



# NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

## PARTE A

# GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

## SECCIÓN A-20

## EQUIPOS Y MATERIALES

### ELABORACIÓN Y APROBACIÓN TÉCNICA:

<b>ELABORADO:</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Carlos Alberto Sánchez Arcos Jefe de Departamento de Estudios de Distribución (S)	
<b>REVISADO:</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Juan Gabriel Calderón Olivo Dirección Zona Centro (E)	
<b>APROBADO:</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Christian Rodrigo Muñoz Ontaneda Gerente de Distribución (E)	



EMPRESA  
ELÉCTRICA  
QUITO S.A.

NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A  
GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN  
SECCIÓN A-20 EQUIPOS Y MATERIALES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

VERSIÓN: 08

Código: DI-EP-P001-D001- A-20

Página: 2 DE 24

**ASESORÍA METODOLÓGICA:**

<b>ASESORÍA METODOLÓGICA ELABORADO:</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. William Roberto Dávila Alulema Analista del Departamento Sistema de la Calidad	
<b>REVISADO:</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Carlos Francisco Dávila Maldonado Jefe de Departamento Sistema de la Calidad (E)	



## Contenido

0.-	HISTORIAL DE CAMBIOS: .....	5
A-20	EQUIPOS Y MATERIALES .....	7
A-20.01.-	Objeto y Alcance: .....	7
A-20.02.-	Ordenamiento de los Listados: .....	7
A-20.03.-	Condiciones de Servicio: .....	8
A-20.04.-	Niveles de Aislamiento: .....	8
A-20.05.-	Normas de Referencia: .....	9
A-20.06.-	Características Básicas de Equipos y Materiales: .....	10
A-20.07.-	Sección “C-A”: Transformadores de Distribución: .....	10
A-20.08.-	Sección “C-B”: Elementos de Protección y Seccionamiento: .....	10
A-20.08.1.-	General: .....	10
A-20.08.2.-	Corrientes mínimas de interrupción: .....	11
A-20.08.3.-	Pararrayos: .....	12
A-20.08.4.-	Normas: .....	12
A-20.09.-	Sección “C-C”: Alumbrado Público: .....	13
A-20.10.-	Sección “C-D”: Aisladores: .....	13
A-20.10.1.-	Material: .....	13
A-20.10.2.-	Características eléctricas y mecánicas: .....	13
A-20.11.-	Sección “C-E”: Conductores Desnudos: .....	14
A-20.11.1.-	Conductores de aluminio desnudo, AAC (All Aluminum Conductor): .....	14
A-20.11.2.-	Conductores de aluminio reforzado con acero, ACSR (Aluminum Conductor Steel Reinforced):	14
A-20.11.3.-	Conductores de cobre: .....	15
A-20.11.4.-	Conductor mensajero para sistema semiaislado: .....	15
A-20.11.5.-	Cables de Acero: .....	15
A-20.12.-	Sección “C-F”: Conductores Aislados .....	15
A-20.12.1.-	Material Conductor: .....	15



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A  
GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN  
SECCIÓN A-20 EQUIPOS Y MATERIALES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

VERSIÓN: 08

Código: DI-EP-P001-D001- A-20

Página: 4 DE 24

A-20.12.2.-	Aislamiento para medio voltaje: .....	16
A-20.12.3.-	Aislamiento para voltaje secundario: .....	16
A-20.12.4.-	Cable preensamblado: .....	16
A-20.12.5.-	Cable semiaislado o ecológico: .....	17
A-20.12.6.-	Cable dúplex: .....	17
A-20.13.-	Sección “C-G”: Accesorios para Conductores: .....	17
A-20.13.1.-	Para redes aéreas con conductores desnudos: .....	18
A-20.13.2.-	Para redes aéreas con conductores semiaislado: .....	18
A-20.14.-	Sección “C-H”: Puestas a Tierra: .....	19
A-20.15.-	Sección “C-I”: Postes: .....	19
A-20.15.1.-	Materiales y Formas: .....	19
A-20.15.2.-	Diseño y Método de Fabricación: .....	19
A-20.15.3.-	Dimensiones y Cargas: .....	19
A-20.16.-	Sección “C-J”: Herrajes Galvanizados: .....	19
A-20.17.-	Sección “C-K”: Materiales de red subterránea: .....	20
A-20.18.-	Sección “C-L”: Materiales de obra civil: .....	23
A-20.19.-	Sección “C-M”: Misceláneos: .....	24

## Índice de tablas

Tabla A-20.03_1	Condiciones ambientales predominantes en el área de servicio de la EEQ.....	8
Tabla A-20.10_1	Características de los aisladores. ....	13



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A  
GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN  
SECCIÓN A-20 EQUIPOS Y MATERIALES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

VERSIÓN: 08

Código: DI-EP-P001-D001- A-20

Página: 5 DE 24

0.- HISTORIAL DE CAMBIOS:

#VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	FECHA APROBACIÓN
07	<p>A-20.02 Ordenamiento de los listados: actualización de partida “L”, Materiales para obra civil e inclusión de partida “M”, Misceláneos.</p> <p>A-20.03 Actualización de condiciones de servicio según datos del INAMHI Anuario meteorológico 2017</p> <p>A-20.04 Niveles de aislamiento, actualización de valores de BIL aplicando el factor de corrección por altura para 3000 m.s.n.m. en base a normativa IEEE.</p> <p>A-20.05 Normas de referencia, inclusión de normas: IEEE, NEC e ICEA.</p> <p>A-20.08 Partida “B”: Equipos de Protección y Seccionamiento: inclusión de descripción y parámetros de celdas de medio voltaje; Inclusión de parámetros de pararrayos: MCOV y máximo voltaje de descarga; Actualización parámetros de conectores aislados. A-20.10 Partida “D”: Aisladores: inclusión de aisladores de polietileno de alta densidad para sistema semiaislado.</p> <p>A-20.11 Partida “E”: Conductores Desnudos, inclusión de descripción de los siguientes conductores: AAC, ACSR, Cobre, conductor mensajero AWA y cable de acero.</p> <p>A-20.12 Partida “F”: Conductores Aislados: Inclusión aleación de aluminio serie 8000 para material de conductores; Inclusión de XLPE para aislamiento cables de medio voltaje; Inclusión de aislamiento TTU para cables de voltaje secundario y uso de conductor neutro; Inclusión descripción cable preensamblado, cable semiaislado y cable dúplex.</p> <p>A-20.13 Partida “G”: Accesorios para Conductores: Inclusión descripción de accesorios para terminaciones y empalmes para redes semiaisladas y con conductor preensamblado (capuchones); Fijación de conductores semiaislados; Inclusión del uso de estribos para derivaciones en redes aéreas.</p>	<p>Ing. Juan Barroso Ing. Santiago Abata Ing. Pablo Asanza Ing. Marilyn Chimarro</p> <p>Equipo de Normas</p>	<p>Ing. Freddy Yanez Director de Distribución Zona Centro</p>	<p>Ing. Edwin Recalde, Gerente de Distribución</p>	2021-03-15



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A  
GUÍA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN  
SECCIÓN A-20 EQUIPOS Y MATERIALES

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

VERSIÓN: 08

Código: DI-EP-P001-D001- A-20

Página: 6 DE 24

	<p>A-20.16 Partida “J”: Herrajes Galvanizados: inclusión de normativa en función del tipo de herraje.</p> <p>A-20.17 Inclusión de Partida “K”: Materiales de red subterránea, descripción de los siguientes materiales: buje tipo pozo, buje inserto doble, buje inserto, buje de parqueo, conector tipo codo, conector tipo T, codo portafusible, terminales de medio voltaje y empalmes de bajo voltaje.</p> <p>A-20.18 Actualización de partida “L”: Materiales para obra civil, inclusión de descripción de los siguientes materiales: tubería, tipos de pozos, separadores de tubería, tapas para pozos o cámaras, soportes, tubo rígido de acero galvanizado, tapones, tubo polietileno triducto y sellante de ducto.</p> <p>A-20.19 Inclusión de Partida “M”: Misceláneos, se describen ejemplos de materiales.</p>				
08	<p>Ajustes al formato según el “Procedimiento Gestión de la Información Documentada del Sistema Integrado de Gestión”, código GEC-SIG-P001</p> <p>A-20.14.-Sección “C-H”: Puestas a Tierra: se cambió la palabra “Copperweld” por varillas de acero con recubrimiento de cobre</p>	<p>Ing. Carlos Sánchez, Jefe Dpto. Estudios de Distribución.</p>	<p>Ing. Juan Calderón, Director Zona Centro. <b>Asesoría Metodológica</b> Ing. William Dávila, Analista Dpto. Sistema de Calidad. Mgs. Carlos Dávila, jefe del Dpto. Sistema de Calidad (E).</p>	<p>Ing. Christian Muñoz, Gerente de Distribución.</p>	2024-10-18



## A-20 EQUIPOS Y MATERIALES

### A-20.01.- Objeto y Alcance:

En la fase final del proyecto, una vez definidas las capacidades nominales de los equipos, las dimensiones, tipos de los elementos componentes de la instalación y su localización, corresponde establecer la especificación y determinar las cantidades de los equipos y materiales requeridos para la ejecución del proyecto, con el propósito de obtener su provisión.

En esta sección se establece el ordenamiento de las listas a elaborar, las condiciones de servicio del equipo, las normas internacionales de referencia y los requerimientos mínimos, así como los valores nominales de preferencia que deben ser considerados por el proyectista en la especificación de los elementos para la instalación, complementados con las características específicas resultantes del dimensionamiento realizado en las fases precedentes.

### A-20.02.- Ordenamiento de los Listados:

Los listados de equipos y materiales se agruparán en conjuntos homogéneos para constituir las siguientes **Secciones**:

SECCIÓN	CONTENIDO
C-A	Transformadores de Distribución
C-B	Elementos de Protección y Seccionamiento
C-C	Alumbrado Público
C-D	Aisladores
C-E	Conductores Desnudos
C-F	Conductores Aislados
C-G	Accesorios para Conductores
C-H	Puestas a Tierra
C-I	Postes
C-J	Herrajes Galvanizados

SECCIÓN	CONTENIDO
C-K	Materiales de red subterránea
C-L	Materiales de obra civil
C-M	Misceláneos

Las listas deben ser elaboradas manteniendo la secuencia de las secciones e ítems, en el formato que se muestra en el Apéndice A-20-A.

#### A-20.03.- Condiciones de Servicio:

Todos los equipos comprendidos en las Secciones A y B, deberán ser diseñados para operar con su capacidad nominal continua y para garantizar la duración de la vida útil propuesta por el fabricante, en las siguientes condiciones ambientales predominantes en el área de servicio de la EEQ:

Tabla A-20.03\_ 1 Condiciones ambientales predominantes en el área de servicio de la EEQ.

