



SECRETARÍA DE EDUCACION PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA ELÉCTRICA.

Materia:
Residencia.

Proyecto a realizar:

AMPLIACIÓN DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL BARIO ZAPATA DEL
MUNICIPIO DE ÁNGEL ALBINO CORZO.

Integrantes:
Galdámez Hernández Rodi Alberto

Asesor externo:
Ing. Víctor Hugo Domínguez Cortes.

Asesor Personalizado:
Ing. Alonso Juárez Ontiveros

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, A 17 de Diciembre del 2018.

INDICE.

I.INTRODUCCION.	12
1.1 ANTECEDENTES.	13
1.2 ESTADO DEL ARTE.	14
1.3 JUSTIFICACIÓN.	15
1.4 OBJETIVO.	16
1.5 METODOLOGÍA.	16
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.	17
2.1 COMO SE GENERA LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	17
2.2 QUE SON LOS SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	18
2.3 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	20
2.3.1-Sistema radial.	22
2.3.2-Sistemas radiales aéreos.	23
2.3.3-Sistemas radiales subterráneos.	23
2.3.4-Sistema Anillo.	24
2.3.5-Sistema red o malla.	25
2.4 TIPOS DE TENSIONES MEDIA TENSIÓN.	27
2.5 TIPOS DE TRANSFORMADORES.	27
2.5.1-Por su fabricación.	27
2.5.2-Por sus devanados.	28
2.5.3-Por su clase.	28
2.5.4-Por su diseño y funcionalidad.	28
2.5.5-Por su factor de aislamiento por su temperatura.	28
2.6 TIPOS DE POSTES.	30
2.6.1-Concreto.	30
2.6.2-Madera.	36
2.7 TIPOS DE CEPAS.	39
2.7.1-Cepas para postes de concreto.	39
2.7.2-Cepas para anclas.	39
2.7.3-Empotramientos de postes.	42
2.7.4-Cepas en banquetta.	43

2.7.5-Cimentación de ancla en roca.....	44
2.7.6-Cimentación de postes de acero.	45
2.7.7-Compactación de cepas	46
2.8 TIPOS DE ESTRUCTURAS.	48
2.8.1-Estructuras para líneas de media tensión.....	48
2.8.2-Características de la estructura tipo T.	55
2.8.3-Características de la estructura tipo V.....	57
2.8.4-Estructuras para líneas de baja tensión.....	61
2.9 TIPOS DE RETENIDAS.	67
2.10 TIPOS DE AISLADORES.	76
2.11 TIPOS DE FUSIBLES.	81
2.12 TIPOS DE CONDUCTORES.	88
2.13 TIPOS DE SISTEMAS A TIERRA.	93
2.13.1-Bajante para tierra.	93
2.13.2-La conexión a la línea.	95
2.13.3-Mejora a sistemas de tierra.....	96
3. DESARROLLO.....	101
3.1 ELABORACIÓN DEL PLANO DE LA RED DE ENERGÍA EXISTENTE.	101
3.2 CALCULO DE LA DEMANDA A SUMINISTRAR.	105
3.2.1-Calculo eléctrico.....	105
3.2.2-Factor de potencia.	107
3.2.3-Factor de demanda.	108
3.2.4-Factor de utilización.....	109
3.3 ELABORACIÓN DE PLANO PROPUESTO.....	111
3.3.1 Cuadro de carga.....	112
3.3.2 Cuadro de dispositivos.	112
3.4 TRAZO Y LIMPIEZA PARA LA REALIZACIÓN DE CEPAS Y COLOCACIÓN DE POSTES.	113
3.5 EXCAVACIÓN DE CEPAS Y COLOCACIÓN DE POSTES.....	114
3.6 INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS EN MEDIA TENSIÓN, BAJA TENSIÓN Y RETENIDAS.....	119

3.7 CÁLCULO PARA EL SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE DE MEDIA TENSIÓN. AAC CAL. 3/0 Y 1/0, PARA RETENIDAS CABLE GALVANIZADO 5/16.	127
3.8 CALCULO PARA EL SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE NEUTRANEL CAL. 1/0 (2+1), CABLE NEUTRANEL (1+1).	130
3.9 MEDICIÓN Y CÁLCULO PARA EL SUMINISTRO DE SISTEMAS A TIERRA.	132
3.10 CÁLCULO PARA PROTECCIÓN DE APARTARRAYOS, CORTO CIRCUITOS Y MONTAJE DE TRANSFORMADORES.....	134
3.11 MURETES EN ACOMETIDAS.....	139
4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	140
5. REFERENCIAS	142

Ilustración 1 Estructura de circuito eléctrico.....	18
Ilustración 2 Sistemas de distribución.....	19
Ilustración 3 Estructura básica de un sistema eléctrico.....	21
Ilustración 4 Forma más simple del sistema de distribución radial.....	22
Ilustración 5 Diagrama unifilar de un sistema de distribución radial aéreo	23
Ilustración 6 Diagrama unifilar del sistema de distribución radial subterráneo.....	24
Ilustración 7 Sistema anillo.....	25
Ilustración 8 Sistema red malla.....	26

Tabla 1 Tipo de tensiones.....	27
Tabla 2 Características nominales y mecánicas de los postes de concreto reforzado (PCR).	32
Tabla 3 Características físicas y mecánicas de los postes de concreto pretensados (PCP)..	32
Tabla 4 Características físicas y mecánicas de los postes de concreto reforzado con varilla grado 60 (PCRGR60).	33
Tabla 5 Clasificación de postes de madera, según carga de ruptura.	36
Tabla 6 Características generales del poste de madera.....	37
Tabla 7 Dimensiones de postes de pino.....	37
Tabla 8 Cepas para postes de concreto.....	39
Tabla 9 Codificación de estructuras 1.	49
Tabla 10 Codificación de estructuras 2.	49
Tabla 11 Codificación de estructuras 4.	50
Tabla 12 Codificación de estructuras 5.	50
Tabla 13 Codificación de estructuras 3.	50
Tabla 14 Codificación de estructuras 6.	51
Tabla 15 Codificación de estructuras 7.	51
Tabla 16 Codificación de estructuras 8.	52
Tabla 17 Tabla para codificación de estructuras 9.	52
Tabla 18 Codificación de estructuras 10.	52
Tabla 19 Para codificación de estructuras 11.	53
Tabla 20 Estructura para líneas de distribución.....	54
Tabla 21 Estructura para redes de distribución.	54
Tabla 22 Lista de materiales para estructura TS3N.....	56
Tabla 23 Lista de materiales para estructura VS3N.	57
Tabla 24 Lista de materiales para estructura VD3N.....	58
Tabla 25 Lista de materiales para la estructura VR3N.....	59
Tabla 26 Lista de materiales para estructura VA3N.....	60
Tabla 27 Lista de materias para estructura de paso.	62
Tabla 28 Lista de materiales para estructura de remate.....	63
Tabla 29 Lista de materiales para estructura de anclaje.	64
Tabla 30 Lista de materiales para estructura con conexión a transformador tipo poste.....	65
Tabla 31 Codificación de retenidas 1.	68
Tabla 32 Codificación de retenidas 2.	69
Tabla 33 Lista de materiales para retenida RSA en media tensión.	70
Tabla 34 Lista de materiales para retenida RSA en baja tensión.	71
Tabla 35 Lista de materiales para retenida REA en media tensión.	72
Tabla 36 Lista de materiales para retenida REA en baja tensión.	73
Tabla 37 Lista de materiales para retenida RBA en media tensión.....	74
Tabla 38 Lista de materiales para retenida RBA en baja tensión.	75
Tabla 39 Codificación tipo de aisladores 1.	80

Tabla 40 Codificación tipo de aisladores 2.	81
Tabla 41 Designación y características de los eslabones fusibles tipo F (alto impulso) para distribución.	84
Tabla 42 Designación y características de los eslabones fusible tipo K (rápido) para distribución.	85
Tabla 43 Designación y características de los eslabones fusibles tipo S (estándar) para distribución.	86
Tabla 44 Designación y características de los eslabones fusibles tipo T (lento) para distribución.	87
Tabla 45 Calibres.	89
Tabla 46 Características para cable múltiple de cobre Cu-Cu cobre, con mensajero de cobre semidesnudo.	90
Tabla 47 Características para cable múltiple ACSR.	90
Tabla 48 Características para cable múltiple (AAC-AAC).	90
Tabla 49 Características de conductores con aislamiento termoplástico.	91
Tabla 50 Factor de corrección por temperatura.	91
Tabla 51 Varillas preformadas para ACSR - AAC.	92
Tabla 52 Los materiales para una bajante a tierra en condiciones de contaminación.	93
Tabla 53 Los materiales para una bajante a tierra en condiciones de contaminación.	94
Tabla 54 Cuadro de cargas de los transformadores.	112
Tabla 55 Cuadro de dispositivo a instalarse.	112
Tabla 56 Ancho del derecho de vía.	113

