

	<p style="text-align: center;">CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN</p>	CODIGO	02/02/2018
		<p style="text-align: center;">Versión 1.0</p>	Página 1 de 20

ÍNDICE

CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION PARA LINEAS Y REDES AEREAS DE MEDIA Y BAJA TENSION

INTRODUCCION	3
1. CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION PARA LINEAS Y REDES AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.....	3
1.1. ARQUITECTURA DE RED.....	3
1.2. POSTES (APOYO).....	4
1.3. CIMENTACIONES.....	5
1.4. RETENIDAS.....	5
1.5. CONDUCTORES.....	7
1.6. CRUCETAS.....	8
1.7. HERRAJES Y SOPORTES MT.....	8
1.8. AISLADORES.....	9
1.9. FIJACION CONDUCTORES ARQUITECTURA DE RED.....	9
1.10. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	11
1.10.1. TRANSFORMADORES TIPO POSTE.....	11
1.10.2. TRANSFORMADORES TIPO PEDESTALES.....	13
1.11. DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCION.....	14
1.11.1. DISPOSITIVOS DE MANIOBRA.....	14
1.11.2. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	14
1.12. PUESTA A TIERRA.....	14
1.13. MATERIALES.....	15
2. CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION PARA LINEAS Y REDES AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.....	16
2.1. RECOMENDACIONES GENERALES.....	16
2.2. MATERIALES NORMALIZADOS EN LAS REDES DE BAJA TENSIÓN.....	16
2.2.1. POSTES.....	16
2.2.2. CONDUCTORES TRENZADOS.....	17
2.2.3. ARMADOS.....	17
2.2.4. RETENIDAS.....	19
2.2.5. PUESTA A TIERRA.....	19
2.2.6. ACOMETIDAS Y MEDIDA.....	19
3. CARACTERISTICAS PARTICULARES.....	19

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 2 de 20

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Características Dimensionales y Mecánicas para Postes de Concreto	4
TABLA 2. Características Dimensionales y Mecánicas para Postes de Metálicos	4
TABLA 3. Equivalencia de Apoyos Normalizados y Vigentes para Calculo de cimentaciones	5
TABLA 4. Características Dimensionales y Mecánicas de los Cables de Acero Galvanizado	6
TABLA 5. Características Generales de las Varillas de Anclaje	6
TABLA 6. Características Generales de los Aisladores Tensores	6
TABLA 7. Características Generales de la Pletina de Sujeción de Retenida	7
TABLA 8. Características Dimensionales, Eléctricas y Mecánicas de los Cables ACSR	7
TABLA 9. Características Dimensionales, Eléctricas y Mecánicas de los Cables AAAC	8
TABLA 10. Capa de galvanizado para Herrajes y Accesorios	8
TABLA 11. Aislamiento de acuerdo a los Niveles de contaminación para 13,2 kV	9
TABLA 12. Características Dimensionales, Eléctricas, Radioeléctricas y Mecánicas	9
TABLA 13. Transformadores Normalizados monofásicos y trifásicos Tipo Autoprotegido	11
TABLA 14. DPS de oxidos metálicos	12
TABLA 15. Características eléctricas de los cortacircuitos	12
TABLA 16. Elección de fusibles para Transformadores de Distribución.	12
TABLA 17. Transformadores Normalizados monofásicos y trifásicos Tipo Pad Mounted	13
TABLA 18. Características Generales de los conductores a tierra	15
TABLA 19. Características Generales de los electrodos de PAT	15
TABLA 20. Características Dimensionales y Mecánicas para Postes de Concreto	17
TABLA 21. Características Dimensionales y Mecánicas para Postes Metálicos	17
TABLA 22. Características Cables Normalizados Red B.T.	17
TABLA 23. Características Eléctricas y Mecánicas de los Cables Normalizados Red B.T.	18
TABLA 24. Características Dimensionales y Mecánicas Materiales para Retenidas.	19

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Instalación de retenciones preformada “z”	10
FIGURA 2. Instalación de retenciones preformada “Omega”	10

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Version 1.0	Página 3 de 20

CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION PARA LINEAS Y REDES AEREAS DE MEDIA Y BAJA TENSION

INTRODUCCION

Debido a la diversidad en la utilización de materiales y equipo para los sistemas de distribución que presenta la EMPRESA DISPAC S.A. E.S.P. ha iniciado la implantación del Proyecto de Normalización de líneas aéreas de media y baja tensión, que incluye los criterios básicos para el diseño y construcción de proyectos nuevos y las especificaciones de materiales y equipos a utilizar.

Dicha normalización deberá ser aplicada por todos los entes involucrados dentro del futuro proceso de desarrollo de los sistemas de distribución, entre los cuales se encuentran los contratistas de la compañía, los fabricantes y los suministradores de materiales y equipos.

Como una primera etapa dentro de este proceso gradual de implementación de la normalización se desarrolló el presente documento "CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN" de la EMPRESA DISPAC S.A. E.S.P. que se ha venido utilizando para la elaboración de los diseños y construcción de proyectos nuevos. Este nuevo documento recoge los aspectos más importantes de la normalización que se pueden ir aplicando.

Se aclara que este documento tiene carácter de provisional, y estará sujeto a revisión y/o complementación de acuerdo con las directrices que tracen las directivas de la empresa al respecto.

1.0 CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION PARA LINEAS Y REDES AÉREAS DE MEDIA TENSION

CARACTERÍSTICAS GENERALES

En el presente documento se establecen las reglas y criterios básicos para el diseño y construcción de redes aéreas de media tensión (MT) de Uso general cuya operación estará a cargo de la EMPRESA DISPAC S.A. E.S.P. como operador de red. Estos criterios siguen los lineamientos de la nueva normativa contenida en el Proyecto de diseños y construcción y serán aplicables en esta etapa de transición a la nueva normativa.

Estos criterios son aplicables a redes eléctricas de media tensión urbanas y rurales, con conductores desnudos de aluminio - acero, aislamiento rígido o suspendido, frecuencia nominal de 60 Hz y tensión nominal de 13.2 kV.