Altitud sobre el nivel del mar, m	3 000
Temperatura máxima, °C	30
Temperatura mínima, °C	4
Temperatura media, °C	25
Precipitación media anual, mm	1 500
Humedad media relativa %	80

Fuente: Elaboración propia – Sección Planeamiento y estudios

#### A-20.04.- Niveles de Aislamiento:

El aislamiento de los equipos comprendidos en la Sección A, debe satisfacer los valores de prueba que se señalan a continuación, en las condiciones normales establecidas por la Norma IEEE C57 12.00, es decir, a nivel del mar, con presión atmosférica de 760 mm de Hg. y 20°C de temperatura.

Es importante tomar en cuenta que para funcionamiento en la altura de la ciudad (3 000 msnm) los valores de voltaje de prueba a impulso (BIL), se debe aplicar un factor de corrección (0,8). En este documento se presenta estos valores derrateados.

- Clase de aislamiento, kV.....	25	15	1,2
- Voltaje de prueba a impulso (BIL), kV....	150	125	30

El aislamiento de los equipos de protección y seccionamiento tipo abierto, comprendidos en la Sección B, debe satisfacer los valores de prueba que se señalan a continuación, en las condiciones

normales establecidas por las Normas IEEE C37.42, es decir, a nivel del mar, con presión atmosférica de 760 mm de Hg. y 20°C de temperatura.

- Clase de aislamiento, kV.....	27	15	7,8
- Voltaje de prueba a impulso (BIL), kV....	150	125	95

El aislamiento de los equipos tipo celdas comprendidos en la Sección B, debe satisfacer los valores de prueba que se señalan a continuación, en las condiciones normales establecidas por las Normas IEC, es decir, a nivel del mar, con presión atmosférica de 760 mm de Hg. y 20°C de temperatura.

- Voltaje Máximo de Diseño, kV.....	27 (1)	27 (2)	27 (3)	36 (2)
- Voltaje de prueba a impulso (BIL), kV....	125	150	125	250

Nota:

- 1) Para celdas, donde los barrajes y equipos de protección y seccionamiento, se encuentran aislados en SF6.
- 2) Para celdas, donde los barrajes se encuentran aislados en aire y los equipos de protección y seccionamiento se encuentran en SF6.
- 3) Para celdas, con aislamiento sólido en barrajes y equipos de protección y seccionamiento.
- 4) Para celdas, donde los barrajes y/o equipos de protección y seccionamiento, se encuentran aislados en aire.

#### A-20.05.- Normas de Referencia:

En general los equipos y materiales a especificar, deben satisfacer los requerimientos establecidos en las Normas que se anotan a continuación o sus equivalentes:

ASA:	American Standard Association
ASTM:	American Society of Testing and Materials
ANSI:	American National Standards Institute
EEl:	Edison Electrical Institute
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers

IEC:	International Electrotechnical Commission
ICEA:	Insulated Cable Engineers Association
NEC:	National Electrical Code (NFPA)
NEMA:	National Electrical Manufacturers Association
IRAM:	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
INEN:	Servicio Ecuatoriano de Normalización.

#### **A-20.06.- Características Básicas de Equipos y Materiales:**

En los numerales siguientes, se determinan para cada uno de los conjuntos que constituyen las secciones, las características básicas y requisitos mínimos que deben ser satisfechos por los equipos y materiales a especificar; las cuales deben ser complementadas por el proyectista incluyendo las capacidades y características específicas determinadas del proyecto.

#### **A-20.07.- Sección “C-A”: Transformadores de Distribución:**

Remitirse a la parte C de las Normas para Sistemas de Distribución, sección C-A.

Esta sección también incluye especificaciones técnicas de los transformadores de distribución convencionales conmutables, con doble nivel de voltaje primario, transformadores monofásicos autoprotegidos con bobinados de Cu o Al, transformadores trifásicos con bobinados de Cu o Al y estos transformadores con aceite mineral y vegetal.

#### **A-20.08.- Sección “C-B”: Elementos de Protección y Seccionamiento:**

##### **A-20.08.1.- General:**

Los interruptores automáticos deben ser de la clase distribución, sumergidos en aceite o aislados en gas inerte (SF6) o en vacío, para montaje interior o exterior, con dispositivos en serie para protección contra corrientes de cortocircuito y sobrecargas.

Los reconectores automáticos y seccionadores, deben ser de la clase distribución, con mecanismo de extinción de arco en vacío y su medio de aislamiento SF6 o vacío; deben ser suministrados con los dispositivos de fijación para su montaje en poste.



Los seccionadores tripolares operados en grupo, serán de apertura lateral, para interrupción en aire y apropiados para montaje horizontal en cruceta, la longitud mínima de la varilla de acoplamiento con la palanca de accionamiento será de 8 m.

Los seccionadores fusibles unipolares y seccionadores unipolares tipo barra con o sin dispositivo rompearco deben ser apropiados para montaje en cruceta, todos sus componentes deben cumplir con el requisito de intercambiabilidad. Los seccionadores tripolares bajo carga con fusibles, deben ser apropiados para instalación al interior, provistos de un dispositivo para accionamiento manual y de desconexión automática en caso de fundirse una de las tirafusibles.