figura 1 Dimensiones y marcado del poste (PCR, PCP, PCPC, PCRGR60).	34
figura 2 Poste PCR-12-750.....	35
figura 3 Poste PCR-9-400.....	35
figura 4 Marcado del poste de madera.....	38
figura 5 Tipo de ancla.....	40
figura 6 Dimensiones de la cepa en cm.	41
figura 7 Dimensiones de las cepas.....	41
figura 8 Empotramiento de poste.....	42
figura 9 Empotramiento de poste tolerancia de relleno.....	42
figura 10 Relleno compactado con material extraído.....	43
figura 11 Colocación de ancla.	43
figura 12 Cimentación de ancla en roca.	44
figura 13 Cimentación de poste de acero.....	45
figura 14 Compactación de cepa.	46
figura 15 Compactación y relleno de cepa.....	47
figura 16 Compactación y relleno de cepas tipo RBA.....	48
figura 17 Estructura TS3N.....	56
figura 18 Estructura VS3N.	57
figura 19 Estructura VD3N.....	58
figura 20 Estructura VR3N.....	59
figura 21 Estructura VA3N.....	60
figura 22 Estructura de paso.	62
figura 23 Estructura de remate.....	63
figura 24 Estructura de anclaje	64
figura 25 Estructura con conexión a transformador tipo poste.....	65
figura 26 Estructura de baja tensión con deflexión.	66
figura 27 Retenida sencilla de ancla para línea de media tensión.	70
figura 28 Retenida sencilla de ancla para línea de media tensión.	71
figura 29 Retenida a estaca y ancla.	72
figura 30 Retenida a estaca y ancla.	73
figura 31 Retenida de banqueta y ancla.....	74
figura 32 Retenida de banqueta y ancla.....	75
figura 33 Bajante para tierra.	94
figura 34 Diagrama esquemático de una bajante de tierra para equipo.....	95
figura 35 La conexión a la línea.	95
figura 36 Electrodo para tierra.....	96
figura 37 Mejora a sistemas de tierra con contra antenas.....	97
figura 38 Mejora a sistema de tierra con bentonita.	98
figura 39 Mejora a sistema de tierra con electrodos.....	99
figura 40 Mejora a sistema de tierra con contra-antenas, bentonita y electrodo.	100

Foto 1 Limpieza.....	114
Foto 2 Trazo.	114
Foto 3 Maniobras con la grúa tipo HIAB.	115
Foto 4 Grúa tipo HIAB para suministro de postes.	115
Foto 5 Empotramiento de postes.	115
Foto 6 Postes empotrados.	116
Foto 7 Empotramiento de postes.	116
Foto 8 Ancla cónica C3 y Perno ancla 1PA.	116
Foto 9 Cepa, perno ancla para retenida RSA.	117
Foto 10 Retenida RSA.	117
Foto 11 Retenida RBA.	118
Foto 12 Cepa, perno ancla para retenida RBA.	118
Foto 13 Estructura TS30.....	119
Foto 14 Estructura VS30/VR30.....	120
Foto 15 Estructura V230.	120
Foto 16 Estructura VD30.....	120
Foto 17 Estructura VA30.....	121
Foto 18 Estructura VA30.....	121
Foto 19 Estructura 1P3.	122
Foto 20 Estructura 1P1/1R3.	122
Foto 21 Estructura 1R3/1R1.....	123
Foto 22 Estructura 1R3/1R3.....	123
Foto 23 Estructura 1R1/1R3.....	123
Foto 24 Conexión a transformador 1P3.....	124
Foto 25 Conexión a transformador 1P3/1R3.....	124
Foto 26 Retenida sencilla ancla.	124
Foto 27 Retenida doble estaca ancla sencilla.	124
Foto 28 Retenida RBA, para media tensión.	125
Foto 29 Retenida RBA, para baja tensión.	125
Foto 30 Retenida REA, para baja tensión.	126
Foto 31 Retenida REA, para media tensión.	126
Foto 32 Tendido de cable AAC Cal. 3/0 en estructura VR30/VR30.	127
Foto 33 Tendido de cable AAC Cal. 3/0 en estructura VS30/VR30.....	127
Foto 34 Tendido de cable AAC Cal. 3/0 en estructura VS30.	128
Foto 35 Tendido de cable AAC Cal. 1/0 en estructura VA30.....	128
Foto 36 Tendido de cable AAC Cal 1/0 en estructura VA30.....	128
Foto 37 Tendido de cable AAC Cal. 1/0 en estructura VS30.	129
Foto 38 Tendido de cable AG Cal. 5/16 en retenida REA media tensión.....	130
Foto 39 Tendido de cable AG Cal. 5/16 en retenida RPP.	130
Foto 40 Tendido de cable AG Cal. 5/16 en retenida tipo REA baja tensión,.....	130
Foto 41 Tendido de cable neutranel en estructura 1P3.....	131

Foto 42 Tendido de cable neutranel en estructura 1R3.	131
Foto 43 Tendido de cable neutranel en estructura 1P3/1R3.	131
Foto 44 Excavación e instalación de varilla copperweld 3x5/8.	132
Foto 45 Suministro e instalación de carga Caldwell 150.	133
Foto 46 Suministro de alambre de cobre desnudo cal. 4.	133
Foto 47 Suministro e instalación de carga Caldwell 150.	134
Foto 48 Varilla copperweld 3x5/8 para bajante a tierra.	134
Foto 49 Suministro y colocación de transformador.	135
Foto 50 Suministro y colocación de transformador.	135
Foto 51 Transformador tipo poste de 25 KVA-2B/ autoprotegido.	136
Foto 52 Transformador tipo poste de 25KVA-2B / autoprotegido.	136
Foto 53 Suministro y colocación de listón fusible.	138
Foto 54 Suministro y colocación de listón fusible.	138
Foto 55 Murete y acometida.	139
Foto 56 Murete y acometida.	139
Foto 57 Murete y acometida.	139

Anexo 1 Altura mínima de conductores a superficies.....	145
Anexo 2 Separación de conductores a construcciones.	145
Anexo 3 Conectores para tierra.	146
Anexo 4 Sujeción para cable de retenida.....	146
Anexo 5 Puntos de ubicación de postes,	147
Anexo 6 Coordenadas UTM.....	147
Anexo 7 Plano propuesto.....	148
Anexo 8 Cable de aluminio tipo AAC.	149
Anexo 9 Cable de acero galvanizado.	149
Anexo 10 Retenida de tempestad.	149
Anexo 11 Simbología.	150
Anexo 12 Catalogo de materiales 1.....	151
Anexo 13 Catalogo de materiales 2.....	152
Anexo 14 Catalogo de materiales 3.....	153
Anexo 15 Catalogo de materiales 4.....	154
Anexo 16 Catalogo de materiales 5.....	155
Anexo 17 Catalogo de materiales 6.....	156
Anexo 18 Catalogo de materiales 7.....	157
Anexo 19 Catalogo de materiales 8.....	158
Anexo 20 Catalogo de materiales 9.....	159
Anexo 21 Catalogo de materiales 10.....	160
Anexo 22 Catalogo de materiales 11.....	161

AMPLIACIÓN DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL BARRIO ZAPATA DEL MUNICIPIO DE ÁNGEL ALBINO CORZO.

I.INTRODUCCION.

La red de distribución de la energía eléctrica es parte del sistema de suministro eléctrico cuya función es el suministro de energía desde la subestación de distribución de potencia hasta los usuarios.

Un sistema de distribución se considera que inicia en una central generadora de energía eléctrica, la cual pasa por una estación elevadora que se transporta en líneas de transmisión, llegando a una subestación de transformación, para así poder transportarla en líneas de transmisión, alcanzando una estación transformadora de distribución para concluir con la red de distribución cuya finalidad tiende a llegar a un centro de transformación que permita brindar este servicio a las industrias, sector agrícola, comercios y casas habitacionales etc.

El propósito del proyecto es indagar a cerca de las necesidades del municipio Ángel Albino corzo para obtener datos necesarios que puedan aportar los conocimientos adecuados para planear, implementar y desarrollar la correcta ampliación del servicio eléctrico en el barrio zapata. Tomando en cuenta la normativa de construcción que rige la comisión federal de electricidad, para proporcionar seguridad a los usuarios y quienes transiten por las calles del barrio o colonia tomando en cuenta los lineamientos de las calles. Así mismo asegurar que el servicio que proporcione esta red de energía eléctrica sea eficiente y de gran beneficio para los usuarios.

1.1 ANTECEDENTES.

En Chiapas; se concentra el 30% del agua superficial del país y entre las más de 10 hidroeléctricas del Río Grijalva generan el 54% de la energía eléctrica del país.

Chiapas, teniendo muchos ríos, arroyos y lagunas es el estado idóneo donde la Comisión Federal de Electricidad CFE tiene un gran negocio en nuestro estado. Produce energía eléctrica con la fuerza del agua de los ríos concentrada en presas inmensas, como la de Malpaso, La angostura, Chicoasén, otras que están construyendo y 24 más que se construirán en el futuro. ^[1]

La red eléctrica se ha convertido de un sistema aislado que servía a un área geográfica particular, a una red expansiva que incorpora múltiples áreas. Thomas Alva Edison inventó el primer sistema eléctrico que suministraba energía por medio de redes virtuales para la iluminación. Con esto, las empresas eléctricas se encargaron de las economías de escala y cambiaron a generación centralizada, distribución y administración del sistema

Debido al incremento de la población del municipio de Ángel albino corzo se creó el barrio zapata, que contara con un aproximado de 128 lotes dentro de la red de energía eléctrica en donde se tiene la necesidad de la ampliación dela red de energía eléctrica con calidad, continuidad y eficiencia. También brindar el servicio básico y de primera necesidad a sus habitantes.

Teniendo como objetivo principal la modernización y desarrollo del servicio eléctrico de distribución y el continuo y rápido crecimiento de la infraestructura social e innovaciones tecnológicas exigen a las autoridades competentes a buscar una solución en la que el servicio esté disponible adquiera nuevas herramientas que permita planear y elaborar un sistema de distribución de acuerdo con la carga demandada y esta brinde mayor seguridad a su población.