1.1 ARQUITECTURA DE RED

La red de distribución en media tensión se hará en configuración radial vertebrado, de donde parten derivaciones hacia centros de transformación tipo poste de 5KVA hasta 75KVA (Transformadores Autoprottegidos) o hacia centros de transformación de superficie plana desde 112.5KVA en adelante (Transformadores Pad Mounted).

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 4 de 20

Todas las derivaciones se realizarán utilizando el apoyo más cercano al lugar donde se quiera situar dicha derivación, empleando para las conexiones conectores AMPAC a presión adecuados y colocando los elementos de protección y maniobra.

Las líneas derivadas que parten de una línea principal alimentan a subderivadas y estas a su vez alimentan a racimos que son agrupamientos de transformadores de distribución que comparten un elemento de protección y maniobra. Las líneas derivadas y subderivadas pueden ser trifásicas o monofásicas.

1.2 POSTES (APOYOS)

Los apoyos (postes), de uso prioritario, serán prefabricados de forma tronco-cónica hueca, con ducto interno para cable de puesta a tierra, fabricados en hormigón (concreto). La utilización de apoyos metálicos solo se permitirá en casos singulares cuando las características del trazado de la línea así lo requieran (zonas de difícil acceso).

Mientras se dispone de postes normalizados se continuarán utilizando postes fabricados en hormigón (concreto) 12 m para redes de distribución urbana a 13.2 kV y de 14 m para redes en zonas rurales a 13.2 kV. En la TABLA siguiente se presentan las características principales, tanto de los postes vigentes como de los postes normalizados.

Los postes serán de Hormigón pretensado (Tipo concreto) y metálicos embolados, de resistencia adecuada al esfuerzo que han de soportar.

En la TABLA 1 y 2. Se indican las principales características de los Postes de Concreto y de los Postes Metálicos.

TABLA 1 - Características Dimensionales y Mecánicas para Postes de Concreto

TIPO DE POSTE DE CONCRETO	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES			CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
	ALTURA (m)	DIÁMETRO CIMA (mm)	DIÁMETRO BASE (mm)	CARGA DE ROTURA (kg-f) (1)	CARGA DE TRABAJO (kg-f) (1)
12 x 510 kg-f	12	140	320	510	204
12 x 750 kg-f	12	140	320	750	300
12 x 1050 kg-f	12	190	370	1.050	420
12 x 1350 kg-f	12	200	380	1.350	540
14 x 750 kg-f	14	160	370	750	300
14 x 1050 kg-f	14	190	400	1.050	420
14 x 1350 kg-f	14	200	410	1.350	540

Nota: (1) Especificado a 0,2 m por debajo de la cima

TABLA 2 - Características Dimensionales y Mecánicas para Postes Metálicos

TIPO DE POSTE METÁLICO EN SECCIONES	Características Dimensionales			Características Mecánicas	
	ALTURA (m)	DIÁMETRO CIMA (mm)	DIÁMETRO BASE (mm)	CARGA DE ROTURA (kg-f) (1)	CARGA DE TRABAJO (kg-f) (1)
12 x 510 kg-f	12	140	305	510	204
12 x 750 kg-f	12	140	320	750	300
12 x 1050 kg-f	12	190	370	1.050	420

Nota: (1) Especificado a 0,2 m por debajo de la cima.

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 5 de 20

1.2 CIMENTACIONES

Se utilizarán dos tipos de cimentación dependiendo del tipo del terreno y de los esfuerzos que deba soportar el poste:

- La cimentación básica que se realiza introduciendo el apoyo directamente en el terreno en un hoyo y posteriormente, rellenando el hueco restante mediante capas alternas de grava y tierra, que serán apisonadas para darle consistencia a la cimentación.
- La cimentación cilíndrica o prismática de concreto, se realiza igualmente introduciendo el apoyo en un hueco excavado y deberá llevar un solado base en el fondo, cuya función es evitar el hundimiento del apoyo producto de las presiones diferenciales producidas por las cargas sobre el poste. La parte de la cimentación que sobresale por encima del suelo tendrá una punta diamante, como vierteaguas.

Mientras se dispone de apoyos normalizados se hizo la siguiente equivalencia entre los apoyos vigentes y los normalizados con el fin de utilizar las dimensiones de las cimentaciones normalizadas. Debido a que los postes vigentes de la misma altura de los normalizados son de menor esfuerzo útil (carga de trabajo) que los normalizados, las cimentaciones estarían sobredimensionadas, sin embargo y de manera provisional se utilizarán las dimensiones normalizadas. En la TABLA 3 se indican las comparaciones de los esfuerzos de los apoyos normalizados y Vigentes.

TABLA 3 – Equivalencia de Apoyos Normalizados y Vigentes para Calculo de cimentaciones

Altura (m)	Normalizados (C.S.=2.0) daN		Vigentes (C.S.=2.5) kg	
	Esfuerzo Nominal	Esfuerzo Útil	Esfuerzo Nominal	Esfuerzo Útil
9	600	300	510	204
12	1000	500	750	300
14	1000	500	750	300
12	1600	800	1050	420
14	1600	800	1050	420

Esfuerzo Nominal = Carga de Diseño – Esfuerzo Útil = Carga de Trabajo
 C.S. = Coeficiente de Seguridad.

En el ANEXO, se incluyen las “TABLAS DE CIMENTACIONES”

Aquellas cimentaciones que tengan propiedades del terreno distintas a las anteriores deberán calcularse conforme a sus características particulares.

1.4 RETENIDAS

Se instalarán Retenidas en aquellos postes que estén sometidos a cargas mayores a las que pueden soportar manteniendo el coeficiente de seguridad permitido. Sin embargo se recomienda reducir su número al mínimo posible, especialmente en las zonas urbanas de las principales ciudades. Se utilizarán en los apoyos de ángulo, anclaje y fin de línea o en aquellos otros postes en los cuales se requieran.