Las Celdas de medio voltaje serán principalmente de tres tipos:

1. Celdas de protección con interruptor: están compuestas de un seccionador de operación sin carga, un seccionador de puesta a tierra y un interruptor.
2. Celdas de protección con fusible: están compuestas de un seccionador de operación bajo carga, un seccionador de puesta a tierra y fusible.
3. Celdas con Seccionadores: es adecuada para la maniobra de entrada o de salida de los cables que forman el circuito de alimentación a los centros de transformación. Está equipada con un seccionador de operación sin carga con sus respectivos fusibles si los tiene y un seccionador de puesta a tierra.

Los conectores aislados desconectables bajo carga tipo codo con fusibles, deben ser apropiados para montaje en barrajes aislados.

Los fusibles limitadores para bajo voltaje están constituidos por una base portafusible de material aislante, con dispositivos de fijación para montaje sobre placa metálica y un cuerpo de cerámica acoplado con la cuchilla de contacto.

Los pararrayos son de clase distribución poliméricos de óxido metálico con desconectador, clase distribución, previstos para su operación a una altitud de 3 000 msnm, con los dispositivos de soporte para montaje en cruceta cuando la instalación es en redes aéreas, o en barrajes aislados cuando la instalación es en cámaras eléctricas.

#### **A-20.08.2.- Corrientes mínimas de interrupción:**

Todos los elementos de interrupción de corrientes de falla, a utilizarse en las redes primarias, deberán ser especificados para los siguientes valores mínimos de corrientes de interrupción:

Corriente Simétrica, eficaz, (A). 5 000

Corriente Asimétrica, eficaz, (A). 8 000

Los tubos fusibles limitadores de corriente para conector aislado desconectable, deben ser de alta capacidad de ruptura, con un mínimo de 50 kA.

Los fusibles limitadores de bajo voltaje, deberán ser de alta capacidad de ruptura, con un mínimo de 100 kA.

#### A-20.08.3.- Pararrayos:

Los pararrayos para redes primarias deben ser especificados para los siguientes voltajes nominales y voltajes máximos de descarga para una onda de corriente de 8x20 microsegundos:

Voltaje primario, (kV)	22,8	13,2	6,3
Voltaje nominal, (kV)	18	10	6
Máximo Voltaje de Descarga para 10 kA, (kV)	43,4 - 61	24,5 - 35	18,2- 25
MCOV (Voltaje max a operación continua), (kV)	15,3	8,4	5,1

Los conectores aislados desconectables bajo carga tipo codo con fusible deben satisfacer los valores de prueba que se señalan a continuación:

Voltaje Máximo de Diseño, (kV)	25	15
Voltaje de prueba a impulso (BIL), (kV)	150	125

#### A-20.08.4.- Normas:

Reconectores automáticos y seccionalizadores: ANSI C 37.60, IEEE C37.61

Seccionadores tripolares operados en grupo: ANSI C 37.32

Seccionador-fusible unipolar: ANSI C 37.41 y ANSI C 37.42

Pararrayos: ANSI C 62.11, IEC 60099-4

Conector aislado desconectable tipo codo: IEEE Std 386

#### A-20.09.- Sección “C-C”: Alumbrado Público:

Remitirse a la parte C de las Normas para Sistemas de Distribución.

#### A-20.10.- Sección “C-D”: Aisladores:

##### A-20.10.1.- Material:

Los aisladores tipo suspensión son fabricados de caucho siliconado tipo polimérico.

Los aisladores tipo espiga, para soporte de conductor semiaislado, deben ser de polietileno de alta densidad autoextinguible, protegidos contra rayos UV, de gran resistencia mecánica y alta rigidez dieléctrica.

Los aisladores tipo espiga, rollo o retenida deben ser fabricados de porcelana procesada en húmedo esmaltada al fuego, de alta resistencia mecánica y alta rigidez dieléctrica.

Las partes metálicas de los aisladores deben ser galvanizadas por el proceso de inmersión en caliente, según la norma NTE INEN 2483 y ASTM A-153.

##### A-20.10.2.- Características eléctricas y mecánicas:

Los aisladores a especificar deben satisfacer los requerimientos establecidos por las Normas ANSI que se indican a continuación, para los tipos previstos:

Tabla A-20.10\_ 1 Características de los aisladores.

AISLADOR TIPO	VOLTAJE NOMINAL DE LA RED (kV)	CLASE ANSI	NORMA ANSI
Suspensión polimérica	22,8 - 13,2 y 6,3	DS-28	C.29.13
Espiga de polietileno de alta densidad	22,8	55-5	C29.5
Espiga de porcelana	22,8 – 13,2 y 6.3	56-1	C.29.6
Rollo de porcelana	0,25	53-2	C.29.3
Retenida de porcelana	22,8 – 13,2 y 6,3	54-3	C.29.4

Fuente: Elaboración propia – Sección Planeamiento y estudios



Los aisladores de tipo espiga deben llevar en el cuello un esmalte semiconductor para reducir el nivel de radio-interferencia.

#### **A-20.11.- Sección “C-E”: Conductores Desnudos:**

Para redes aéreas de distribución se usan conductores de aluminio desnudo (AAC o ACSR), y para conexiones a tierra se utilizará cable de cobre desnudo.