En medida en que la población crece, los sistemas eléctricos se modernizan para cubrir las exigencias de los usuarios en cuanto a la calidad de servicios y la escasez en la disponibilidad de recursos esto nos ubica, en elaborar planos y propuesta para el desarrollo de los sistemas de distribución con una mayor calidad y precisión.

1.2 ESTADO DEL ARTE.

Ampliación de red de energía eléctrica en ejido Jaltenango ubicada en la localidad de Jaltenango de la paz, (Ángel Albino Corzo). Con un periodo de ejecución de 01 de marzo al 25 de diciembre de 2017, realizado por el fondo de aportaciones para la infraestructura social municipal 2017. El cual tuvo como propósito beneficiar a 50 casas habitaciones, para este proyecto se colocó postes de concreto PC-12-750 Y PC-9-400, con transformadores bifásicos de 10KVA, 15KVA y 25KVA cada uno de ellos con 1CCF. ^{[2][3]}

Ampliación de red de energía eléctrica en Barrio los Ángeles ubicada en la localidad de: Jaltenango de la Paz, (Ángel Albino Corzo). Con un periodo de ejecución 07 de febrero 2017 al 03 de marzo de 2017, realizado por el fondo de aportaciones para la infraestructura social municipal 2017. El cual tuvo como propósito beneficiar a 25 casas habitaciones, para este proyecto se colocó poste de concreto PC-12-750 Y PC-9-400, con transformadores bifásico de 25KVA-2CCF. ^{[4][5]}

Ampliación de energía eléctrica (3F-4H) en barrio San Agustín ubicada en la localidad de Jaltenango de la paz (Ángel Albino Corzo) con un periodo de ejecución de 15 de agosto al 30 de noviembre del 2016, realizado por el fondo de aportaciones para la infraestructura social municipal 2016. El cual tuvo como propósito beneficiar a 40 casas habitaciones, para este proyecto se colocó una línea de distribución de media tensión (3F-4H), poste de concreto tipo PC-12-750, PC-9-400, con transformadores monofásicos auto protegido de 37.5KVA-2CCF. ^{[6][7]}

Ampliación de la red de energía eléctrica en barrio la pila ubicada en la localidad de: Jaltenango de la paz (ángel Albino Corzo) con un periodo de ejecución de 18 de agosto al 31 de diciembre del 2016, realizado por el fondo de aportaciones para la infraestructura social municipal 2016. El cual tuvo como propósito beneficiar a 20 casas habitaciones, para este proyecto se colocó poste de concreto tipo PC-12-750, PC-9-400 y un transformador monofásico auto protegido de 25KVA-2CCF. ^[8]

Ampliación de energía eléctrica (3F-4H) ubicada en la localidad de: cabecera municipal (barrio Emiliano zapata) con un periodo de ejecución de 27 de julio al 23 de diciembre del 2016, realizado por el fondo de aportaciones para la infraestructura social municipal 2016. El cual tuvo como propósito de beneficiar a 30 casas habitaciones, para este proyecto se colocó una línea de media tensión (3F-4H), poste de concreto tipo PC-12-750, PC-9-400 y un transformador monofásico auto protegido de 37.5KVA-2CCF. ^[9]

Ampliación de energía eléctrica (3F-4H) en barrio Guadalupe ubicada en la localidad de: Jaltenango de la paz (Ángel Albino Corzo) con periodo de ejecución de 15 de agosto al 31 de diciembre del 2016, realizado por el fondo de aportaciones para la infraestructura social municipal 2016. El cual tuvo como propósito beneficiar a 25 casas habitaciones, para este

proyecto se colocó una línea de media tensión (3F-4H), poste de concreto tipo PC-12-750, PC-9-400 y un transformador monofásico auto protegido de 25KVA-2CCF. ^[10]

1.3 JUSTIFICACIÓN.

De acuerdo a una visita realizada a los terrenos conocí cuales son las necesidades y problemáticas que surge a partir de la falta del servicio de la energía eléctrica. El abastecimiento del servicio eléctrico es primordial para un mejor desarrollo social y el cual también beneficia a los diferentes sectores de servicio público.

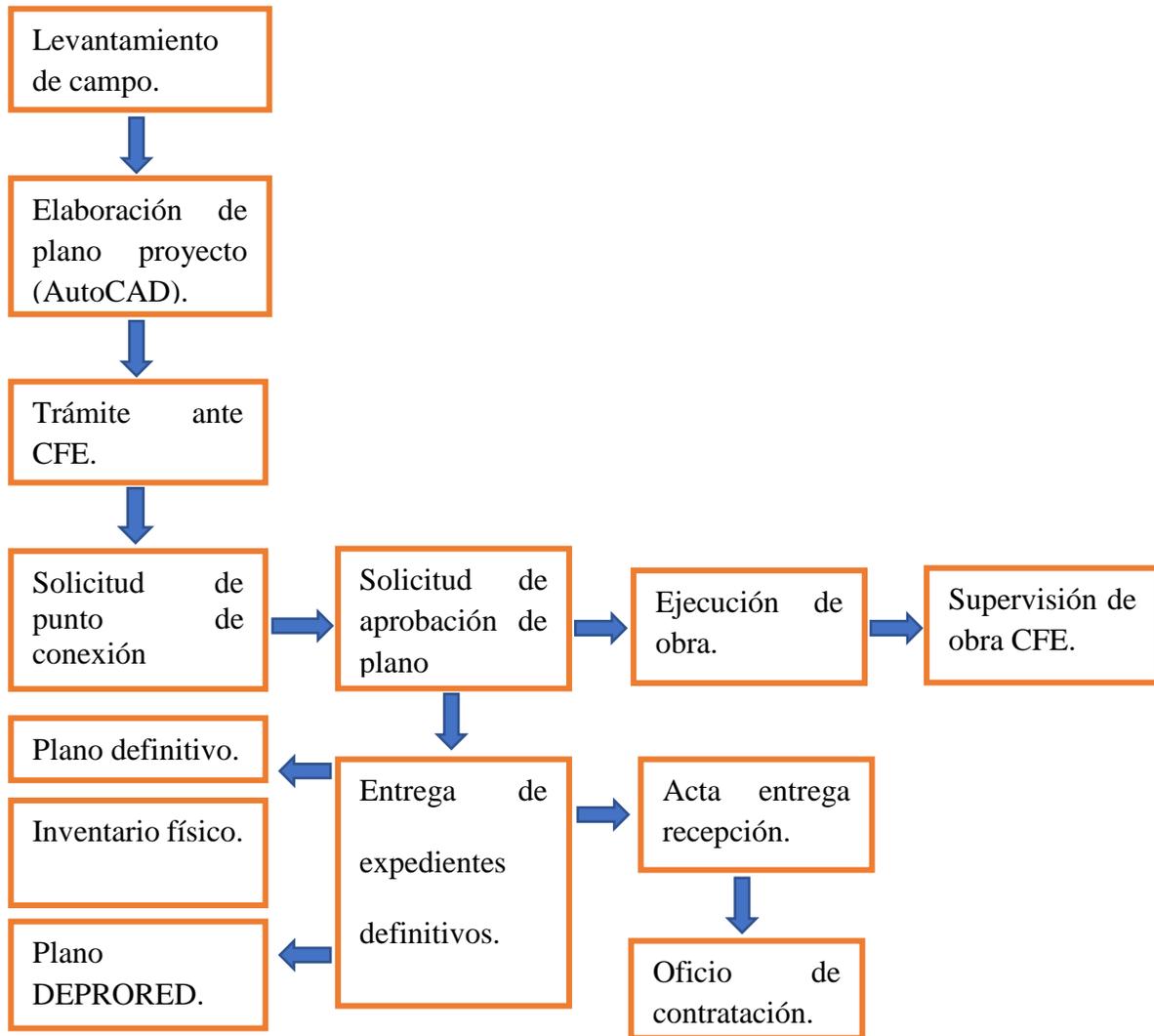
A consecuencia del incremento poblacional en el municipio de Ángel albino corzo nace la necesidad de una ampliación de la red de energía eléctrica en el barrio zapata el cual tiene el propósito de beneficiar a 128 casas habitaciones. Este proyecto es de primera necesidad para seguir mejorando las diferentes áreas y necesidades del barrio zapata que está en su creación.

Debido a la alta demanda del consumo del servicio de la energía eléctrica exige diseñar, planear y ejecutar los planos de la manera precisa y concreta de acuerdo con el terreno a trabajar. Así aseguramos que el servicio de energía eléctrica sea eficaz, eficiente y de calidad. Utilizando el programa, personal capacitado y los materiales necesarios para cuidar el desarrollo sustentable de la comunidad.

1.4 OBJETIVO.

Llevar el servicio de energía eléctrica de manera eficiente y de calidad a los habitantes, para su mejoramiento en el desarrollo de sus actividades diarias y brindar una mejor calidad de vida.

1.5 METODOLOGÍA.



2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1 COMO SE GENERA LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

La generación de energía eléctrica tiene lugar en las centrales eléctricas. La mayor parte de las centrales son hidráulicas y térmicas, tanto convencionales (de carbón, de fuelóleo, de gas, de ciclo combinado y de cogeneración) como nucleares. ^[11]

A finales del siglo XIX, la energía hidroeléctrica se convirtió en una fuente para generar electricidad. La primera central hidroeléctrica se construyó en Niagara Falls en 1879. En 1881, las farolas de la ciudad de Niagara Falls funcionaban mediante energía hidroeléctrica. En 1882, la primera central hidroeléctrica del mundo comenzó a funcionar en Estados Unidos en Appleton, Wisconsin.