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 6 de 20

El cable para los Retenidas será de calibre 3/8" de diámetro en acero de alta resistencia, galvanizado en caliente, según norma NTC 2145 (ASTM 475). Se instalarán formando un ángulo de 30° lo forma entre el cable que se sujete a mayor altura y el eje vertical del poste.

Se instalará un aislador tensor ANSI 54-2 con distancia de fuga mínima de 57 mm y resistencia a la tracción de 20000lb. En el recorrido del cable de la retenida, a una distancia desde el poste hacia abajo, tal que permita la colocación de las respectivas retenciones preformadas, constituyendo así un medio de protección al aislar la parte inferior de la retenida.

La varilla del anclaje se entierra en línea con el cable de retenida. En aquellos casos en los que una misma Varilla de anclaje sujete más de un cable, se debe enterrar en línea con el cable colocado a mayor altura en el poste.

Cuando otras empresas instalen otros conductores para diversos usos (telefonía, baja tensión, etc.) en los postes de la EMPRESA DISPAC S.A. E.S.P., añadirán, en el caso de ser necesario, las correspondientes retenidas para soportar los nuevos esfuerzos a los que se verán sometidos los postes. Estas retenidas se sujetarán a la altura más cercana posible del punto de aplicación de la carga.

Se debe aplicar la tensión inicial (pretensionado) a los cables de retenida antes del montaje de la línea para evitar sobrepasar los esfuerzos de rotura en el poste y la capacidad de la cimentación.

En las siguientes Tablas 4, 5, 6 y 7 se indican las principales características de los cables de acero galvanizado, varillas de anclaje, aislador tensor y pletina para fijación de retenida.

TABLA 4 - Características Dimensionales y Mecánicas de los Cables de Acero Galvanizado

TIPO DE MATERIAL	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	LONGITUD (mm)	CARGA DE ROTURA (daN)
Cable de Acero Galvanizado 3/8"	9,52	----	6 840
Cable de Acero Galvanizado 1/2"	12,7	----	11 960
Varillas de Anclaje 5/8"	15,87	2400	6 050
Varillas de Anclaje 3/4"	19	2400	8 890
Aislador Tipo Tensor ANSI 54-2	----	108	5 300
Aislador Tipo Tensor ANSI 54-4	----	172	8 900

TABLA 5 - Características Generales de las Varillas de Anclaje

DENOMINACIÓN	5 / 8"	3 / 4"
Diámetro (mm)	15,87	19,05
Longitud (mm)	2 400	2 400
Carga de rotura mínima (daN)	6050	8890

TABLA 6 - Características Generales de los Aisladores Tensores

DENOMINACIÓN	CLASE 54-2	CLASE 54-4
Longitud (mm)	108	171
Carga de rotura mínima (daN)	≥ 5 300	≥ 8 900

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 7 de 20

TABLA 7 - Características Generales de la Pletina de Sujeción de Retenida

Denominación	Pletina
Espesor (mm)	17,5
Diámetro taladro (mm)	17,5
Carga de rotura mínima (daN)	8 900

1.5 CONDUCTORES

Para la construcción de redes aéreas de media tensión a 13,2 kV se emplearán cables del tipo ACSR y AAAC. El tipo de cable se seleccionará de acuerdo a las características geográficas de la red de media tensión, sus características dimensionales, eléctricas y mecánicas se indican en la TABLA 8 y 9.

TABLA 8 - Características Dimensionales, Eléctricas y Mecánicas de los Cables ACSR.

CARACTERÍSTICAS			4/0 AWG	1/0 AWG
Dimensionales	Diámetro Nominal del Cable (mm)		14,31	10,11
	Peso (daN/m)		0,4246	0,2118
	Sección Transversal	Total (mm ²)	125,1	62,46
		Aluminio (mm ²)	107,22	53,54
	Acero (mm ²)	17,87	8,92	
Eléctricas	Resistencia Eléctrica en CA a 75°C (Ω/km)		0,3868	0,7102
	Resistencia Eléctrica en CC a 20°C (Ω/km)		0,2611	0,5232
	Intensidad Max. Admisible (A) (*)		375	251
Mecánicas	Carga de Rotura (daN)		≥3716	≥1 949
	Modulo de elasticidad (daN/mm ²)		≤7 700	≤8 100
	Coeficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)		≤ 19,1 x 10 ⁻⁶	

(*) NOTA: Los valores de intensidad máxima han sido calculados según la IEEE 738 del 2006 y bajo las siguientes condiciones: Temperatura ambiente: 30°C.; Temperatura de conductor: 75°C; Velocidad del viento: 0,6 m/s

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 8 de 20

TABLA 9 - Características Dimensionales, Eléctricas y Mecánicas de los Cables AAAC.

Denominación		CF125	CF63
		246,9	123,3
		kcmil	Kcmil
Sección Transversal del conductor	Total (mm ²)	125,08	62,43
Composición	Nº Alambres	7	7
	Diámetro (mm)	4,77	3,37
Diámetro Nominal del Conductor (mm) 13.2 kV		14,31	10,11
Diámetro Nominal del Cable (mm)	13.2 kV	22,68	18,49
Peso (daN/m)	13.2 kV	0.611	0.372
Carga de Rotura (daN)		≥3780	≥1 890
Modulo de Elasticidad (daN/mm ²)		≤6 300	≤6 300
Coeficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)		≤23 x 10 ⁻⁶	
Resistencia Eléctrica en CA a 75°C (W/km)		0,3155	0,6316
Resistencia Eléctrica en CC a 20°C (W/km)		0,2625	0,5255
Densidad máxima de corriente (A/mm ²)		2,98	3,87
Intensidad Max. Admisible (A)(*)		373,31	241,58

(*) NOTA: Los valores de intensidad máxima han sido calculados según la IEEE 738 del 2006 y bajo las siguientes condiciones: Temperatura ambiente: 30°C.; Temperatura de conductor: 75°C; Velocidad del viento: 0,6 m/s

Para la construcción de Líneas aéreas de distribución de energía eléctrica, en zonas arborizadas. Se instalara con conductor ACSR con capa semiconductor en XLPE (Polietileno Reticulado) según Norma NTC 5909, Ofrecen mayor confiabilidad de operación y compatibilidad con el medio ambiente.