Las características físicas y eléctricas de los conductores deben satisfacer los requerimientos descritos en la especificación técnica presentada en la parte C de la norma; se enuncia de manera resumida las siguientes características:

##### **A-20.11.1.- Conductores de aluminio desnudo, AAC (All Aluminum Conductor):**

El conductor desnudo cableado de aluminio es el conjunto de alambres de aleación de aluminio 1350-H19, clase AA, para uso eléctrico. Los cables de aluminio 1350-H19 (extra duro), deben estar formados por alambre que cumpla la norma ASTM B-230 y B-231 y que antes del cableado cumplan con los requisitos establecidos en las normas NTE INEN 331 y 2545.

Los conductores deben ser cableados en forma concéntrica, con 7 hilos hasta el tamaño 4/0 AWG y con 19 hilos para tamaños mayores.

##### **A-20.11.2.- Conductores de aluminio reforzado con acero, ACSR (Aluminum Conductor Steel Reinforced):**

Se construye el cableado concéntrico con un alma formada por uno o varios alambres de acero galvanizado que conformarán el núcleo del conductor, los cuales se deben ajustar a las especificaciones de la norma ASTM B498; el zinc que se utilice para el galvanizado debe ser tipo high grade según la norma ASTM B6, el núcleo de acero galvanizado debe fabricarse de acuerdo a la norma ASTM B500. El alambro de aluminio para la trefilación de los alambres deben cumplir con los requerimientos de la norma ASTM B233.

Los alambres de aluminio que conforman el conductor deberán ser del tipo 1350-H19 y cumplir las especificaciones de la norma ASTM B230.

El conductor ACSR debe cumplir con las especificaciones de la norma ASTM B232, NTE INEN 335 y NTE INEN 2170

Los conductores deben ser cableados concéntricos, de clase AA, el número de hilos dependerá del calibre de conductor y especificación del MEM:-

**A-20.11.3.- Conductores de cobre:**

El material es de cobre electrolítico estirado, laminado o sometido a ambos procesos para ser llevado a su tamaño final y después calentado para reducir los efectos del proceso en frío, de temple blando (suave), para instalaciones a tierra; cableado en capas concéntricas, los alambres de cobre deberán satisfacer la Norma ASTM B3-B8 y NTE INEN 2214.

Los conductores a utilizarse para el neutro en redes subterráneas son preferentemente de cobre estañado.

Antes del cableado, los alambres de cobre deben cumplir todos los requisitos de las siguientes normas que sean aplicables a su tipo: ASTM B33, B189 y B246.

**A-20.11.4.- Conductor mensajero para sistema semiaislado:**

El conductor mensajero es el elemento que da soporte mecánico y protección eléctrica al sistema semiaislado con espaciadores, puede ser utilizado como neutro corrido en el sistema. Compuesto por alambres de acero revestido en aluminio y alambres de aluminio puro grado 1350-H19 (AWA), cableados de forma concéntrica.

Debe cumplir las normas ASTM B230, B415, B416 y B502.

**A-20.11.5.- Cables de Acero:**

Los cables de acero galvanizado de grado SIEMENS MARTIN para tensores debe satisfacer, en cuanto a sus características y dimensiones, las Normas ASTM A363, A475 y NTE INEN 2201. El cable de acero con diámetro nominal de 3/8" (9,53 mm) debe tener una carga mínima de rotura de 3 155 kgf y ser cableado con 7 hilos elementales, la forma de conductor debe ser trenzado concéntrico izquierdo.

**A-20.12.- Sección "C-F": Conductores Aislados**

Para redes subterráneas de distribución se utiliza conductores de cobre aislado o conductores de aluminio aislado.

**A-20.12.1.- Material Conductor:**

Los conductores son de:



1. Cobre electrolítico, recocido suave, de acuerdo a la norma ASTM B3 y B8; el cableado debe ser concéntrico, correspondiente a la clase B de la norma ASTM.
2. Aleación de aluminio serie 8000, de acuerdo a la norma ASTM B800 y B801; el cableado debe ser concéntrico, correspondiente a la clase B de la norma ASTM.

#### **A-20.12.2.- Aislamiento para medio voltaje:**

Los cables deben ser unipolares, con aislamiento sólido de polietileno reticulado XLPE o TRXLPE, con neutro sólidamente conectado a tierra. Formación: conductor, pantalla semiconductor sobre el conductor, aislamiento, pantalla semiconductor sobre el aislamiento, pantalla de alambre de cobre con 1/3 neutral, y cubierta de material termoplástico PVC o polietileno retardante a la llama, resistente a la abrasión, calor y humedad, con nivel de aislamiento al 100%; el cable debe ser apropiado para su instalación subterránea, enterrado mediante ductos.

#### **A-20.12.3.- Aislamiento para voltaje secundario:**

Se puede utilizar cables unipolares de cobre o aluminio con aislamiento de polietileno (PE) a 75°C (TTU) y protegidos por una cubierta de policloruro de vinilo (PVC), resistente a la humedad y al calor. Los espesores del aislamiento y de la cubierta exterior corresponderán al voltaje nominal fase-fase de 600 voltios y al tamaño del conductor especificados en la Norma IPCEA S-95-658. En el posible caso de no existir en el mercado cables para 600 V, se puede instalar cables para 2 000 V, cumpliendo los requerimientos de aislamiento mínimos solicitado en la Norma IPCEA S-95-658.

Cuando los conductores de fase sean de cobre, se debe utilizar como neutro cable de cobre desnudo, y cuando los conductores de fase sean de aluminio, se utilizará como neutro cable de aluminio aislado.