La energía hidroeléctrica proporciona casi un quinto de la electricidad de todo el mundo. China, Canadá, Brasil, Estados Unidos y Rusia fueron los cinco mayores productores de este tipo de energía en 2004. ^[12]

Las centrales hidroeléctricas.

Se caracteriza porque no es contaminante y puede suministrar trabajo sin producir residuos (rendimiento 80%).

Toda central hidroeléctrica transforma la energía potencial del agua acumulada en el embalse en energía eléctrica a través del alternador. Las diferentes transformaciones de energía que se producen son:

Energía potencial, Energía cinética agua, Energía cinética de rotación, Energía eléctrica.

Según el valor de la potencia generada sea superior o inferior a 10 MW, hablamos de mini hidráulica o de hidráulica. ^[13]

Las partes principales de una central hidráulica son:

- Presa
- Toma de agua
- Canal de derivación
- Cámara de presión
- Tubería de presión
- Cámara de turbinas
- Canal de desagüe
- Parque de transformadores. ^[14]

2.2 QUE SON LOS SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Un sistema eléctrico se define como el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Desde finales del siglo XIX y durante todo el siglo XX, el crecimiento de los sistemas eléctricos ha ido a la par del avance tecnológico de la sociedad, hasta el punto de considerar el consumo de energía eléctrica como uno de los indicadores más claros del grado de desarrollo de un país.

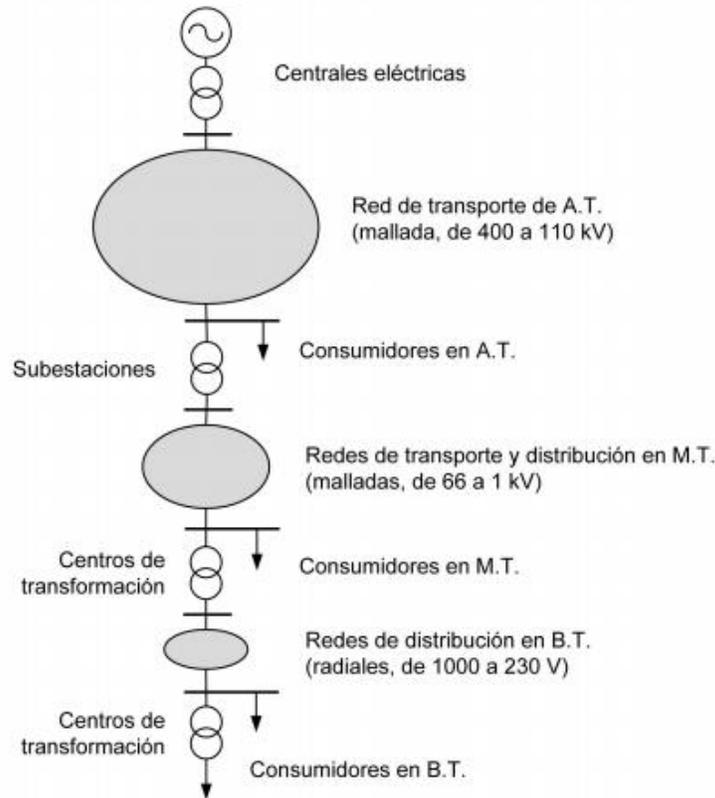


Ilustración 1 Estructura de circuito eléctrico.

Los primeros sistemas eléctricos estaban aislados unos de otros; el crecimiento de la demanda de electricidad, y de la consiguiente capacidad de generación y de transporte, supuso un rápido proceso de concentración empresarial y de interconexión de esos pequeños sistemas dando lugar a otros mucho más grandes, tanto en potencia como en extensión geográfica, que son los que existen actualmente.

La ilustración 1. Muestra un esquema de la estructura de un sistema eléctrico actual de generación, transporte y distribución de energía eléctrica. ^[15]

La interconexión de esos niveles se realiza en las subestaciones y centros de transformación, donde, además, se localizan los dispositivos de maniobra y protección del sistema. ^[16]

Redes de transporte:

Transportan la energía desde la central de generación hasta la subestación de transporte. En la subestación se reduce el voltaje para la posterior distribución.

Redes de distribución.

Distribuye la energía eléctrica a los usuarios finales. Pueden ser:

Red primaria.

Está compuesta por líneas aéreas o subterráneas de media tensión (MT) de 45 kV, 66kV, o 132 kV), y se utilizan para alimentar la red secundaria o para consumo industrial.

Red secundaria.

Compuesta por líneas aéreas o subestaciones de distribución de 15kV, 20 kV, centros de transformación de media tensión a baja tensión (MT/BT), y líneas aéreas o subterráneas de baja tensión (BT).

Las redes de distribución secundarias pueden ser privadas para un único usuario o públicas para más de un usuario. ^[17]

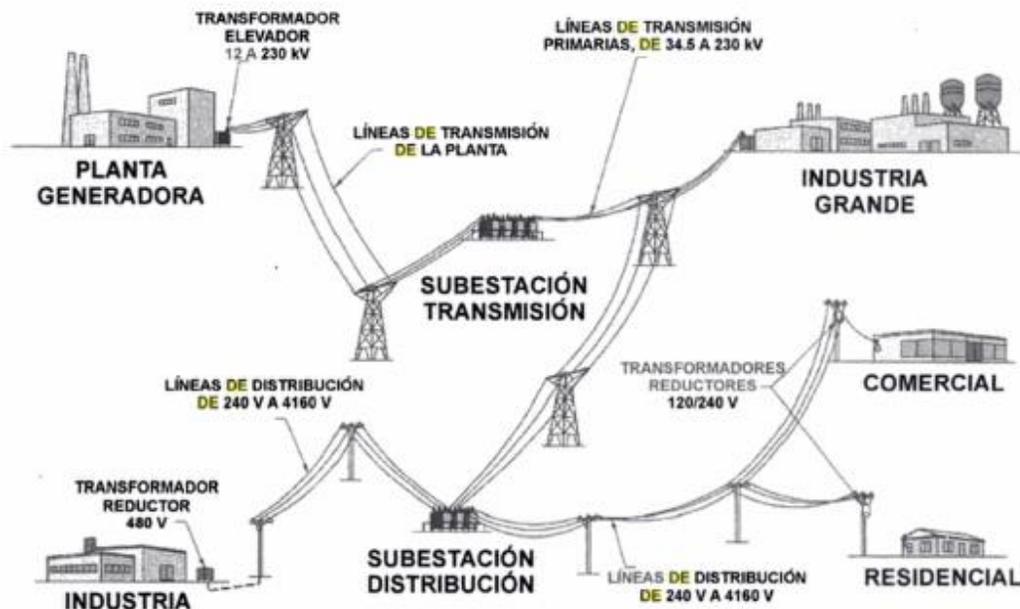


Ilustración 2 Sistemas de distribución.

2.3 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Las redes de distribución forman una parte muy importante de los sistemas de potencia porque toda la potencia que se genera se tiene que distribuir entre los usuarios y estos se encuentran dispersos en grandes territorios. Así pues, la generación se realiza en grandes bloques concentrados en plantas de gran capacidad y la distribución en grandes territorios con cargas diversas magnitudes. Por esta razón el sistema de distribución resulta todavía más complejo que el sistema de potencia.

El sistema eléctrico de potencia (SEP). es el conjunto de centrales generadoras, líneas de transmisión y sistemas de distribución que operan como un todo. En operación normal todas las, maquinas del sistema operan en paralelo y la frecuencia en todo el SEP es constante.

La suma de inversiones en la generación y la distribución supera el 80% de las inversiones totales en el SEP. Es fácil suponer que la mayor repercusión económica se encuentra en el sistema de distribución, ya que la potencia generada en las plantas del sistema se pulveriza entre un gran número de usuarios a costos más elevados. Esto obliga a realizar las inversiones mediante la aplicación de una cuidadosa ingeniería en planificación, diseño, construcción y operación de alta calidad.

La definición clásica de un sistema de distribución, desde el punto de vista de la ingeniería, incluye lo siguiente:

- subestación principal de potencia.
- Sistema de subtransmisión.
- Subestación de distribución.
- Alineamientos primarios,
- Transformadores de distribución.
- Secundarios y servicios.

Estos elementos son válidos para cualquier tipo de cargas, tantos en redes aéreas como en las subterráneas.

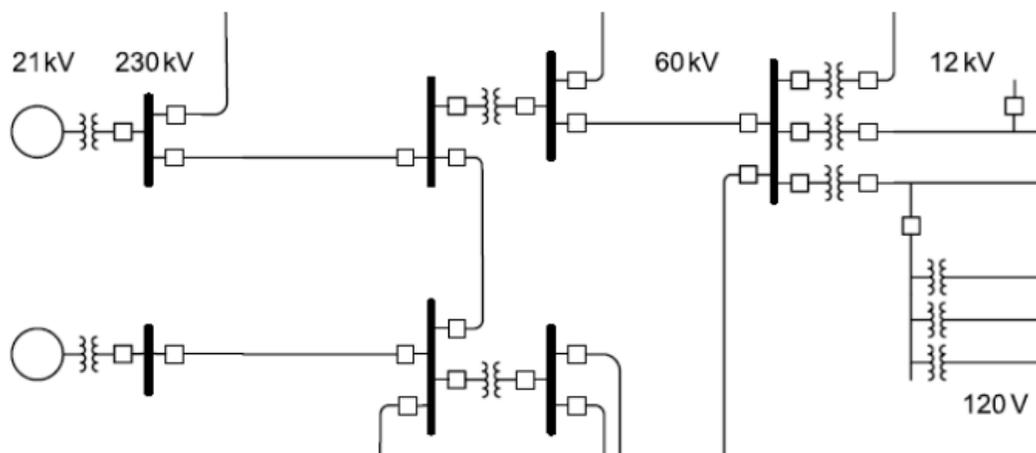


Ilustración 3 Estructura básica de un sistema eléctrico.

