 ALCANCE DE LA NORMA

Las redes de baja tensión aéreas serán especificadas únicamente con conductores pre-ensamblados de aluminio conocidos como cables trenzados, con todos los conductores aislados. Este criterio aplica incluso para remodelaciones de red de baja tensión.

La utilización de redes pre-ensambladas con cables aislados permite disminuir los peligros relativos a cortocircuitos entre conductores, que normalmente ocasionan interrupciones del servicio como también solucionar en gran medida los problemas en las zonas arborizadas, no sólo por los contactos que las ramas pueden provocar, sino también por la mayor resistencia de los conjuntos de cables a la caída de ellas o aún de árboles.



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

Los cables aislados pueden ser tendidos siguiendo cualquier irregularidad del recorrido, pasando por lugares estrechos, sinuosos o arborizados, aun cuando la zona ya se encuentre saturada por otras redes aéreas, sin adoptar particulares previsiones de seguridad.

Otras ventajas de los cables pre-ensamblados son:

- Las derivaciones a los usuarios pueden llegar a ser más cortas y atenuarse los requisitos relativos a distancias mínimas respecto de lugares accesibles o de otras líneas eléctricas.
- Seguridad para las personas puesto que se eliminan totalmente los riesgos de choques eléctricos accidentales.
- En las redes de distribución de baja tensión se tienen menores dimensiones y mejor aspecto dado que los conjuntos de cables pre-ensamblados ocupan un espacio mínimo, con lo cual se resuelve en la mejor forma el problema de la congestión de líneas y el aspecto estético de las redes.

La presente norma presenta los datos y requerimientos técnicos necesarios para la implementación de cualquier obra de líneas aéreas de baja tensión que utilicen conductores aéreos trenzados de baja tensión en el sistema de distribución de **EMCALI** y bajo ninguna circunstancia, reemplazará o predominará sobre la normatividad y regulación nacional y/o internacional del tema en mención, aplicable en su versión más reciente.

### 3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

Los cables pre-ensamblados estarán sujetos a los reglamentos, requisitos técnicos y procedimientos de fabricación vigentes (o el que lo modifique o sustituya) contenidos en las siguientes normas y estándares que se citan en la Tabla 1.

Tabla 1. Normatividad de referencia

Ítem	Norma / Entidad	Descripción
1.	RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
2.	NTC 2050	Código Eléctrico Colombiano
3.	NTC 308 (ASTM B231)	Conductores de aluminio 1350 cableado concéntrico.
4.	ICEA Publicación. No S-76-474	Cables de potencia ensamblados con neutro portante con aislamiento extruido resistente a la intemperie para 600V
5.	ASTM D1248	"Standard Specification for Polyethylene Plastics Extrusion Materials for wire and Cable
6.	NTC 5346 - 2014	Ensamblados de cables de potencia soportados con neutro, con aislamiento extruido resistente a la intemperie para 600 V



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

Ítem	Norma / Entidad	Descripción
7.	ICONTEC 2186 (ICEA S 66-524)	Alambres y cables aislados con polietileno reticular termoestable para transmisión y distribución de energía eléctrica.
8.	NTC 360	Alambres de aluminio 1350 H-19 de sección circular para usos eléctricos. (ASTM B 230/B 230M).

### 4 DEFINICIONES

Para la correcta comprensión de esta norma, se definen a continuación algunos términos utilizados en el contexto de líneas eléctricas aéreas pre-ensambladas de baja tensión y en este sentido deberán ser interpretados:

**ACOMETIDA:** Se entiende por la parte de la instalación eléctrica que se construye desde las redes públicas de distribución hasta las instalaciones del usuario, y está conformada por los siguientes componentes:

- Punto de alimentación.
- Conductores.
- Ductos.
- Tablero general de acometidas.
- Interruptor general.
- Armario de medidores.

**ACOMETIDA O CONEXIÓN FRAUDULENTA:** Cualquier derivación de la red local, de otra acometida o de la conexión, efectuada sin la autorización de **EMCALI** cuyo objeto es evitar total o parcialmente la medición de consumo por parte del prestador del servicio.

**CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (*grounding conductor*):** Conductor utilizado para conectar los equipos o el circuito puesto a tierra de una instalación, al electrodo o electrodos de tierra de la instalación.

**CONDUCTOR PUESTO A TIERRA (*grounded conductor*):** Conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra. Generalmente es el neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.

**ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA:** Elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

de puesta a tierra del sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o elemento metálico de la estructura, la tubería del agua en contacto directo con la tierra, un anillo o malla formados por unos o más conductores desnudos destinados para este uso.

**EQUIPO DE CORTE DE ACOMETIDA:** El equipo necesario que consiste generalmente en un interruptor automático, o interruptor y fusibles, con sus accesorios, situado cerca del punto de acometida de un edificio, otras estructuras o en una zona definida, destinada para servir de control principal y de medio de desconexión del suministro.

**FRAUDE:** Alteración de la acometida o medidor que afecte la medición real del consumo realizada por el usuario o un tercero.