1.6 CRUCETAS.

Las crucetas normalizadas son crucetas autosoportada galvanizadas de 1.8, 2.0 y 2.4 m de longitud. Estas son de uso prioritario y solo se podrá utilizar crucetas angulares metálicas en casos singulares.

1.7 HERRAJES Y SOPORTES MT.

Todos los herrajes y accesorios deberán ser galvanizados en caliente y cumplir con la capa de galvanizado, que en la siguiente TABLA 10 se establecen:

TABLA 10. Capa de galvanizado para Herrajes y Accesorios

APLICACIÓN	PROMEDIO		MINIMO	
	gr/m ²	µm	gr/m ²	µm
Acero hierro fundido, laminado, Forjado y prensado, abrasaderas, Varilla de anclaje, etc.	880	128	800	116
Perno, esparragos, tuercas. Arandelas, etc.	500	73	450	66

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	0 2/02/2018
		Versión 1.0	Página 9 de 20

1.8 AISLADORES.

El aislamiento será de Tipo Híbrido para estructuras de Alineación o pequeños ángulos y polimérico tipo suspensión para ángulos fuertes, retención y finales de línea.

Los aisladores tipo poste se fijarán a las estructuras mediante pernos corto o largo de acuerdo con el tipo de montaje. Los aisladores de suspensión se fijarán a las estructuras mediante un grapa tipo recto.

Los distintos herrajes, adecuados al conductor y al tipo de aislador que se utilice, están definidos por las correspondientes Especificaciones Técnicas.

Las TABLA 11 y 12, se define un resumen de los tipos de Aisladores a utilizar de acuerdo a su función y las características dimensionales, eléctricas, radioeléctricas y mecánicas de los aisladores normalizados.

TABLA 11 - Aislamiento de acuerdo a los Niveles de contaminación para 13,2 kV.

TIPO	TIPO DE AISLADOR	DENOMINACIÓN
TIPO POSTE	Aislador Compuesto Híbrido	PH-13,2
TIPO CADENA	Aislador Compuesto Tipo Cadena	ANSI DS-15

TABLA 12 - Características Dimensionales, Eléctricas, Radioeléctricas y Mecánicas.

CARACTERÍSTICAS		TIPO DE AISLADOR	
		PH-13,2	DS-15
Dimensionales	Longitud (mm)	254	330+-15
	Distancia de Fuga (mm)	≥465	≥355
	Distancia de arco seco (mm)	≥185	-
Eléctricas	Flameo en seco a Baja frecuencia (kV) rms	≥70	≥90
	Flameo en seco a Baja frecuencia (kV) rms	≥50	≥65
	Flameo de impulso crítico positivo (kV) pico	≥120	≥140
Radio Eléctricas	Tensión R.I.V. a tierra (kV)	15	15
	Máximo RIV a MHz (μV)	100	10
Mecánicas	Carga de Falla a Flexión (daN)	≥1 245	-
	Carga de Rutina a Flexión (daN)	≥498	-
	Carga de falla a Tracción (daN)	-	≥4 450
	Carga de torsión (daN-m)	-	≥4.75

1.9 FIJACION CONDUCTORES

Los conductores se sujetan a los aisladores tipo poste mediante retenciones preformadas tipo Z (FIGURA 1) para estructuras en alineación y omega (FIGURA 2) para estructuras en ángulo y a las cadenas de aisladores por medio de grapas terminales rectas de aluminio, las cuales se especifican según el diámetro de los cables utilizados.

RETENCION PREFORMADA "Z"

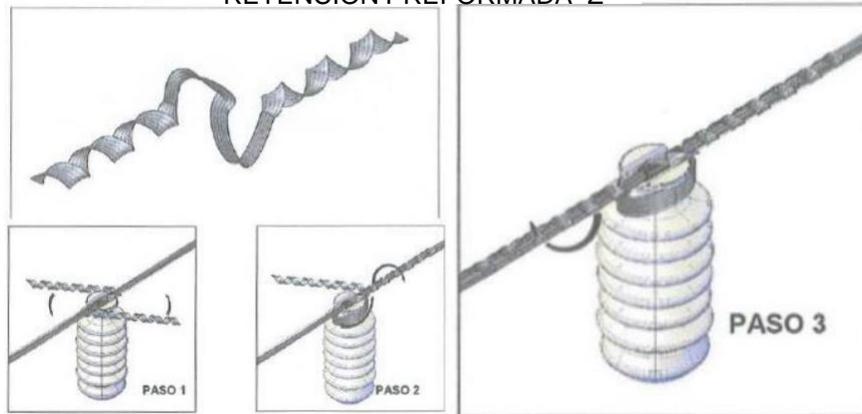


FIGURA 1. Instalación de retenciones preformada "z"

RETENCION PREFORMADA "OMEGA"

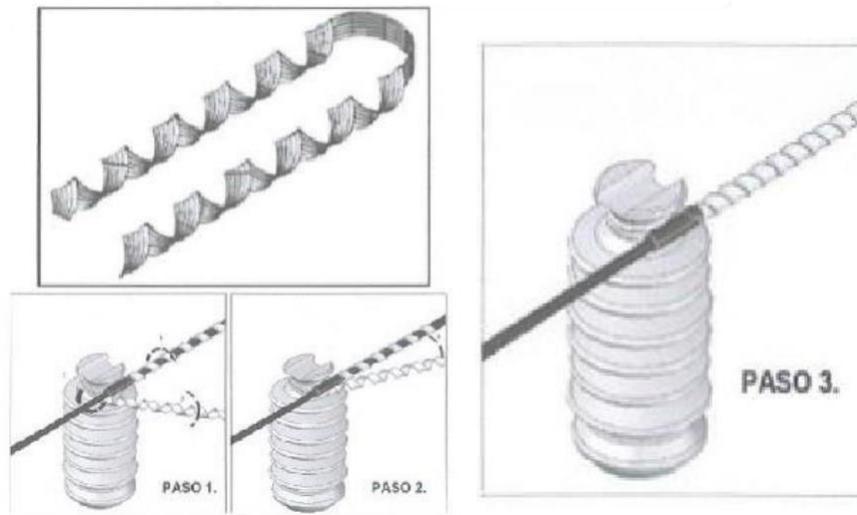


FIGURA 2. Instalación de retenciones preformada "omega"