Las funciones de los elementos de un sistema de distribución son:

Subestación principal de potencia: esta recibe la potencia del sistema de transmisión y la transforma al voltaje de subtransmisión. Los voltajes de transmisión pueden ser de 230 kv, 400kv y mayores, pero actualmente existen subestaciones de distribución de 230 kv. La potencia de la subestación principal es normalmente de cientos de MW.

Sistema de subtransmisión: son las líneas que salen de la subestación (SE) principal para alimentar a las SE de distribución. Las tensiones de subtransmisión son de 115 KV y menos, aunque ya 230 KV puede considerarse también como subtransmisión. El sistema de subtransmisión tiene normalmente potencias de cientos de mega watts.

Subestación de distribución: se encarga de recibir la potencia de los circuitos de subtransmisión y de transformarla al voltaje de los alimentadores primarios. Su voltaje va desde 66 KV hasta 230 KV. Maneja potencias de decenas de MW, por ejemplo, bancos de transformadores de 60 o 75 MVA.

Alimentador primario: son los circuitos que salen de las SE de distribución y llevan el flujo de potencia hasta los transformadores de distribución. La potencia de los alimentadores depende del voltaje de distribución (2.44 a 34.5 KV), pero puede ser entre 2 y 8 MW.

Transformador de distribución: reducen el voltaje del alimentador primario al voltaje de utilización del usuario al voltaje de utilización comunes son de 440 V y de 220 V entre fases. Los transformadores de distribución para poste tienen potencias normalizadas de hasta 300KVA y los de redes de subterráneas de hasta 750KVA; en edificios grandes existen transformadores del orden de 2000 KVA.

Secundarios y servicios: distribuyen la energía del secundario del transformador de distribución a los usuarios o servicios. Las potencias van desde 5 hasta 300 KVA en redes aéreas y hasta 750 KVA y más en redes subterráneas. En las redes subterráneas se utilizan redes automáticas de baja tensión que se abastecen de energía a través de unos 4 o más alimentadores y múltiples transformadores de distribución, por lo que su potencia es muy grande.

En México aún se tiene voltajes de distribución de 6,13.2 y 23 KV en los sistemas de distribución de la compañía de luz de la CFE. [18]

Tipos de distribución de energía eléctrica. (tipos de sistemas de distribución).

Existen tres tipos de sistemas básicos de distribución, los cuales son:

- Sistema radial.
- Sistema anillo.
- Sistema en malla o mallado

2.3.1-Sistema radial

Es aquel que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga, proporcionando el servicio de energía eléctrica. Un sistema radial es aquel que tiene un simple camino sin regreso sobre el cual pasa la corriente, parte desde una subestación y se distribuye por forma de “rama”,

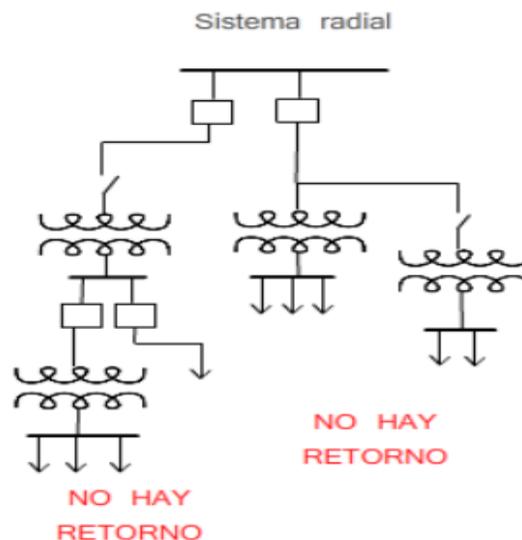


Ilustración 4 Forma más simple del sistema de distribución radial.

Este tipo de sistema de distribución tiene como característica básica, el que está conectado a un sólo juego de barras. Existen diferentes tipos de arreglo sobre este sistema, la elección del arreglo está sujeta a las condiciones de la zona, demanda, confiabilidad de continuidad en el suministro de energía, costo económico y perspectiva a largo plazo.

Este tipo de sistema es el más simple y el más económico debido a que es el arreglo que utiliza menor cantidad de equipo, sin embargo, tiene varias desventajas por su forma de operar: - El mantenimiento de los interruptores se complica debido a que hay que dejar fuera parte de la red. - Son los menos confiables ya que una falla sobre el alimentador primario principal afecta a la carga. Este tipo de sistemas es instalado de manera aérea y/o subterránea. A continuación, se explicará cada una de estas formas ya que tienen características particulares.

2.3.2-Sistemas radiales aéreos

Los sistemas de distribución radiales aéreos se usan generalmente en las zonas urbanas, suburbanas y en las zonas rurales. Los alimentadores primarios que parten de la subestación de distribución están constituidos por líneas aéreas sobre postes y alimentan los transformadores de distribución, que están también montados sobre postes. En regiones rurales, donde la densidad de carga es baja, se utiliza el sistema radial puro. En regiones urbanas, con mayor densidad de carga se utiliza también el sistema radial, sin embargo, presenta puntos de interconexión los cuales están abiertos, en caso de emergencia, se cierra para permitir pasar parte de la carga de un alimentador a otro, para que en caso de falla se pueda seccionar esta y mantener su operación al resto mientras se efectúa la reparación. La principal razón de ser de los sistemas radiales aéreos radica en su diseño de pocos componentes, y por ende su bajo costo de instalación, aunque puede llegar a tener problemas de continuidad de servicio.

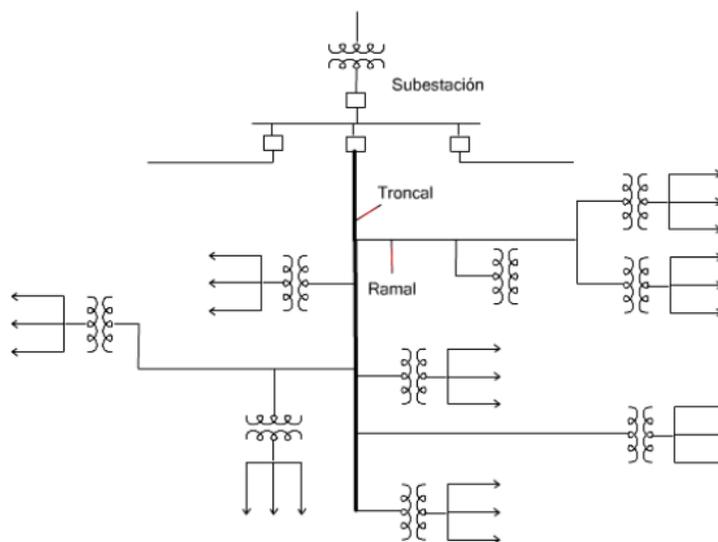


Ilustración 5 Diagrama unifilar de un sistema de distribución radial aéreo

2.3.3-Sistemas radiales subterráneos

La necesidad de líneas subterráneas en un área en particular es dictaminada por las condiciones locales. La elección del tipo de sistema depende sobre todo de la clase de servicio que se ofrecerá a los consumidores en relación con el costo. Los sistemas de distribución radiales subterráneos se usan en zonas urbanas de densidad de carga media y alta donde

circulen líneas eléctricas con un importante número de circuitos dando así una mayor confiabilidad que si se cablearan de manera abierta. Los sistemas de distribución subterráneos están menos expuestos a fallas que los aéreos, pero cuando se produce una falla es más difícil localizarla y su reparación lleva más tiempo. Por esta razón, para evitar interrupciones prolongadas y proporcionar flexibilidad a la operación, en el caso de los sistemas radiales subterráneos se colocan seccionadores para permitir pasar la carga de un alimentador primario a otro. También se instalan seccionadores para poder conectar los circuitos secundarios, para que en caso de falla o de desconexión de un transformador, se puedan conectar sus circuitos secundarios a un transformador contiguo.

Existe la tendencia a realizar la distribución eléctrica de zonas residenciales suburbanas mediante instalaciones subterráneas. Generalmente los alimentadores primarios consisten en cables subterráneos dispuestos formando un anillo, que funciona normalmente abierto, conectados a un alimentador aéreo próximo.

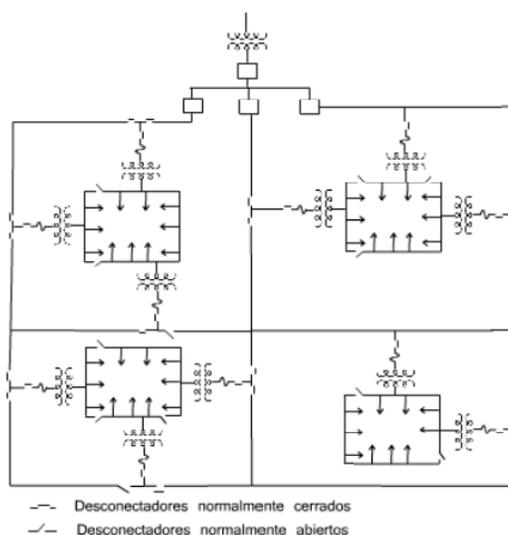


Ilustración 6 Diagrama unifilar del sistema de distribución radial subterráneo.