**GPR (Ground Potential Rise):** Elevación del potencial de tierra.

**INSTALACIÓN DE USO FINAL:** Comprende los sistemas eléctricos que van desde la frontera con la red de servicio de uso general, incluyendo la acometida o ramales de acometida que entregan la energía al equipo de entrada de servicio del usuario, hacia el interior de una edificación o al punto de conexión de los equipos o elementos de consumo.

**INTERRUPTOR AUTOMÁTICO (circuit breaker):** Dispositivo diseñado para que abra y cierre un circuito de manera no automática y para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobre corriente predeterminada sin daños para el mismo cuando se aplique adecuadamente dentro de sus valores nominales.

**MEDIO DE DESCONEXIÓN:** Dispositivo o grupo de dispositivos u otro medio por el cual los conductores de un circuito se pueden desconectar de su fuente de alimentación.

**NTC 2050 - Código Eléctrico Colombiano.:** Norma Técnica Colombiana.

**RED PRE-ENSAMBLADA:** Es aquella que está conformada por dos o tres conductores de aluminio AAC aislados en XLPE individualmente para las fases y por un conductor neutro de aluminio ACSR aislado dispuestos en forma helicoidal. El conductor neutro se denomina portante o mensajero porque cumple además la función mecánica de sostener los conductores de fase.

**RETIE:** Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

**RED DE USO GENERAL:** Redes públicas que no forman parte de acometidas o de instalaciones internas.

**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA:** Es la conexión entre un conjunto de elementos de una instalación eléctrica, que permite conducir, drenar y disipar a tierra las corrientes no deseadas, para evitar que sufran daño las personas, los equipos y el medio ambiente.

**ZONA URBANA:** Se caracteriza principalmente por estar conformada por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas, las cuales están delimitadas por calles, carreras o



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

avenidas. Cuenta por lo general, con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales y colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las ciudades capitales y las cabeceras municipales.

**ZONA RURAL:** Se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles, carreteras, avenidas. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas.

**ZONA SUBURBANA:** Son las áreas ubicadas en la periferia de la ciudad donde se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, con un desarrollo intermedio de los servicios públicos domiciliarios. Forman parte del suelo suburbano los corredores urbanos interregionales.

### 5 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN.

#### 5.1 REDES DE DISTRIBUCIÓN URBANAS EN BAJA TENSIÓN EN RED PRE-ENSAMBLADA

Para el sector urbano las redes de uso general de baja tensión en el área de influencia de **EMCALI**, se construirán en cable pre-ensamblados de aluminio o cables trenzados, y serán alimentadas de transformadores bifásicos de distribución con capacidad máxima de 75 kVA o trifásicos con capacidad máxima de 150 kVA, por lo que los diseños en general (expansión o remodelación) se deberán ajustar a estas capacidades.

Las redes aéreas del Nivel de Tensión 1 deben ser pre-ensambladas, con conductores dúplex, tríplex o cuádruplex de aluminio, tipo AAC (All Aluminum Conductors), cableado clase B, con 7 hilos de aluminio duro (estirado en frío) para las fases. El conductor neutro el cual sirve como portante o mensajero, debe ser del tipo ACSR (Aluminum Cable Steel Reinforced) compuesto por seis (6) alambres de aluminio y uno (1) de acero, con conductividad mínima del 61% a 20°C. Las fases y el neutro deben estar aisladas en polietileno reticulado para 90° C.

Para redes pre-ensambladas las uniones entre conductores se realizarán mediante conectores de perforación aislados. En las estructuras o conjuntos terminales cada conductor de fase se aislará mediante un tapón sellador.

##### 5.1.1 Definición de Calibres de Conductores Normalizados para Redes Pre-ensambladas

La definición de calibres de conductores normalizados basados en criterio de conductor económico, en las capacidades normalizadas de los transformadores de distribución para montaje en poste y en las constantes de regulación se define en los puntos consignados en la Tabla 2, tomando como referencia lo presentado en el Capítulo 2, Conductores de la Norma de Diseño de Redes de Media y Baja Tensión de **EMCALI**.



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

Tabla 2. Temas para la definición de conductores normalizados consignados en el Capítulo 2, Conductores de la Norma de Diseño de **EMCALI**

Descripción del Tema	Ítem del Capítulo 2 de la Norma de Diseño
Pérdidas en redes de distribución	Numeral 5.8
Parámetros eléctricos conductores red pre-ensamblada	Tabla 14
Calibre normalizados para redes de distribución 3Ø-4H-Nivel 1	Tabla 16
Calibre normalizados para redes de distribución 2Ø-3H-Nivel 1	Tabla 17
Cálculo de cargas	Numeral 6.9.2
Potencia por unidad de carga	Numeral 6.9.2.1
Factores de diversidad para cálculo de transformadores, acometidas y alimentadores	Numeral 6.9.2.2
Selección del conductor	Numeral 6.9.3.
Confirmación del conductor por el criterio de regulación	Numeral 6.9.4.1
Confirmación del conductor por el criterio de cortocircuito	Numeral 6.9.4.2
Confirmación del conductor por el criterio de pérdidas	Numeral 6.9.4.3
Constante K para cálculos de regulación de tensión Red Pre-ensamblada	Tabla 22
Selección del conductor - Redes de distribución aéreas del Nivel de Tensión 1	Tabla 23