La unión de conductores entre líneas se realizará mediante conectores tipo AMPAC; con una resistencia mínima a la tracción equivalente al 95% de la resistencia a la rotura del conductor respectivo, y por lo menos con la misma conductividad y capacidad de corriente.

Se utilizara conectores AMPAC con estribo y conectores amovibles, para la unión de los bajantes de la red aérea de MT para alimentación del centro de Transformación. Estos bajantes se instalará con conductor ACSR con capa semiconductora en XLPE.

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 11 de 20

1.10 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

1.10.1. TRANSFORMADORES TIPO POSTE

Los centros de Transformación tipo poste desde 5 KVA hasta 75 KVA se instalarán sobre apoyos de concreto (hormigón) con alimentación aérea en media tensión empleando conductores ACSR con capa semiconductora en XLPE.

Los transformadores normalizados monofásicos y trifásicos desde 5 KVA hasta 75 KVA serán de tipo Autoprotegidos, es decir llevarán incorporada las protecciones de sobretensión (DPS sobre el tanque del transformador) y sobre intensidad (interruptor termomagnético interno instalado en el lado de baja tensión), esto para instalaciones de uso general y para instalaciones de uso privado se instalaran los DPS en el tanque del transformador con protección de Aislamiento para fauna.

Los transformadores Autoprotegidos se representan en la siguiente TABLA:

TABLA 13. Transformadores Normalizados monofásicos y trifásicos Tipo Autoprotegido.

No. DE FASES	TENSIÓN (V)	POTENCIA (kVA)
MONOFASICOS	13200/240-120 34500/240-120	5
		10
		15
		25
		37,5
		50
TRIFASICOS	13200/226-130 34500/226-130	30
		45
		75
		112,5

NOTA: Solo se instalaran transformadores de distribución a nivel de 34.5KV cuando en la red de DISPAC S.A E.S.P exista un alimentador de distribución del sector industrial a este nivel de tensión. Los circuitos actuales de interconexión entre subestación de DISPAC S.A E.S.P no son alimentadores para nuevas zonas industriales.

De acuerdo con la curva tiempo corriente de cada fusible, se emplean fusibles rápidos (K) o lentos (T), es decir, que dada una corriente alta, el fusible tipo K se fundirá en menor tiempo que el tipo T. en cuanto a su utilización, los fusibles tipo T, se usaran preferencialmente, cuando existan dispositivos, tales como interruptores y/o reconectores con recierres rápidos, de forma que permitan actuar primero a estos y si la falla persiste, actúe el fusible. Para ello deben coordinarse las curvas tiempo – corriente de ambos elementos.

Para la conexión de los DPS, estos vienen instalados sobre el tanque del transformador desde fábrica brindando así una mayor margen de protección contra sobretensiones atmosféricas.

Los DPS serán de óxidos metálicos con envolvente polimérico de silicona de las siguientes características:

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 12 de 20

TABLA 14. DPS DE OXIDOS METÁLICOS

CARACTERISTICAS	POLIMERICO
Tensión Asignada kV	13,2
Tensión Nominal kV	10
Tension Maxima de Servicio kV	8,4
Tensión de Descarga (8/20 μ s,10kA) kV	≥ 30
Corriente Nominal de descarga kA	10
Frecuencia Nominal (Hz)	60
Máx. tensión descarga residual onda 8/20 μ s kV	33
Distancia de Fuga mm	≥ 350

Las características eléctricas que deben satisfacer los cortacircuitos se especifican en la siguiente TABLA 15:

TABLA 15. Características eléctricas de los cortacircuitos.

Tensión Máxima Asignada kV	15
Intensidad continua asignada kA	100
Frecuencia (Hz)	60
Intensidad de corte simétrica instantánea kA	10
Línea de Fuga (mm)	≥ 430
Nivel básico de Aislamiento kV	95
Nivel de Aislamiento frente a tensión de frecuencia industrial seco, 1 min kV	35
Longitud del tubo portafusibles (A) mm	287

En la TABLA 16 se indican los valores de los fusibles para transformadores de distribución de las capacidades normalizadas.

TABLA 16. Elección de fusibles para Transformadores de Distribución.

13.2	MONOFÁSICO	5	1	2K
		10	1	2K
		15	1	2K
		25	1.64	2K
		37.5	2.46	2K
	TRIFÁSICO	50	3,4	3K
		30	1.97	2K
		45	2.95	2K
		75	4.92	3K
		112,5	7.38	6K

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 13 de 20

1.10.2. TRANSFORMADORES TIPO PEDESTALES

El transformador tipo pedestal (Pad Mounted) para la instalación exterior o interior para cargas desde 112.5KVA en adelante, se realiza la instalación de la distribución subterránea, con compartimientos sellados para alta y baja tensión, cuyos cables de alimentación entran por la parte inferior e instalado sobre una base o pedestal. Los transformadores a los que se refiere esta norma deben cumplir lo indicado en las normas NTC 3997 “Transformadores de distribución trifásicos tipo pedestal, autorefrigerados” y NTC 5074 “Transformadores de distribución monofásicos tipo pedestal, autorefrigerados”, para sus características técnicas y de fabricación.

El fabricante debe entregar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento del transformador, así como las dimensiones y características del pedestal o base de concreto la cual deberá estar de acuerdo a las normas y correctamente nivelada sobre un terreno firmemente apisonado.