2.3.4-Sistema Anillo

Es aquel que cuenta con más de una trayectoria entre la fuente o fuentes y la carga para proporcionar el servicio de energía eléctrica. Este sistema comienza en la estación central o subestación y hace un “ciclo” completo por el área a abastecer y regresa al punto de donde partió. Lo cual provoca que el área sea abastecida de ambos extremos, permitiendo aislar ciertas secciones en caso de alguna falla. Este sistema es más utilizado para abastecer grandes masas de carga, desde pequeñas plantas industriales, medianas o grandes construcciones comerciales donde es de gran importancia la continuidad en el servicio.

Cualquier variante del sistema en anillo, normalmente provee de dos caminos de alimentación a los transformadores de distribución o subestaciones secundarias. En general, la continuidad del servicio y la regulación de tensión que ofrece este sistema son mejor que la que nos da el sistema radial. La variación en la calidad del servicio que ofrecen ambos sistemas depende de las formas particulares en que se comparen. Regularmente, el sistema anillo tiene un costo inicial mayor y puede tener más problemas de crecimiento que el sistema radial, particularmente en las formas utilizadas para abastecer grandes cargas. Esto es principalmente porque dos circuitos deben ponerse en marcha por cada nueva subestación secundaria, para conectarla dentro del anillo. El añadir nuevas subestaciones en el alimentador del anillo obliga a instalar equipos que se puedan anidar en el mismo.

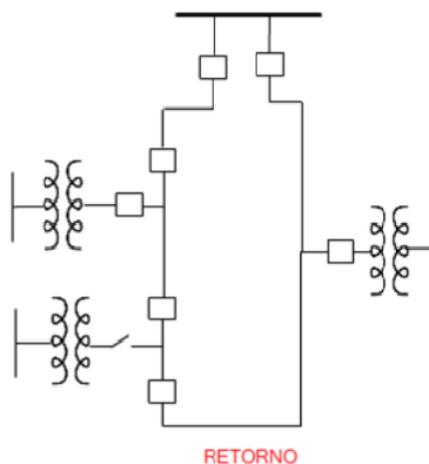


Ilustración 7 Sistema anillo.

2.3.5-Sistema red o malla

Una forma de subtransmisión en red o en malla provee una mayor confiabilidad en el servicio que las formas de distribución radial o en anillo ya que se le da alimentación al sistema desde dos plantas y le permite a la potencia alimentar de cualquier planta de poder a cualquier subestación de distribución. Este sistema es utilizado donde la energía eléctrica tiene que estar presente sin interrupciones, debido a que una falta de continuidad en un periodo de tiempo prolongado tendría grandes consecuencias, por ejemplo: en una fundidora. ^[19]

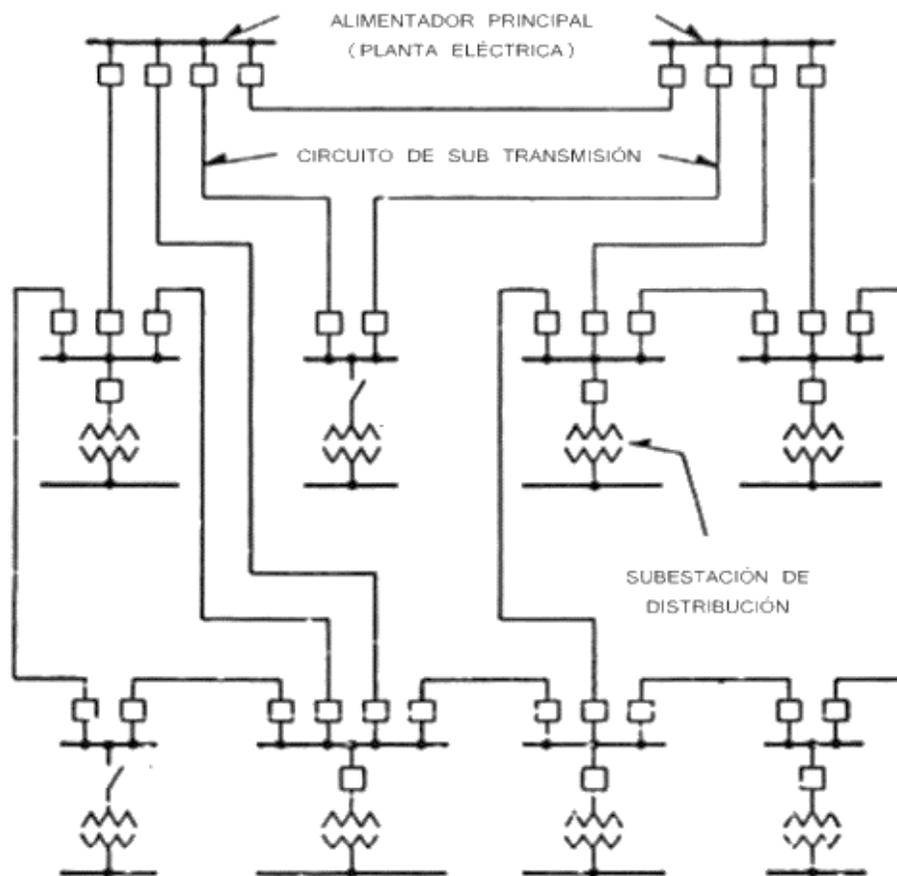


Ilustración 8 Sistema red malla.

Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y fiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión, ubicados generalmente en diferentes lugares.

Dependiendo de las características de las cargas, los volúmenes de energía involucrados, y las condiciones de fiabilidad y seguridad con que deban operar, los sistemas de distribución se clasifican en: Industriales, Comerciales, Urbanos, y Rurales.

Los sistemas de distribución industrial comprenden a los grandes Consumidores de energía eléctrica, que generalmente reciben el suministro eléctrico en alta tensión. Es frecuente que la industria genere parte de su demanda de energía eléctrica mediante procesos a vapor, gas o Diesel.

Los sistemas de distribución comerciales son un término colectivo para sistemas de energía existentes dentro de grandes complejos comerciales y municipales. Este tipo de sistemas tiene sus propias características como consecuencia de las exigencias especiales en cuanto a seguridad de las personas y de los bienes, por lo que generalmente requieren de importantes fuentes de respaldo en casos de emergencia.

Los sistemas de distribución urbanos alimentan la distribución de energía eléctrica a poblaciones y centros urbanos de gran consumo, pero con una densidad de cargas pequeña. Son sistemas en los cuales es muy importante la adecuada selección de los equipos y su correcto dimensionamiento.

Los sistemas de distribución rural se encargan del suministro eléctrico a zonas de menor densidad de cargas, por lo cual requiere de soluciones especiales en cuanto a equipos y a tipos de red. Debido a las distancias largas y las cargas pequeñas, es elevado el coste del KWh consumido. En algunos casos es incluso justificado, desde el punto de vista económico, la generación local en una fase inicial, y sólo en una fase posterior, puede resultar económica y práctica la interconexión para formar una red grande. ^[20]

2.4 TIPOS DE TENSIONES MEDIA TENSIÓN.

En la práctica, se suele hacer una subdivisión dentro del grupo de instalaciones de alta tensión eléctricas, media tensión eléctrica, entre 3kV y 20kV, alta tensión eléctrica, entre 30 kV y 66kV, y muy alta tensión eléctrica, entre 132 kV y 400 kV. ^[21]

Tipo	Valor	Uso
Media tensión (MT)	3 kV	Producción y distribución de energía
	6 kV	
	10 kV	
	15 kV	
	20 kV	
Alta tensión (AT)	30 kV	Transporte y distribución de energía
	45 kV	
	66 kV	
Muy alta tensión (MAT)	132 kV	Transporte de energía
	230 kV	
	400 kV	

Tabla 1 Tipo de tensiones.

2.5 TIPOS DE TRANSFORMADORES.

Los transformadores son equipos de corriente alterna que permiten transformar la intensidad de corriente, manteniendo la frecuencia y la potencia. Para la industria y los sistemas de distribución de energía eléctrica, son elementos fundamentales y existen distintos tipos dependiendo las características que se requieran de energía en la maquinaria, equipos y medios de distribución.

En la entrada de hoy hablaremos sobre el transformador, los tipos que existen y sus aplicaciones en la industria y para la distribución eléctrica. ^[22]

2.5.1-Por su fabricación.

1. húmedos (enfriado por aceite).
2. Secos (auto enfriados por aceite).

2.5.2-Por sus devanados

- 1) Subida de voltaje (ELEVADOR): para los casos en que se requiera de elevar la tensión o corriente.
- 2) Bajada de voltaje (REDUCTOR): para los casos en que se requiera de una tensión o voltaje menor al recibido.

Los devanados o bobinas se pueden fabricar de cobre/cobre o aluminio/aluminio.

Los valores de transformación dependerán de la diferencia entre el bobinado de los devanados, es decir. Si el primer devanado tiene el doble de vueltas que el secundario la tensión de salida será menor a la de entrada y así, a su vez, en el caso contrario.

2.5.3-Por su clase.

- 1) baja tensión.
- 2) Media tensión.
- 3) Alta tensión.

2.5.4-Por su diseño y funcionalidad.

- 1) tipo poste.
- 2) Tipo pedestal.
- 3) Tipo sumergible.
- 4) De potencia.
- 5) Autoprotegido- protección contra cortocircuitos, fallas internas y sobrecargas
- 6) Herméticos y encapsulados con resina epoxica.
- 7) De distribución.
- 8) Tipo subestación, con y sin gargantas.
- 9) Tipo estación.