### 5.1.2 Calibres de Conductores Aéreos para Redes de Distribución

De acuerdo con la Tabla 2.1 de la norma NTC 5346 Ensamblajes de Cables de Potencia Soportados con Neutro y en el numeral 6.6 Calibres normalizados para uso en las redes aéreas de distribución de **EMCALI**, Capítulo 2, Conductores de la Norma de Diseño, los calibres normalizados para las fases y neutro en las redes de distribución trifásica aérea en conductor pre-ensamblado en Nivel de Tensión 1 deben ser los que se indican en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3. Calibres normalizados para redes de distribución 3Ø-4H Nivel de Tensión 1

Calibre Fase AWG (mm <sup>2</sup> )	Calibre Neutro AWG (mm <sup>2</sup> )
3 x 4 (21,14)	1 x 4 (21,14)
3 x 1/0 (53,50)	3 x 1/0 (53,50)
3 x 4 /0 (107,21)	3 x 4 /0 (107,21)

Los calibres normalizados para las fases y neutro en las redes de distribución aérea bifásica en conductor pre-ensamblado en Nivel de Tensión 1 deben ser los que se indican en la siguiente Tabla 4.



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

Tabla 4. Calibres normalizados para redes de distribución 2Ø-3H Nivel de Tensión 1

Calibre Fase AWG (mm <sup>2</sup> )	Calibre Neutro AWG (mm <sup>2</sup> )
2 x 4 (21,14)	1 x 4 (21,14)
2 x 1/0 (53,50)	(1 x 1/0 53,50)
2 x 4/0 (107,21)	1 x 4/0 (107,21)

### 5.2 RADIOS DE CURVATURA RECOMENDADOS PARA CONDUCTORES DE FASE Y ENSAMBLES DE CABLE

Este ítem contiene los valores recomendados para los menores radios de curvatura a los cuales se pueden doblar los conductores de fase o los ensambles de cable durante la instalación. Estos límites no se aplican a poleas ni a otras superficies curvadas alrededor de las cuales se pueden halar conductores de fase o ensambles de cable bajo tensión mientras se instalan. Para estas condiciones se requieren mayores radios de doblado. En todos los casos, el radio mínimo hace referencia a la superficie interna del cable y no al eje del cable.

Para ensambles de conductores paralelos o múltiplex, el radio de curvatura mínimo debe ser cuatro veces el diámetro del mayor conductor aislado, cubierto o desnudo en el ensamble.

### 5.3 ACCESORIOS DE MONTAJE PARA LA RED PRE ENSAMBLADA

Los accesorios empleados en las redes aéreas pre-ensambladas de baja tensión deberán estar debidamente protegidos contra la corrosión y envejecimiento. A continuación se describen los principales elementos utilizados en este tipo de redes.

#### 5.3.1 Caja para Derivación de Acometidas

Sin excepciones todas las acometidas desde la red pre ensamblada, deben salir de las cajas de derivación y las mismas se ubicarán en los vanos y no en los postes.

La caja deberá ser instalada sobre el vano de la red trenzada a una distancia horizontal mínima de 1,5 m con respecto al poste.

La marcación de las conexiones de la caja, será tal que permita una fácil instalación de las fases y de la secuencia de conexión de las mismas, tanto en derivaciones como en el alimentador de la caja.

La envolvente de la caja para derivación de acometidas será fabricada en polipropileno reforzado con fibra de vidrio auto extingible y resistente a los agentes químicos, a la corrosión y a los rayos ultravioletas. El espesor de las paredes de la caja será 7 mm. La caja estará compuesta por una cuba y una puerta que permiten la ventilación por convección natural sin perjuicio del grado de protección IP-43. Tanto la cuba como la puerta deberán tener una ranura para colocar empaquetadura de caucho,



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

además la puerta deberá tener en la parte superior dos bisagras del tipo macho-hembra y en la parte inferior un tornillo en acero inoxidable con cabeza ranurada para llave especial de seguridad y agujero para colocar sello de **EMCALI**.

El diseño de la caja de derivación debe tener espacio suficiente para la entrada del alimentador principal y derivación de mínimo 9 acometidas domiciliarias todas ellas por la parte inferior, los barrajes deben tener la capacidad de corriente necesaria para la conexión de usuarios residenciales y comerciales, debe estar certificadas por una entidad acreditada por la autoridad correspondiente.

La conexión de la línea de alimentación a la red trenzada se hará con conectores de perforación aislados para baja tensión certificados para tal fin. Dichos conectores deberán garantizar una unión electromecánica adecuada y un aislamiento que proteja la conexión del ingreso de humedad.

Para una instalación segura la caja de derivación deberá tener en la parte posterior superior una platina galvanizada que permita que la caja sea sujeta directamente al neutro de la red trenzada en el vano, (ver Planos de Construcción). La platina debe estar debidamente centrada y firmemente unida a la caja. La posición de la caja debe quedar en forma tal que facilite la derivación vertical de las acometidas aéreas.