#### **A-20.12.4.- Cable preensamblado:**

Se utiliza cable preensamblado con hilo piloto para circuitos de bajo voltaje en red aérea, los conductores de fase son construidos a partir de aluminio duro 1350, contiene un conductor neutro portante el cual puede ser tipo AAC (Al 1350 H19), AAAC (Al 6201 T81) o ACSR de acuerdo a los requerimientos solicitados. Las normas de fabricación a las que deben estar regidas son NTE INEN 2572, IRAM 2212 -2263, ASTM B-230, B-231, B232, B-398, B-399, B-498, e ICEA T-27-581/NEMA WC 53.

**A-20.12.5.- Cable semiaislado o ecológico:**

Esta tecnología se utiliza exclusivamente para zonas con alta vegetación o arborizadas. Es construida con conductor AAC, o de ser necesario con conductor ACSR, la forma del conductor debe ser concéntrico compactado.

La capa semiconductora se fabrica con polietileno semiconductor reticulado PE o XLPE, la chaqueta o cubierta es de polietileno o polietileno reticulado resistente a la radiación ultravioleta, abrasión, agrietamiento ambiental y descargas superficiales (tracking), compatible con el material del aislamiento.

Debe cumplir las normas ICEA S-121-733, ASTM B230, ASTM B400.

**A-20.12.6.- Cable dúplex:**

Conductores utilizados para instalaciones de alumbrado público. El conductor utilizado para fase y neutro es construido de aluminio 1350 (AAC), el tipo de aislamiento es de polietileno reticulado (XLPE); tanto la fase como el neutro son aislados.

Las normas que deben cumplir este tipo de cables serán ASTM B230, ASTM B231, ASTM B398, ASTM B399 y ANSI/ICEA S-76-474 para red aérea, y ASTM B230, ASTM B231, ASTM B398, ASTM B399 y UL 854.

**A-20.13.- Sección “C-G”: Accesorios para Conductores:**

Todos los accesorios para conexión y fijación para los conductores deben ser del tipo de ajuste con perno, del tipo preformado o de ajuste por compresión, este último únicamente para conexión de estribos.

La especificación de cada uno de los accesorios debe establecer el material, tamaño y forma del elemento y en general, será complementada por el proyectista con referencias de catálogos y listas de fabricantes conocidos o de la codificación de materiales del MEM y de la EEQ. A continuación, se indican las características generales de los accesorios recomendados y su aplicación:

**Conectores:** Todas las derivaciones de las líneas primarias tales como ramales de circuitos principales, conexiones a transformadores y equipos, con el fin de evitar daños en los conductores, se efectúan estrictamente por medio de estribos y con grapas apropiadas para su operación en caliente, dispuestas de tal manera que permitan su ajuste con pértiga desde la parte inferior. Para asegurar la conductividad, las conexiones deben realizarse con la herramienta adecuada.



Para las conexiones de los cables de bajo voltaje a los fusibles, se deben utilizar terminales planos del tipo de fijación por soldadura; para las restantes conexiones en los centros de transformación, puentes, etc., se utilizarán conectores tipo “ranura paralela” de amplia superficie de contacto.

Los accesorios para terminaciones y empalmes, deben ser especificados para el tamaño y tipo del cable correspondiente recuperando el recubrimiento del conductor en su totalidad para el caso de redes semiaisladas y preensamblados, estableciendo la forma de instalación prevista en la disposición adoptada.

En el caso de red preensamblada, se establece el uso de capuchones para los terminales del conductor.

#### **A-20.13.1.- Para redes aéreas con conductores desnudos:**

**Fijación de los conductores desnudos:** Los conductores utilizados en redes primarias, en los terminales, son fijados por medio de grapas apernadas o por medio de conjuntos preformados que incluyan un dispositivo para la protección de la curvatura del conductor. Los conductores de secundario, en los terminales, se fijan preferentemente por medio de elementos preformados.

Todos los accesorios de fijación sometidos a esfuerzos de tracción deben ser especificados con un coeficiente de seguridad de tres, con respecto al esfuerzo de rotura del conductor.

En los puntos de apoyo sobre los aisladores tipo espiga de porcelana, el conductor será protegido por una cinta de aluminio colocada en forma helicoidal sobre el mismo y la fijación al aislador se efectúa por medio de una atadura realizada con alambre sólido de aluminio de temple suave. La disposición de los elementos y sus dimensiones se indican en los correspondientes diseños tipo que constan en la Parte B.

#### **A-20.13.2.- Para redes aéreas con conductores semiaislado:**

**Fijación de los conductores semiaislado:** Los conductores semiaislados utilizados en redes primarias, en los terminales, son fijados por medio de conjuntos preformados cubiertos con látex neopreno, para la protección de la cubierta y la curvatura del conductor.

En cuanto al conductor mensajero, debe ser fijado mediante conjuntos preformados convencionales en estructuras terminales, de retención y angulares, capaces de soportar la tensión del conductor.

Todos los accesorios de fijación sometidos a esfuerzos de tracción deben ser especificados con un coeficiente de seguridad de 3, con respecto al esfuerzo de rotura del conductor.

En los puntos de apoyo sobre los aisladores tipo espiga de polietileno de alta densidad, el conductor se fija por medio de la grapa de sujeción superior que disponen este tipo de aisladores, que es adecuada para la protección de su cubierta. No se utiliza cinta y alambre de aluminio para la sujeción. La disposición de los elementos y sus dimensiones se indican en los correspondientes diseños tipo que constan en la Parte B.