2.5.5-Por su factor de aislamiento por su temperatura.

- 1) Aislamiento:
 - a. K_1, K_4, K_n ...donde "n" es el número de armónico que se está aislando.
- 2) Temperatura:
 - a. Tipo "B".
 - b. TIPO "F".
 - c. Tipo "H".^[23]

Las necesidades de energía en las industrias y en las redes de distribución eléctrica son muy diferentes a las utilizadas en el hogar. Los electrodomésticos como las televisiones, refrigeradores, horno de microondas, entre otros, requieren de un suministro de energía de baja tensión en voltajes no mayores a 120 volts (V) en corriente continua.

Pero en las industrias, las grandes maquinarias y equipos especiales usados para la fabricación de una amplia gama de artículos requieren de un suministro de media y alta tensión; y para la distribución, entre mayor sea la tensión, mejor podrá ser el transporte de la energía por las líneas.

De igual manera, para la distribución eléctrica se requiere de un transformador para modificar el voltaje de la corriente, y que pueda ser llevada a cualquier lugar sin que exista una pérdida. Para estos casos se utilizan transformadores que, como su nombre lo indica, transforman potencias iguales o inferiores a los 500 kilo-volts-amperios (KVA) y tensiones iguales o inferiores a los 67,000 V, tanto en un sistema monofásico como en uno trifásico.

Aunque el transformador está proyectado para su montaje sobre postes, en las últimas décadas, debido a las necesidades de las industrias, se han diseñado modelos para el montaje en estaciones o plataformas. La aplicación típica de estos últimos no sólo se limita a las industrias, también son usados en granjas, residencias de gran tamaño, edificios o almacenes, talleres e incluso hasta centros comerciales.

- 1) Transformador de distribución. Son usados en el exterior e interior, para la distribución de la energía eléctrica de media tensión. Son producidos para potencias que van desde los 25 a los 1,000 kVA y una tensión primaria de 13.2 a 35 kV. Aunque pueden construirse en tensiones primarias específicas que se adaptan a las necesidades del usuario final. La variación de tensión en este transformador se realiza mediante un conmutador exterior de accionamiento sin carga. Se utilizan regularmente en zonas urbanas para el suministro eléctrico, asimismo en las principales industrias, en la minería, para la explotación petrolera, en grandes centros comerciales donde requiere un alto suministro eléctrico y en todo tipo de actividad que requiera de un uso intensivo de energía.
- 2) Transformador seco encapsulado. Son refrigerados con aire y utilizan resina epoxi como medio de protección, lo que hace innecesario el mantenimiento posterior a su instalación. Se usan en el interior para la distribución de electricidad de media tensión. Debido a su tamaño son perfectos para ser usados en espacios reducidos. Son los sustitutos ideales para los transformadores que usan aceite como refrigerador en los lugares que requieran de una mayor seguridad para evitar incendios. Son fabricados en potencias que van desde los 100 hasta los 2,500 kVA y las mismas tensiones que el transformador de distribución. Al igual que los anteriores, su aplicación es en edificios, industrias y toda actividad que requiera de un suministro intensivo de energía eléctrica; aunque ya no utiliza materiales inflamables, su uso se extiende a industrias especializadas, laboratorios y hospitales en donde existe una reglamentación que prohíba usar objetos o elementos que puedan provocar un incendio.
- 3) Transformador hermético de llenado integral. Son muy útiles en espacios reducidos y pueden ser usados tanto en interior como en exteriores. Estos transformadores no llevan tanque de expansión de aceite por lo que no requieren de mantenimiento. Tienen una potencia que va desde 100 hasta 1,000 kVA y una tensión primaria de 13.2 a 35 kV, dependiendo el modelo. Sus aplicaciones abarcan las del transformador de distribución y el transformador seco.
- 4) Transformador rural. Son diseñados para su instalación mono poste para las redes de electrificación suburbana mono filares, bifilares y trifilares que van desde los 7.6, 13.2 y 15 kV. También, en los casos de las redes trifilares se pueden utilizar un transformador trifásico o como alternativa tres monofásicos.

- 5) Transformador subterráneo. Son fabricados para resistir las condiciones de las cámaras subterráneas en cualquier nivel. Incluso pueden ser utilizados en inmersiones de cualquier naturaleza. Su potencia va de 150 a 2,00 kVA. Existen modelos de alta tensión de 15 o 24.2 kV y de baja tensión de 216.5, 125:220, 127:380 220:400 o 231 V.
- 6) Transformador autoprotegido. En su fabricación se incorporan componente para la protección del sistema de distribución contra las sobrecargas, cortocircuitos en la red secundaria y fallas internas del transformador; como fusibles de alta tensión y un disyuntor de baja tensión que son montados de manera interna en el tanque del transformador. También puede estar provisto de uno o varios pararrayos externos como mediad contra las sobretensiones. Son fabricados para potencias que van de los 45 a los 150 kVA y existen modelos de alta tensión para 15 o 24.2 kV y de baja tensión de 380/220 o 220/127 V

Los diferentes tipos de transformadores son esenciales en todas las actividades humanas, muchas veces ni siquiera los notamos, pero sin ellos las distintas industrias no podrían funcionar de manera efectiva y producir a la capacidad necesaria para suministrar los productos que requerimos para la vida cotidiana. De igual manera, sin ellos no podríamos contar con un suministro efectivo de energía eléctrica, sin la cual no podríamos imaginar la vida moderna. ^[22]

2.6 TIPOS DE POSTES.

2.6.1-Concreto.

Los postes de concreto se utilizan en la red aerea para ladistribucion de energia electrica de la comision federal de electricidad (CFE).^[24]

- Laboratorios acreditados.

Laboratorio de pruebas en el cual se ha evaluado su competencia, por organismos oficiales en el pais de origen, mediante el reconocimiento de su aptitud, para realizar una prueba o un conjunto de pruebas o un conjunto de pruebas determinadasn en uno o varios campos de pruebas.^[25]

- Caracteristicas y condiciones generales.

Las unidades de medida utilizadas en esta especificacion son las tenidasen la norma NOM-008-SCFI.

- tolerancia.

Las dimensiones de los postes de concreto deben cumplir con las indicaciones de la tabla 2, 3, 4 y las figuras 1 a 3, con telorancias maximas permitidas de:

- a) longitud ± 0.5 %.
- b) Dimensiones transversales.
 - 1) exteriores + 5%.
 - 2) Interiores – 5%.
- c) Canalizacion ± 5 %.

- d) Distancia entre anillos $\pm 5\%$.
- e) Recubrimiento de concreto al acero mas proximo + 5mm.
- f) Paso entre espirales ± 5 mm.
- g) Espesor de pared ± 5 mm.

- Características nominales, mecánicas y de durabilidad.

En esta edición de la especificación se consideran cuatro tipos de postes de concreto siguientes:

- Postes de concreto reforzado tipo costa y no costa (PCR) con características nominales y mecánicas de acuerdo con la tabla 2 y figura 1 a la 3.
- Poste de concreto pretensado centrifugo (PCP) con características nominales y mecánicas de acuerdo con la tabla 3 y figura 1 a la 3.. Estos postes se ofrecen mayor durabilidad a las condiciones de contaminación ambiental debido a que las especificaciones de fabricación y calidad del concreto son superiores a los que se consideran en los postes de concreto reforzado convencional.
- Postes de concreto pretensado centrifugo (PCPC) con características nominales y mecánicas iguales a las del poste de concreto presentando pero con sección transversal circular, por lo que se fabrican de acuerdo con la tabla 3 y figura 1 a la 3. La compactación del concreto se realiza por el método de centrifugado, las elevadas fuerzas de consolidación y bajas relaciones agua-cemento producen concreto excepcionalmente denso con mayor durabilidad que los postes pretensados, por lo que estos postes se recomiendan en áreas de alta contaminación.
- Poste de concreto con acero de refuerzo grado 60 (PCRGR60) CON CARACTERÍSTICAS NOMINALES Y MECÁNICAS de acuerdo con la tabla 4 y figura 1 a la 3. Estos postes son equivalentes a los postes de concreto reforzado tipo costa, debido a que el acero de refuerzo tiene mayor resistencia a la fluencia permite reducir el diámetro del acero logrando mayor espesor de recubrimiento y menor peso de acero por lo que reduce costos.^[25].

Figura No.	Descripción corta	Dimensiones (véase figura 1)						Carga de prueba (N)	Masa aprox. (kg)
		A	B	C	D	E	F		
		(m)		(mm)					
2	PCR-6-900	6	0.3	174	264	160	74.5	8891	421
3	PCR-7-500	7	0.3	174	279	175	74.5	4 905	533
	PCR-7C-500	7	0.3	174	279	155	54.5	4 905	569
4	PCR-9-400	9	1,8	150	285	181	73	3 924	629
	PCR-9C-400	9	1,8	150	285	161	53	3 924	690
5	PCR-9-600	9	1,8	150	285	181	73	5 886	629
	PCR-9C-600	9	1,8	150	285	161	53	5 886	690
6	PCR-11-500	11	1,8	150	315	211	73	4 905	835
	PCR-11C-500	11	1,8	150	315	191	53	4 905	922
7	PCR-11-700	11	1,8	150	315	211	73	6 867	835
	PCR-11C-700	11	1,8	150	315	191	53	6 867	922
8	PCR-12-750	12	1,8	150	330	226	73	7 357	947
	PCR-12C-750	12	1,8	150	330	206	53	7 357	1 049
9	PCR-12-1250	12	1,8	175	355	204	51	12 262.5	1 355
10	PCR-13-600	13	1,8	150	345	241	73	5 886	1 065
	PCR-13C-600	13	1,8	150	345	221	53	5 886	1 150
11	PCR-14-700	14	1,8	150	360	256	73	6 867	1 120
12	PCR-15-800	15	1,8	150	375	271	73	7 848	1 320

Tabla 2 Características nominales y mecánicas de los postes de concreto reforzado (PCR).

nota: abreviatura de la descripción corta.