Las dimensiones máximas de la base son: ancho y altura: 280 mm, profundidad: 140 mm. Las dimensiones anteriores deben asegurar una óptima ubicación de las borneras y garantizar la fácil conexión y desconexión de la alimentación y las acometidas.

La base de la caja debe poseer en la parte inferior una perforación de mínimo 33 mm de diámetro para la entrada del cable cuádruplex que viene desde la red secundaria hacia las borneras y nueve (9) perforaciones de 23 mm de diámetro, para la salida de las acometidas de los usuarios.

Todos los orificios deben tener una membrana delgada de caucho la cual se perfora cuando se instala el conductor o en su defecto sus respectivos pasacables o tapones (prensaestopa) removibles adaptables a diferentes diámetros de cable, los cuales podrán ser fabricados en material sintético, PVC, plástico o caucho resistente a la radiación solar.

En la base de la caja se deben colocar los medios para soportar el terminal de tierra, la barra del neutro y el bloque aislante que contiene las borneras de fase. El bloque aislante cumple con las funciones de sujetar, separar y aislar los bornes de fase, además de darle la altura suficiente para que sobresalga del fondo, logrando así facilidad en la conexión de las acometidas.

La puerta de la caja tendrá grabado en alto relieve una inscripción en letras mayúsculas que diga "**EMCALI EICE - ESP**", la señal de peligro alta tensión según el RETIE y adicionalmente la marca del fabricante, fácilmente visibles desde el exterior. La caja debe ser fabricada con un marco alrededor, de forma que permita el cierre y ajuste, impidiendo el acceso del agua al interior de la caja. La pestaña alrededor de la caja evita las intervenciones y el acceso no autorizado o fraudulento de los usuarios o extraños.



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

La bornera debe garantizar buena conexión y evitar los riesgos de contactos accidentales entre fases, entre éstas y neutro o tierra. Cada bornera deberá estar aislada eléctricamente, a 600 V, una de otra por un material polimérico de alta resistencia mecánica y al envejecimiento climático y montados sobre soportes aislantes para que sobresalgan de la base, logrando así facilidad en las conexiones de las acometidas. El bloque de conexión o conjunto de borneras deberá tener un frente muerto para evitar contactos accidentales o cortocircuitos entre estos.

Los bornes para las fases y la barra para el neutro pueden ser de cobre electroplateado bronce o latón, con alta resistencia a la corrosión.

El elemento mecánico usado para mantener la conexión eléctrica y mecánica entre los cables y el barraje de conexión será mediante un resorte de acero inoxidable para comprimir el cable de cobre que recibirá, sin cortarlo. El sistema de resorte deberá garantizar una fuerza de 5 kgf de contacto constante, cuyas pruebas mecánicas de tracción se harán de acuerdo a lo estipulado en la norma UL 1059.

La bornera debe tener una capacidad de corriente de mínimo 150 A y garantizar que no se presentará desconexión accidental de las acometidas o de la alimentación desde la red secundaria, cada conexión debe ser de alta confiabilidad y baja resistencia eléctrica, de fácil y rápida instalación.

Las cajas de bornera para acometidas de baja tensión, deben ser resistentes a los choques mecánicos provocados por objetos punzantes, a las llamas (autoextinción), al impacto IK10 (20 julios), a las variaciones de temperatura, envejecimiento climático (rayos UV), penetración de la bolilla y además, debe tener una buena terminación de todos sus elementos constitutivos en la tapa y sus accesorios.

Mecánicamente debe cumplir con lo estipulado en la norma UL1059 y las pruebas de corrosión se llevarán a cabo de acuerdo con ASTM B 117.

### 5.3.2 Conectores de Perforación Aislados

El conector de perforación es usado cuando el conductor principal y el de derivación son pre-ensamblados del tipo XLPE por lo que se necesitan mordazas de contacto en los dos alojamientos para el conductor. Los dientes de la mordaza serán diseñados de tal manera que no dañen ni modifiquen las condiciones eléctricas y mecánicas del conductor. Este conector utiliza la tecnología de perforación de aislamiento. La conexión eléctrica entre el conductor principal y de derivación es por medio de los dientes de la grapa los cuales realizan una hendidura profunda en la capa externa del conductor estableciendo un excelente contacto eléctrico. Al quebrarse la cabeza fusible se alcanza un par de apriete nominal garantizando la confiabilidad de la conexión y la no rotura del conductor y en ninguno de sus componentes. La cabeza fusible será diseñada para que una vez que se rompa pueda destornillarse el perno con llave común. Los materiales del conector deberán cumplir tanto con la conducción de la corriente eléctrica como con las sollicitaciones mecánicas y electrodinámicas a que se encontrarán sometidos durante el montaje y el funcionamiento.



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

Los conectores de perforación se utilizan para derivaciones, a partir de una red aérea de distribución baja tensión, de conductores de acometida o línea a otra red del mismo tipo (línea de servicio, redes eléctricas de un edificio, redes eléctricas de alumbrado público, etc.). La conexión se realiza de forma simultánea entre el conductor principal y el derivado mediante un tornillo con cabeza fusible hexagonal.