#### A-20.14.- Sección “C-H”: Puestas a Tierra:

Para la puesta a tierra se utilizan preferentemente [varillas de acero con recubrimiento de cobre](#) de 1,80 m y 2,40 m con suelda exotérmica; alternativamente, en áreas rurales se pueden utilizar varillas de acero galvanizado con el conector apropiado.

#### A-20.15.- Sección “C-I”: Postes:

##### A-20.15.1.- Materiales y Formas:

Para redes de distribución en áreas urbanas se debe utilizar sin excepción postes de hormigón de sección circular. Para redes de distribución en áreas rurales se puede emplearse postes de hormigón de sección circular o de plástico reforzado con fibra de vidrio.

##### A-20.15.2.- Diseño y Método de Fabricación:

Únicamente pueden ser especificados postes cuyo diseño y proceso de fabricación se encuentren aprobados por la EEQ y por el MEM.

##### A-20.15.3.- Dimensiones y Cargas:

El proyectista debe especificar la longitud y la carga transversal, de aquellos valores normalizados que constan en el Apéndice B-00-G de la Parte B.

#### A-20.16.- Sección “C-J”: Herrajes Galvanizados:

- Herrajes

Los herrajes son fabricados de acero estructural laminado en caliente de grado A36 o grado 50 según lo indicado en la norma INEN NTE 2215, de las secciones y formas normalizadas según: INEN NTE 2222, INEN NTE 2224, INEN NTE 3065 (Abrazaderas), INEN NTE 3046 (Cruceta y pie amigo), INEN NTE 3137 (Bastidores); todos los materiales son terminados mediante el proceso de galvanizado por inmersión en caliente.



Las dimensiones y formas deben ser especificadas mediante referencias a la codificación de materiales adoptada por el MEM y la EEQ y en casos excepcionales, mediante referencias a planos incluidos en el proyecto.

#### A-20.17.- Sección “C-K”: Materiales de red subterránea:

- Barra aislada para conexión (barrajes desconectables).

Para redes de 22,8 kV y 13,2 kV, las barras aisladas con material semiconductor EPDM (Etileno Propileno Dieno tipo M), son de 4 vías con una capacidad de conducción de 200 A y clase de aislamiento de 25 kV; los bujes para cada vía serán de 200 A.

Para redes de 6,3 kV, las barras aisladas con material semiconductor EPDM, serán de 4 vías con una capacidad de conducción hasta 630 A y clase de aislamiento de 25 kV; los bujes para dos vías son de hasta 630 A y los otros dos bujes serán de 200 A.

Las barras aisladas para conexión se proporcionan con un soporte metálico, el cual permite su montaje en pared.

- Pararrayos aislado desconectable tipo codo.

Para redes de 22,8 kV y 13,2 kV, las barras aisladas con material semiconductor EPDM (Etileno Propileno Dieno tipo M), son de 4 vías con una capacidad de conducción de 200 A y clase de aislamiento de 25 kV; los bujes para cada vía son de 200 A.

- Bujes tipo pozo.

Cumple con la función de servir de enlace entre el bobinado primario del transformador o el terminal del equipo en el que se encuentre instalado (interruptor, celda o barrajes desconectables) y el buje tipo inserto.

- Bujes tipo inserto.

Sirve para operación con carga y cumple con la especificación ANSI correspondiente a la compatibilidad de la interface para el acoplamiento de los bujes tipo pozo y conectores tipo codo.

El buje inserto debe ser fabricado de material semiconductor EPDM, clase 25 kV, con capacidad de corriente de 200 A (IEEE Std 386) y es el elemento que permite el acoplamiento entre el conector aislado desconectable y la barra de conexión aislada.



- Tapón aislado para buje inserto, clase 25 kV, 200 A.
- Tapón aislado para buje inserto, clase 25 kV, hasta 630 A.
- Tapón aislado para conector aislado desconectable sin carga, clase 25 kV, hasta 630 A de acuerdo lo especificado en la norma IEEE Std 386.
- Buje tipo inserto doble (Feet Thru Insert).

Se utiliza para convertir los transformadores radiales en anillo o añadir un pararrayos tipo codo, debe cumplir con la especificación ANSI correspondiente a la compatibilidad de la interface para acoplamiento con bujes tipo pozo y conectores tipo codo.

- Buje de parqueo.

Este dispositivo es instalado en el soporte de parqueo ubicado en el barraje desconectable, en el transformador pedestal y en el transformador sumergible, para instalar en este elemento los codos que hayan sido desconectados, de esta manera el cable permanezca energizado en un sitio seguro y firme.

El buje de parqueo está fabricado de material semiconductor EPDM, clase 25 kV, debe cumplir con los estándares IEEE Std. 386-2006, debe poseer un conector de cable a tierra y un perno ojo de acero inoxidable con base de latón, sus componentes deben ser completamente intercambiables. Puede ser de dos tipos, sin carga hasta 630 A y con carga de 200 A.

- Conector tipo codo.

Elementos utilizados para realizar la integración del cable al sistema de conectores aislados separables, de esta forma hacer posible la interconexión de los cables al equipo. Brindan la configuración de frente muerto que elimina las partes vivas, deben ser completamente sumergible.

Debe cumplir la norma ANSI/IEEE 386, con operación con carga hasta 200 A, debe tener disposición de operación con pértiga, posibilidad de conexión a tierra, los conectores deben ser moldeados con material aislante EPDM de alta calidad tratado con peróxido.