Existen dos configuraciones básicas de estos transformadores: configuración radial y configuración en anillo o malla (se debe seleccionar dependiendo del tipo de circuito en cual se instalaran los transformadores) Configuración radial, el transformador está conectado a la línea de alimentación primaria y no permite la continuación de ésta a través de él. Configuración malla, este sistema se caracteriza porque el transformador está conectado a la línea de alimentación primaria y permite que ella alimente a otras cargas a través de él.

En la TABLA 17. Se indican las principales capacidades de los Transformadores Normalizados, Tipo Pad Mounted.

TABLA 17. Transformadores Normalizados monofásicos y trifásicos Tipo Pad Mounted.

TENSION (kV)	CONEXIÓN DE LA CARGA	TENSIÓN (V)	POTENCIA (kVA)
13.2	MONOFÁSICO	13200/240-120	50
			75
			100
	TRIFÁSICO FIN DE LINEA	13200/214-123.5	75
			112,5
			150
			250
			300
			500
	TRIFÁSICO CON ENTRADA Y SALIDA	13200/214-123.5	750
			75
			112,5
			150
			250
			300
			500
			750

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 14 de 20

1.11. DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCION

Los dispositivos de maniobra son aquellos elementos que se emplean para conectar o desconectar partes de la red. A su vez, los dispositivos de protección ante condiciones indeseadas tales como sobrecargas, cortocircuitos, etc., desconectan automáticamente la menor parte posible de la red, evitando daños a las instalaciones adyacentes de la falla o situación anormal además de evitar, en la medida de lo posible, interrupciones del servicio. Estos serán los siguientes:

- Cortacircuitos (Seccionador fusible de expulsión).
- Fusible.
- Seccionador unipolar.
- Autoseccionador (seccionalizador).
- Reconectador (recloser).
- Interruptor / Interruptor telecontrolado.
- Pararrayos.

1.11.1. DISPOSITIVOS DE MANIOBRA

Las partes en tensión de estos dispositivos de intemperie estarán siempre situados a una altura del suelo superior a seis metros, que los haga inaccesibles en condiciones normales, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad. Sus características serán las adecuadas a las del punto de la red donde hayan de instalarse. Se clasifican en dos grupos según su capacidad para operar con o sin carga.

- Interruptor: Permite la apertura o cierre con la intensidad nominal.
- Seccionador: Son capaces de abrir o cerrar un circuito por el que circulan corrientes despreciables.

1.11.2. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Además de las protecciones existentes en la cabecera de línea, se dispondrán las protecciones necesarias de acuerdo con lo definido en el documento "Criterios de Arquitectura de Red". Estas serán:

- Reconectador (recloser).
- Autoseccionador (seccionalizadores).
- Seccionador fusible de expulsión.
- Fusible.
- DPS.

1.12 PUESTA A TIERRA

Los DPS, el neutro y la carcasa del transformador, se deben conectar a tierra por medio de una línea de tierra (conductor de tierra) y un electrodo de puesta a tierra.

Mientras se dispone de apoyos de concreto normalizados con su ducto interior para la puesta a tierra, se seguirá utilizando como conductor de puesta a tierra el Cable Copper-clad Steel 3/8, el cual irá protegido mecánicamente por un tubo galvanizado de 1/2" x 3m que estará sujeto al poste con flejes de acero colocados aproximadamente a 1 m entre sí.

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 15 de 20

Conductor a tierra: Es el conductor que conecta el equipo al electrodo de puesta a tierra. Los tipos son: Acero Austenítico y Cable Copper-clad Steel 3/8"; En la TABLA 18, se indican las principales características de ambos.

TABLA 18. - Características Generales de los conductores a tierra

Denominación	Copper Clad Steel	Fleje Acero Austenítico
	3/8"	22,22x1.2mm
Sección Transversal Total (mm ²)	58,56	26,66
Dimensiones (mm)	Ø = 9,8	1,2 x 22,22
Conductividad (%)*	30	2,4
Temperatura de Fusión (°C)*	1084	1400
Constante K _F *	14,64	30,05
Intensidad de Cortocircuito Max. Admisible (kA)	20,38	4,52

*Fuente RETIE .Porcentaje respecto a la conductividad del cobre recocido (58,1086 S/m a 20 °C) la cual se considera el 100% constituyendo el estándar internacional con el cual se comparan los demás materiales.

Electrodo de Puesta a Tierra

Dependiendo de la resistividad del terreno, se utilizará una de las siguientes configuraciones del electrodo de puesta a tierra: electrodos de difusión vertical, anillo cerrado alrededor del poste de cable Copper-clad Steel o combinación de ambas (cuadrada con varios electrodos de difusión vertical). Cuando se utilice electrodo de acero austenítico el conductor a tierra debe ser del mismo material.

En la TABLA 19 se indica las principales características de la varilla utilizada como electrodo de difusión vertical.

TABLA 19 - Características Generales de los electrodos de PAT

Denominación	Varilla Tipo Copper-clad	Varilla de Acero Austenítico
Diámetro (mm)	16,0	16,0
Longitud (mm)	2400	2400

La puesta a tierra debe instalarse a una distancia mínima de 1 m del borde del poste o de la cimentación si está hormigonado. La profundidad mínima será de 0,5 m del nivel del suelo.

1.13 MATERIALES

Los materiales y equipos suministrados por particulares o firmas contratistas para ser instalados en las redes de distribución de la EMPRESA DISPAC S.A. E.S.P., deberán ser nuevos y cumplir con las Normas NTC o Normas Internacionales equivalentes, acorde con las especificaciones técnicas exigidas por la EMPRESA DISPAC S.A. E.S.P.,

Todos los materiales deberán tener el nombre del fabricante o marca de fábrica y presentar la certificación de conformidad del producto vigente.