Deben ser tipo perforación, bimetálicos, tipo tornillo fusible para conexión sellada a cables aislados XLPE-90°C (principal y derivación), además deben llevar tapón sellador para el cable derivado, en caso de usarse el conector tipo cuña, el acabado final debe quedar totalmente aislado con cinta autofundente y aislante del mismo color del conductor y las cintas deben ser adecuadas para este uso de manera que no cause daño a los conductores o sus aislamientos.

Los conectores deben cumplir una norma de reconocimiento internacional (UNE 21 021 y NF C33 020) o NTC que le aplique y demostrarlo con certificado de conformidad de producto expedido por organismo de certificación acreditado. Deben garantizar que no generan corrosión con el conductor o conductores que conecta.

El material del conector de perforación debe garantizar que los cambios de temperatura no afecten las características de la conexión y se puedan presentar puntos calientes o posibles puntos con riesgo de falla.

Los conectores de perforación deben tener la siguiente composición:

- Junta de estanqueidad elastomérica de elevada rigidez dieléctrica y resistencia a la intemperie.
- Cuerpo termoplástico reforzado con fibra de vidrio de elevada resistencia mecánica y a la intemperie.
- Dientes de perforación de cobre electrolítico estañado.
- Capuchón amovible e imperdible para el cable derivado en material elastomérico de alta rigidez dieléctrica y resistencia a la intemperie.

### **Características Generales:**

Las características geométricas, dimensiones y el diseño varían de acuerdo con cada fabricante, pero seguirán los lineamientos generales de un conector de perforación de aislamiento formado por dos (2) cuerpos termoplásticos, en los cuales están embebidas las cuchillas de perforación y contacto eléctrico y las juntas aislantes responsables del sello y hermeticidad, atravesados por un tornillo pasante con cabeza fusible.

Los dos cuerpos termoplásticos deberán contar con guías laterales que impidan su giro involuntario al momento de la instalación. La cabeza del perno pasante será de forma hexagonal y no requerirá de herramientas especiales para su instalación. Los componentes (cuerpo, cuchillas, perno pasante y tapón de derivación) formarán un conjunto de piezas imperdibles entre sí. Los materiales aislantes y



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

demás materiales poliméricos utilizados en los conectores deben ser parte integral de los mismos, ser compatibles con los materiales de los cables a ser utilizados, resistentes a la intemperie y a los rayos ultravioleta. El conector luego de su instalación, deberá quedar aislado eléctricamente en forma total y herméticamente sellado.

Todos los conectores a usar, deben operar de manera eficiente en las condiciones ambientales, eléctricas y mecánicas presentes en el sistema **EMCALI**. Todos los conectores se instalarán a la intemperie.

Los objetivos de uso del conector de derivación de perforación de aislamiento son:

- Disminuir la contaminación visual de las acometidas residenciales en los postes.
- Mejorar la calidad y seguridad del servicio.
- Eliminar las colillas o estribos de conexión, de la red secundaria dificultando las conexiones directas desde éstos.
- Disminuir las pérdidas técnicas debido al calentamiento de las redes.
- Disminuir las posibles intervenciones de los usuarios en las redes de energía.
- Facilitar en el futuro labores de mantenimiento y control de la red.

### **5.3.3 Accesorios para Fijación de Red Pre-ensamblada al Poste en Conjuntos Terminales y Corridos**

Los conjuntos terminales de redes pre-ensambladas se sujetarán al poste por medio de los siguientes accesorios:

- Una (1) abrazadera de una salida, de dimensiones de acuerdo al poste a utilizar (Ver plano NDC-01030102P de la Norma Detalles de Construcción).
- Un (1) aislador tipo carrete en porcelana ANSI 53-2, (AC -2).
- Una (1) percha para un cable.
- Un (1) perno de carruaje de Ø16 mm x 38 mm (5/8" x 1-1/2").
- Tapones selladores para cable de acuerdo al diámetro del conductor.

Los conjuntos dobles terminales o ángulos de 0° a 45° de redes pre-ensambladas se sujetarán al poste por medio de los siguientes accesorios:



## NORMAS DE RED PRE-ENSAMBLADA

RPRE 2020

VERSIÓN: 1

- Un (1) abrazadera de dos salidas, de dimensiones de acuerdo al poste a utilizar (Ver plano NDC-01030103P de la Norma Detalles de Construcción).
- Dos (2) aisladores tipo carrete en porcelana ANSI 53-2, (AC -2).
- Dos (2) perchas para un cable.
- Dos (2) pernos de carruaje de  $\varnothing 16$  mm x 38 mm (5/8" x 1-1/2").
- Tapones selladores para cable de acuerdo al diámetro del conductor.

Los conjuntos corridos de redes pre-ensambladas se sujetarán al poste por medio de los siguientes accesorios:

- Un (1) abrazadera de una salida, de dimensiones de acuerdo al poste a utilizar (ver plano NDC-01030101P de la Norma Detalles de Construcción).
- Un (1) aislador tipo carrete en porcelana ANSI 53-2, (AC -2).
- Una (1) perchas para un cable.
- Un (1) perno de carruaje de  $\varnothing 16$  mm x 38 mm (5/8" x 1-1/2").