- Conector tipo T.

Especificados para salidas y/o derivaciones de circuitos de medio voltaje, poseen completo blindaje, frente muerto y son completamente sumergibles.



Los codos tipo “T” están disponibles en capacidades de 600-900 A, deben ser moldeados con material aislante EPDM de alta calidad tratado con peróxido cumpliendo estrictamente los estándares ANSI/IEEE 386.

- Codo portafusible.

De operación con carga, proporciona medios convenientes para adicionar la protección de los fusibles a los sistemas de distribución subterránea y conectar cables subterráneos a transformadores, celdas y barrajes desconectables. Sumergible, de frente muerto y resistente a la corrosión.

Están disponibles en capacidades hasta 200 A, moldeados con material aislante EPDM de alta calidad tratado con peróxido, sus componentes deben ser completamente intercambiables, debe cumplir los estándares IEEE Std. 386–2006.

Los fusibles limitadores de corriente tendrán un rango de 6 a 40 A, con cuerpo separable que facilite el cambio de fusible.

Los conectores aislados desconectables deberán satisfacer los valores de prueba que se señalan a continuación:

- Voltaje nominal de diseño, kV.....	25	15
- Voltaje de prueba a impulso (BIL), kV....	150	125

- Terminales de medio voltaje (puntas terminales)

Construidos para que el esfuerzo eléctrico dentro del aislamiento sea distribuido uniformemente.

Utilizados en el corte de conductores aislados, para transición de red aérea a subterránea. De material elastomérico premoldeado de alta protección UV o contraíble en frío, debe cumplir con los estándares IEEE Std. 48.

- Empalmes de medio voltaje.

Utilizados para unir conductores de medio voltaje, tipo de empalme puede ser contraíble en frío y premoldeado, construido en caucho EPDM curado con peróxido (premoldeado) y caucho de silicona de alta calidad (contraíble en frío), aptos para condiciones de servicio en aire, enterrados, sumergidos continuamente o períodos de tiempo en el cual no exceda los 7 m y a una temperatura de -30 a 50 °C. La capacidad de corriente del empalme deberá ser mayor que la capacidad de corriente del cable donde se usará.

Deben cumplir la norma IEEE Std. 404.



- Empalmes de bajo voltaje.

Utilizados para unir los finales de conductores de bajo voltaje y proporcionar protección contra humedad sobre el área empalmada; debe cumplir con la norma de sellos ante exposición al agua ANSI C119.1.

Existe dos tipos de empalmes: auto contraíbles en frío, y de resina y gel.

#### **A-20.18.- Sección “C-L”: Materiales de obra civil:**

La presente sección agrupa todos aquellos materiales y accesorios que, en general son utilizados para la obra civil en la construcción de redes eléctricas, especialmente para redes soterradas.

- Tubería.

La información detallada se encuentra en las secciones *A-15.01.1 Ductos* y *A-15.01.1.1 Tipo Ductos*.

- Tipo de pozos

La información se encuentra detallada en las secciones *A-15.02 Pozos de Revisión*, *A-15.02.1 Consideraciones Constructivas* y *A-15.02.3 Pisos de los pozos*.

- Separadores de tubería

La información detallada se encuentra en la sección *A-15.01.1.2 Separadores de banco de ductos*.

- Tapas para pozos o cámaras

La información detallada se encuentra en la sección *A-15.02.2 Tapas* y *A-15.03.1.4.2 Tapas de grafito esférico o hierro nodular*:

- Soportes.

Los cables dentro de los pozos deben quedar fácilmente accesibles y soportados de forma que no sufran daño debido a su propia masa, curvaturas o movimientos durante su operación, para ellos los pozos dispondrán de soportes de acero estructural de baja aleación laminada en caliente para sujetar y ordenar los conductores. Las normas de fabricación que los soportes deben seguir son la NTE INEN 2215, 2222 y 2224.

Los cables deben quedar soportados cuando menos 10 cm arriba del piso para estar adecuadamente protegidos.

- Tubo rígido de acero galvanizado.

Tubo con acabado de galvanizado en caliente (recubrimiento de zinc), que deben cumplir con las normas ANSI C80.1, UL 6, ANSI B1.20.1 y ASTM A 153. Con una longitud nominal de 3 m., y un diámetro nominal de 50 mm o 110 mm.

- Tapones.

Construido de material de plástico de alto-impacto en combinación con juntas elásticas de gran durabilidad, herméticos e impermeables al ingreso de agua y polvo a los ductos. Debe cumplir la norma NTE INEN 1865.

Los tapones utilizados en red subterránea son: tapón ciego y para ductos con cable.

- Tubo de polietileno triducto.

Construido de polietileno de alta densidad, de diámetro de 40 mm, debe cumplir la norma de fabricación ASTM D 1248.

- Sellante de ductos.

El material es de características 100% de sólidos no volátiles, libre de asbesto, no tóxico y no irritante, permanentemente flexible y no agrietado, con una rigidez dieléctrica 110V/mm usando la norma ASTM D149-64.

Además, se considera materiales como mangueras, codos, uniones, escaleras para pozos/cámaras etc.

#### A-20.19.- Sección "C-M": Misceláneos:

En esta sección se agrupa todos aquellos materiales y accesorios que, en general son de adquisición en el mercado local y suministrados por el contratista de la obra como: amarras de plástico, cajas de distribución, pinza de anclaje de PVC, medidores, etc.