Para suministros nacionales, únicamente se admitirán materiales o equipos que se encuentren homologados por el CIDET o por una entidad autorizada por la Superintendencia de Industria y Comercio, para lo cual se recomienda a los ingenieros o firmas constructoras que soliciten información y verifiquen con el fabricante o con la EMPRESA DISPAC S.A E.S.P

	<p>CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN</p>	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 16 de 20

sobre equipos y materiales homologados antes de adquirir o iniciar los trabajos de construcción.

2.0 CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION PARA LINEAS Y REDES AÉREAS DE BAJA TENSIÓN

CARACTERÍSTICAS GENERALES

En el presente documento se establecen las reglas y criterios básicos para el diseño y construcción de redes de baja tensión (BT) de la EMPRESA DISPAC S.A. E.S.P. como operador de red. Estos criterios siguen los lineamientos de la nueva normativa contenida en el Proyecto Tipo de redes de Baja Tensión y serán aplicables en esta etapa de transición de la normativa vigente a la nueva normativa.

Estos criterios son aplicables a redes de Baja Tensión urbanas y rurales, con conductores autoportado, y tensión nominal de 120/240V.

2.1 RECOMENDACIONES GENERALES

- La cargabilidad de los conductores debe ser como máximo el 85% de su capacidad nominal.
- El vano promedio para redes Urbanas exclusivas de B.T será de 30 m.
- En condiciones normales se debe procurar instalar hasta dos cajas de derivación por poste y no se podrán instalar más de tres en cualquier condición.
- El uso de retenidas será en sitios con facilidad de instalación y en general se aplicará la retenida directa a tierra vertical con la protección y señalización del cable de retenida.
- La distribución de los postes será realizada de tal modo que sean instalados en los límites de predios. No se podrán bloquear o dificultar ingresos a parqueaderos o sitios públicos.
- La red de baja tensión no debe pasar sobre predios particulares, así estén sin construcción o sin muro o malla de protección.
- Se deben cumplir las alturas de seguridad en la instalación de las acometidas, teniendo control efectivo de las distancias en cruces de vías.

2.2. MATERIALES NORMALIZADOS EN LAS REDES DE BAJA TENSIÓN

2.2.1. POSTES

Para la construcción de las redes aéreas de baja tensión se emplearán postes de concreto reforzado o metálicos, de resistencia adecuada al esfuerzo que han de soportar, serán de uso prioritario los postes de concreto. Los postes metálicos se usarán en zonas de difícil acceso. En las TABLAS 20 y 21 se indican las principales características de los postes a utilizarse en las redes de Baja Tensión.

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 17 de 20

TABLA 20. Características Dimensionales y Mecánicas para Postes de Concreto

TIPO DE POSTE METÁLICO EN SECCIONES	Características Dimensionales			Características Mecánicas	
	ALTURA (m)	DIÁMETRO CIMA (mm)	DIÁMETRO BASE (mm)	CARGA DE ROTURA (kg-f) (1)	CARGA DE TRABAJO (kg-f) (1)
9 x 510 kg-f	9	140	275	510	204
9 x 750 kg-f	9	140	275	750	300

Nota: (1) Especificado a 0,2 m por debajo de la cima

TABLA 21. Características Dimensionales y Mecánicas para Postes Metálicos

TIPO DE POSTE METÁLICO EN SECCIONES	Características Dimensionales			Características Mecánicas	
	ALTURA (m)	DIÁMETRO CIMA (mm)	DIÁMETRO BASE (mm)	CARGA DE ROTURA (kg-f) (1)	CARGA DE TRABAJO (kg-f) (1)
9 x 510 kg-f	9	140	302	510	204
9 x 1050 kg-f	9	140	302	1.050	420

Nota: (1) Especificado a 0,2 m por debajo de la cima

2.2.2. CONDUCTORES TRENZADOS

Para la construcción de redes aéreas de baja tensión se emplearán cables trenzados de aluminio, las fases serán en aluminio AAC - AAAC y el neutro será ACSR aislado

En la TABLA 22 se presentan los calibres de los cables normalizados para uso en las redes de baja tensión y en la TABLA 23, el resumen de las características eléctricas y mecánicas de los cables normalizados.

TABLA 22. Características Cables Normalizados Red B.T.

TIPO DE CABLE TRENZADO	FASES	NEUTRO
Triplex No. 1/0 AWG	2 x 1/0 AAC	1 x 1/0 ACSR
Triplex No. 4/0 AWG	2 x 4/0 AAC	1 x 4/0 ACSR
Cuádruplex No. 1/0 AWG	3 x 1/0 AAAC	1 x 1/0 ACSR
Cuádruplex No. 4/0 AWG	3 x 4/0 AAAC	1 x 4/0 ACSR

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 18 de 20

TABLA 23. Características Eléctricas y Mecánicas de los Cables Normalizados Red B.T.

PARÁMETROS	TRIPLEX 1/0 AWG	CUÁDRUPLEX 1/0 AWG	TRIPLEX 4/0 AWG	CUÁDRUPLE X 4/0 AWG
Sección de la fase (mm ²)	53,54	53,54	107,22	107,22
Sección Total del neutro (mm ²)	62,46	62,46	125,1	125,1
No. Alambres de la fase	13+6	13+6	13 + 6	13 + 6
No. Alambres del neutro (aluminio + acero)	6 + 1	6 + 1	6 + 1	6 + 1
Diámetro aproximado del haz (mm)	27	33	35	40
Peso del haz (daN/m)	0,631	0,870	1,189	1,570
Carga de rotura del neutro (daN)	1 949	1 949	3 716	3 716
Resistencia eléctrica en C.C. a 20°C (Ω/km) Conductor de Fase	≤ 0,538	≤ 0,538	≤ 0,269	≤ 0,269
Resistencia eléctrica en C.C. a 60°C (Ω/km) Conductor de Fase	≤ 0,63	≤ 0,63	≤ 0,31	≤ 0,31
Intensidad máxima admisible (A) *	205	180	300	275

*Valores calculados en las siguientes condiciones: T. Ambiente: 20°C, T. Conductor: 75 °C, velocidad del viento: 0,6 m/s y sin radiación solar.