### 5.3.4 Protector de Punta de Cable para Red Pre-ensamblada

El protector punta de cable tendrá la función de aislar eléctricamente la punta del cable y mantener la estanqueidad eléctrica del sistema, su aplicación podrá ser permanente o temporal. Deberá adaptarse a diferentes secciones de cable. Su colocación será directa en frío, sin necesidad de accesorios. Deberá resistir los efectos de su instalación a la intemperie.

Los protectores serán fabricados de material sintético flexible PVC, con protección contra los rayos UV, aptos para instalación a la intemperie, serán de color negro, con una pared mínima de 1,0 mm de espesor y un largo de 50 mm. Deberán garantizar estanqueidad en las puntas de los cables pre ensamblados cuando quedan expuestas a la intemperie.

Deberán ser aptos para instalarse en cables pre ensamblados de baja tensión y permitir colocarse y ajustarse perfectamente en forma manual, sin necesidad de herramientas de calor, formando un sello hermético y una máxima protección.



Figura 1. Protector para sellar punta de cable 4-4/0 AWG en frío

### **Características Generales:**

Material:	Sintético flexible PVC.
Color:	Negro.
Envejecimiento climático:	> 600 h (ASTM G155).
Resistencia rayos UV:	720 horas (ASTM G154).
Temperatura máxima:	≥ 40° C.
Reportes de Ensayos:	ASTM G154, ASTM G155.

## **6 AJUSTES AL MONTAJE DE LA RED PRE-ENSAMBLADA PARA DISMINUIR CONEXIONES FRAUDULENTAS**

Esta parte de la norma trata sobre la revisión de modificaciones aplicables a la red pre-ensamblada de **EMCALI** que permitan la disminución de conexiones fraudulentas y la propuesta de nuevos esquemas de montaje que dificulten el acceso a la red para las conexiones ilegales.

Según el tipo de fuente, estas pérdidas pueden ser atribuidas a:

- Robo, se refiere a la energía apropiada ilegalmente por usuarios sin conexión formal a la red y definidas como conexiones ilegales.
- Fraude, se refiere a la modificación de los equipos de medición, de parte de los usuarios, a fin de registrar niveles de consumo eléctrico más bajos que los reales.
- Las conexiones ilegales y la intervención indebida a los medidores, generan muchas pérdidas y fallas técnicas en el sistema como desbalance en las cargas eléctricas de las líneas, apagones frecuentes y fallas en los transformadores y medidores, además de problemas de seguridad de las personas que se conectan de forma ilegal.

## 6.1 CAJAS DE DERIVACIÓN UBICADAS EN LOS VANOS

Para todas las redes que se construyan en el sistema de distribución de **EMCALI**, sin excepciones todas las derivaciones deben salir de las cajas de derivación y las mismas se ubicarán en los vanos y no en los postes, como lo indica la figura siguiente:

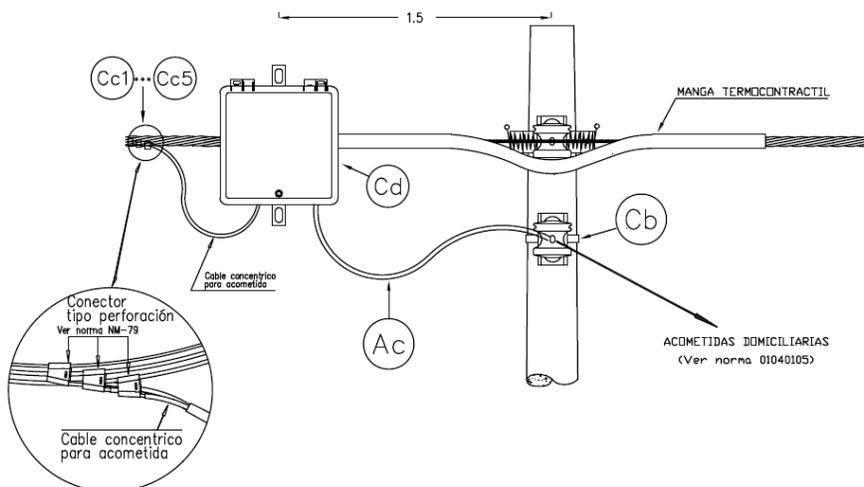


Figura 2. Localización de Cajas de Derivación

## 6.2 MANTA METALIZADA PARA EVITAR CONEXIONES NO AUTORIZADAS

La Manta Aluminizada es una membrana asfáltica impermeabilizante autoadhesiva, prefabricada y aplicada en frío, adecuada para efectuar una protección de cables pre-ensamblados.



Figura 3. Manta metalizada para protección de cables pre ensamblados

La membrana auto-adhesiva, elimina la necesidad de aplicar fuego, lo que aumenta a vida útil del conductor.

Puede ser recortada en el sitio de instalación para facilitar los trabajos del operador.

Su espesor es uniforme, lo que garantiza la calidad de la unión a proteger.