2.2.3. ARMADOS

Para sostener la red aérea de baja tensión a los postes se emplearan cualquiera de los siguientes armados:

a. Percha y Aislador Carrete: para armados corridos, armados de doble retención y fin de línea, se instalara una percha de un puesto con un aislador tipo carrete sobre el poste utilizando cinta bandit y hebilla de acero inoxidable de ¾" o con perno de carruaje; donde el neutro se sujetará por dentro del Aislador con alambre galvanizado No.12.

Además de la instalación anterior se utilizan los siguientes elementos para la red trenzada:

- Cajas de Derivación de Acometidas. Se emplearán para realizar la conexión de acometidas a la red de baja tensión. La caja de derivación se conectará mediante cable concéntrico a la red y se derivarán las acometidas desde ella. Las cajas de derivación se instalarán sobre la parte superior del cable trenzado en el eje del poste, sujetas mediante cinta y hebilla de acero inoxidable.

Las cajas serán de material plástico y en su interior poseerán los barrajes y mecanismos de conexión especificados. El cable alimentador de la caja será concéntrico de cobre calibre 3xNo4 AWG o 4xNo4 AWG o su equivalente en aluminio. En las cajas de derivación se instalarán las marquillas de identificación de usuarios.

- Conectores de perforación. Se utilizarán para la conexión en cruces aéreos del cable trenzado, para conectar el cable trenzado con el bajante de los bornes de BT del transformador para más de dos derivaciones, conexión de la caja de derivación con la red de BT. y para la instalación de SPT con el neutro en los armados terminales. Su diseño será tal que, una vez instalados, no presenten accesible ningún elemento metálico bajo

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 19 de 20

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

- Tapón Sellador. Se utilizarán en los extremos del cable con el fin de impedir la entrada de humedad o sustancias que puedan deteriorar el cable trenzado.

2.2.4. RETENIDAS

Las retenidas normalizadas para el uso en redes aéreas de baja tensión son:

a. Retenida Directa a Tierra. El cable de retenida se sujeta al poste dando dos vueltas en la cima del poste (formando un ocho). Las puntas del cable de acero galvanizado se sujetan por medio de grapa prensora tres tornillos y un entice con alambre galvanizado No. 12. Para aislar la retenida se utilizará aisladores tensores ANSI 54-2. El calibre del cable de acero galvanizado y la varilla de anclaje se seleccionan de acuerdo a los esfuerzos mecánicos que debe soportar el poste, el cable se ancla formando un ángulo mínimo de 30° con el eje del poste.

b. Retenida Cuerda de Guitarra. A diferencia de la retenida directa a tierra a 2/3 de la altura libre del poste se coloca un brazo para retenida cuerda de guitarra que soporta el cable y permite disminuir la distancia del ancla al poste.

En las TABLA 24 se indican las principales características del cable de acero galvanizado, varillas de anclaje y aislador tensor de uso en la red de baja tensión.

TABLA 24. Características Dimensionales y Mecánicas Materiales para Retenidas

TIPO DE MATERIAL	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	LONGITUD (mm)	CARGA DE ROTURA (daN)
Cable de Acero Galvanizado 5/16"	7,94	----	4 980
Varillas de Anclaje 5/8"	15,87	1800	6 050
Aislador Tipo Tensor ANSI 54-2	----	108	5 300

2.2.5. PUESTA A TIERRA

Las características de los materiales que constituyen la instalación del sistema de puesta a tierra se resumen en las TABLAS 18 y 19 del presente documento.

2.7. ACOMETIDAS Y MEDIDA

Las acometidas y medida se instalarán siguiendo lo establecido en la norma de acometidas y medidas establecida por la EMPRESA DISPAC S.A. E.S.P.

3.0 CARACTERISTICAS PARTICULARES

Contiene los datos necesarios para que la instalación quede definida técnica y económicamente, requisitos definidos por la EMPRESA DISPAC S.A E.S.P

	CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA REDES AEREAS DE DISTRIBUCIÓN	CODIGO	02/02/2018
		Versión 1.0	Página 20 de 20

En dichos documentos se debe especificar con suficiente claridad todos los datos necesarios para la construcción de la obra, con el objeto de que la persona encargada de dirigirla, no tenga en ningún momento dudas sobre cómo ha sido proyectada.

Por otra parte, cada día las instalaciones son más complejas y en su desarrollo se deben tener en cuenta las normas y recomendaciones del operador de red.

La EMPRESA DISPAC S.A. E.S.P. exigirá la presentación de proyectos para los siguientes casos:

- A solicitudes de suministro complejo cuya carga máxima diversificada sea mayor a 10 kVA.
- Estratos comerciales e industriales según su destino y capacidad.
- Remodelaciones en Redes de Media Tensión y Baja Tensión.

Todo proyecto de carácter eléctrico debe ser tramitado para su aprobación ante la División de Nuevos suministros de DISPAC S.A E.S.P por un personal idóneo ingenieros electricistas de manera presencial con registro de la base de datos de DISPAC S.A E.S.P debidamente acreditado para tal.

Los requisitos que se deben cumplir para la presentación y ejecución de proyectos de electrificación que se conectarán al sistema eléctrico de DISPAC S.A E.S.P o serán administrados y operados por la Empresa DISPAC S.A. E.S.P. son los que se relacionan a continuación:

Inicialmente se debe solicitar la disponibilidad de energía y potencia, para ello antes de realizar el proyecto debe diligenciar el Formato Alta de Datos de Petición (Anexo 1).

Esta factibilidad tendrá vigencia de 6 meses a partir de la fecha de expedición, para la presentación del proyecto deberá anexarse la carta o certificado de factibilidad de conexión emitida por DISPAC S.A E.S.P.

Finalmente Para la presentación del proyecto, este debe tener como mínimo la siguiente información:

- Memorias
- Plano
- Presupuesto

SOLICITAR MAS DE ESTE PROCESO AL AREA CORRESPONDIENTE.