De fácil aplicación, proporciona mayor agilidad y velocidad en su instalación alrededor del cable.

Como el producto no es rígido, su extracción es posible, pero muy laboriosa, especialmente después de unos días de su instalación. La manta se instalará sobre el cable múltiplex a partir del punto de fijación de éste a los postes de la red, con lo cual se logra un tramo sellado de 1,5 metros que brinda una mejor protección contra las conexiones fraudulentas, al impedir el acceso directo a los conductores del cable múltiplex cuando se trate de tener acceso a estos por los postes.

Este blindaje se aplica a las redes en cable múltiplex en aquellos casos donde se identifica que existen puntos críticos en la red secundaria que son vulnerables a conexiones no autorizadas 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 derivación de 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 sin la debida autorización.

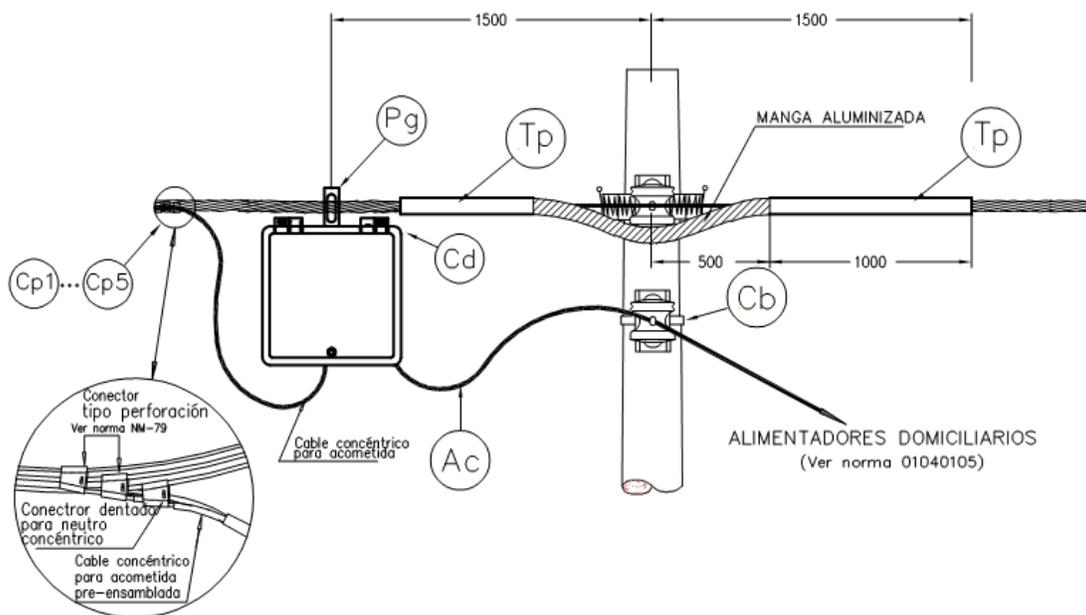


Figura 4. Instalación de manta metalizada sobre cable múltiplex

### Características Generales:

- Provee un sellado permanente contra la humedad y el ambiente.



- Radio de contracción 3:1.
- No es necesario desconectar para su instalación.
- Alta resistencia a rayos UV, químicos, corrosión, hongos, etc.
- Reduce trabajo y costo de instalación.
- Con solo pocas medidas ajusta a la mayoría de las necesidades de reparación.

### 6.3 DISTRIBUCIÓN AÉREA ECONÓMICA

El sistema de Distribución Aérea Económica (DAE) utiliza transformadores de menor capacidad, en mayor cantidad, próximos a los clientes con lo que prácticamente se elimina la red de baja tensión. Los clientes se conectan directamente a las cajas de distribución de los transformadores a través de cables concéntricos, más difíciles de intervenir que los empalmes tradicionales.

El sistema DAE tiene como filosofía eliminar la red aérea de distribución de baja tensión que se compone de conductores desnudos o conductores pre-ensamblados, de los cuales resultaba muy sencillo efectuar conexiones irregulares por parte de los hurtadores de energía.

El sistema DAE por no tener red de distribución en baja tensión es capaz de abarcar un número reducido de clientes lo que implica una elevada cantidad de transformadores los que suelen ser de 5, 10 y 15 kVA y el promedio de clientes por sistema está entre 8 kVA y 10 kVA.



*Figura 5. Caja de Distribución Instalada en Poste del Transformador en el sistema DAE*

Los transformadores del sistema DAE, por su pequeña capacidad son monofásicos, lo que permite una distribución bifásica en media tensión y la necesidad de un solo poste. La salida de baja del transformador se conecta a una caja de distribución instalada en el mismo poste donde se conectan las acometidas de los clientes acometidas con alambre concéntrico.

## 7 NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA DISMINUIR CONEXIONES FRAUDULENTAS

Estas nuevas tecnologías de blindaje aplican para aquellos casos donde los transformadores presenten índices muy altos de pérdidas de energía y el diagnóstico reporte irregularidades en toda la red pre ensamblada.

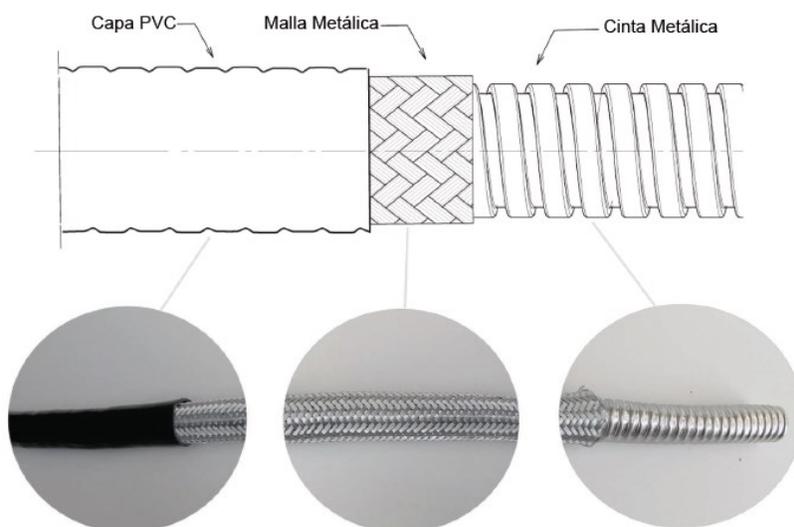
### 7.1 CORAZA PROTECTORA DE CABLE DERIVADO



*Figura 6. Coraza Protectora para Cable Derivado*

La coraza se utiliza para blindar el cable derivado desde la red pre ensamblada en una longitud de 2 metros desde el poste, tramo en el cual la red es más susceptible de ser intervenida.

La coraza especial está construida por un macarrón de cinta metálica envuelto por una malla metálica trenzada cubierta externamente por una capa de PVC flexible, para proporcionar protección adicional al cable.



*Figura 7. Composición Coraza Protectora*

## 7.2 PROTECTOR DE CABLES DE BAJA TENSIÓN PRE ENSAMBLADO



Figura 8. Protector de cables pre ensamblados

Este protector permite proteger los cables pre ensamblados contra el vandalismo reduciendo pérdidas y robo de energía.

Su instalación es simple a través de un sistema de clic que no requiere el uso de pegamentos, lo que ahorra tiempo y eficiencia.

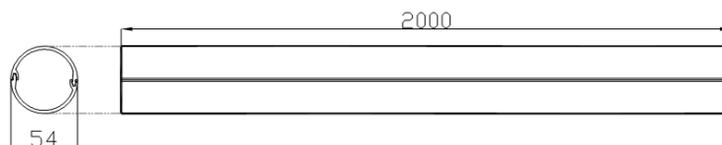


Figura 9. Dimensiones Protector de Cable Pre ensamblado

### • **Características Generales:**

- No permite la reapertura.
- Para el tendido de cables multiplexados de hasta 150 mm<sup>2</sup>.
- Color Negro.

## 7.3 PROTECTOR DE EMPALME ANTIFRAUDE

La derivación de ramales para clientes es un punto muy expuesto y susceptible a fraude, el protector de empalme envuelve el punto débil de la línea, para evitar el robo de energía a través de conexiones no autorizadas.



Figura 10. Refuerzo estructural sobre conectores

Estos puntos críticos regularmente son los conectores que se instalan para derivación de los cables de fuerza, bajantes del transformador, acometidas, alumbrado público y cargas especiales.

Piezas en forma de conchas y cerradas por dos tornillos torquimétricos, cuyo punto de ruptura está incrustado dentro de los agujeros, evitando la fácil apertura del conjunto, una vez ensamblado.

• **Características Principales**

- Debido al pigmento utilizado negro, es resistente a los rayos UV durante 10 años.
- Resistente al impacto.
- Diseñado y producido con un dispositivo de fijación de tubo de sellado.
- Tiene un sistema de drenaje interno.
- No permite la propagación de la llama con clasificación V0 según UL 94, resistente a la prueba de cable incandescente de 750°C, según IEC 60695-11-10;
- Para aplicar en redes de distribución con cable pre ensamblado o multiplexados.

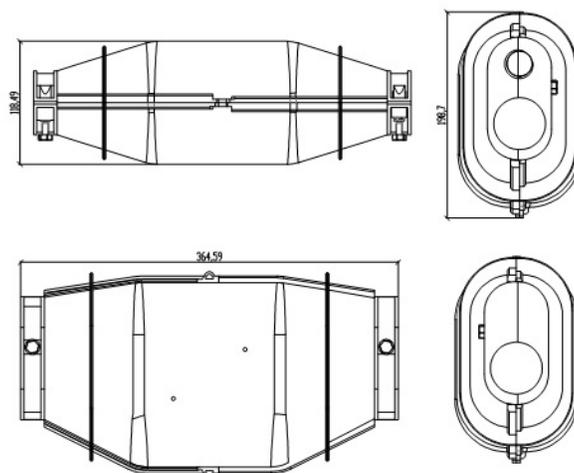


Figura 11. Dimensiones (en mm) Protector de Empalme Antifraude