PCR=poste de concreto reforzado.

7...15= longitud en m.

C= contaminación (costa y zona industrial).

900...750= carga de prueba en kg.

FIGURA No.	Descripción corta	Dimensiones						Carga de prueba	Masa aproximada
		A	B	C	D	E	F		
		m	m	mm	mm	mm	mm	N	
13	PCP-7-500	7	0.3	174	279	155	54.5	4905	569
14	PCP-9-600	9	1.8	150	285	161	53	5886	690
15	PCP-11-700	11	1.8	150	315	191	53	6867	922
16	PCP-12-750	12	1.8	150	330	206	53	7357	1049
17	PCP-13-600	13	1.8	150	345	221	53	5 886	1150

Tabla 3 Características físicas y mecánicas de los postes de concreto pretensados (PCP).

nota:1.- para los postes centrífugos se utilizarán los datos de la tabla 3 y figura 1 a la 3. Con la única diferencia que deben ser circulares y su nomenclatura debe ser PCPC en lugar de PCP.2.- abreviaturas en la descripción corta para postes de concreto pretensado PCP-7-500. PC= poste de concreto.

P= pretensado.

7..13= longitud en m.

50...1250= resistencia de la carga nominal en kg.

FIGURA No.	Descripción corta	Dimensiones						Carga de prueba	Masa aproximada
		A	B	C	D	E	F		
		m	m	mm	mm	mm	mm		
18	PCRGR60-7-500	7	0.3	174	279	155	54.5	4905	569
19	PCRGR60-9-600	9	1.8	150	285	161	53	5886	690
20	PCRGR60-11-700	11	1.8	150	315	191	53	6867	922
21	PCRGR60-12-750	12	1.8	150	330	206	53	7357	1049
22	PCRGR60-13-600	13	1.8	150	345	221	53	5 886	1150

Tabla 4 Características físicas y mecánicas de los postes de concreto reforzado con varilla grado 60 (PCRGR60).

Nota:

1.- abreviaturas de la descripción corta PCRGR60.

PCR= poste de concreto Reforzado.

GR60= grado 60.

7...13= longitud en m.

500...750= resistencia de la carga nominal en kg.

- Marcado.

Los postes deben marcarse en su pared exterior a partir de 3m, con caracteres perfectamente claros en bajo relieve, de una altura mayor a 30 mm, con sus datos que se indican a continuación (véase figura 1), para los postes centrífugos el número de serie debe ser marcado con pintura de poliuretano alifático o equivalente en color amarillo, con durabilidad de al menos 20 años.

- Línea de referencia de empotramiento a 3m más menos 5 cm de la base.
- Siglas CFE.
- Descripción corta.
- Año de fabricación.
- Razón social o logotipo del fabricante.
- Número de serie de fabricación, para pretensados centrífugos puede ser en ambos extremos o con pintura longitudinalmente en el cuerpo.
- Marcado del centro de gravedad (circulo o cruz en la cara del marcado) ^[26].

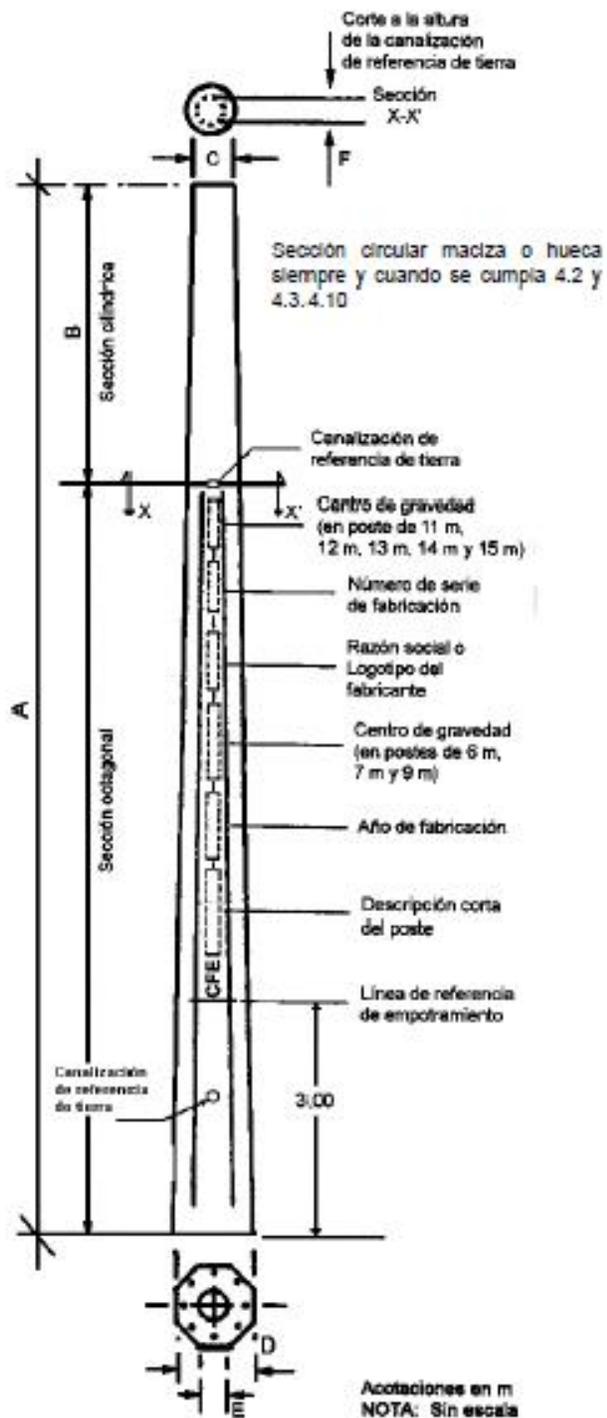


figura 1 Dimensiones y marcado del poste (PCR, PCP, PCPC, PCRGR60).

2.6.2-Madera.

La presente especificación establece las características técnicas, así como los métodos de prueba que se deben seguir para la evaluación confiable a los postes de madera de pino para soportar conductores eléctricos, equipo y los accesorios necesarios para la distribución de energía eléctrica de comisión. ^[27]

- Alcance de suministro.

El proveedor debe suministrar los postes de manera tratados según las necesidades de comisión y cumplir con la calidad que se requiere como se indica en la presente especificación. ^[28]

- Clasificación.
 - Por su tratamiento.

Los postes de madera se clasifican según el tratamiento de preservación que se les aplique, pudiendo ser cualquiera de los siguientes.

- con creosota (C).
- con pentaclorofenol (P).
- Por su carga de ruptura.

De acuerdo con su carga de ruptura a la flexión de acuerdo a la referencia 3 del capítulo 13 (ASTM D 1036-1990 Standard Test Methods of Static of Wood Poles) de esta especificación, que como mínimo deben soportar los postes de madera, como se muestra en la tabla 5. ^[29]

Clase	Carga de ruptura (N)
1	20 022
2	16 461
3	13 351
4	10 673
5	8 446

Tabla 5 Clasificación de postes de madera, según carga de ruptura.

- Generalidades.

En la tabla 6 se indica las características técnicas del poste.

Descripción corta	Longitud (m)	Carga de Ruptura (N)	Clase	Clave/masa (kg)			
				Creosota (C)		Pentaclorofenol (P)	
PM*8-3	7.60	13 351	3	J62DGC2240	294	J62DGC3240	308
PM*9-5	9.15	8 446	5	J62GCC2240	280	J62GCC3240	294
PM*11-5	10.65	8 446	5	J62JCC2240	348	J62JCC3240	417
PM*11-4	10.65	10 673	4	J62JEC2240	408	J62JEC3240	428
PM*12-4	12.20	10 673	4	J62MEC2240	487	J62MEC3240	511
PM*14-4	13.70	10 673	4	J62PEC2240	591	J62PEC3240	620
PM*15-3	15.20	13 351	3	J62RGC2240	812	J62RGC3240	852
PM*17-4	16.75	10 673	4	J62TFC2240	805	J62TFC3240	845
PM*17-3	16.75	13 351	3	J62TGC2240	920	J62TGC3240	966
PM*18-3	18.25	13 351	3	J62UGC2240	1046	J62UGC3240	1098
PM*18-2	18.25	16 461	2	J62UHC2240	1209	J62UHC3240	1269
PM*20-2	19.80	16 461	2	J62VHC2240	1359	J62VHC3240	1426
PM*20-1	19.80	20 022	1	J62VJC2240	1539	J62VJC3240	1615
PM*21-1	21.30	20 022	1	J62WJC2240	1700	J62WJC3240	1785

abreviaturas en la descripción corta.

“para la adquisición de estos postes de madera se deben tomar en cuenta las posibles variantes existentes”.

1	2	3	4
---	---	---	---

- 1: postes de madera (PM)
- 2: indica el tratamiento (C) Creosota y (P) Pentaclorofenol.
- 3: longitud nominal del poste de madera 8, 9, 11, 12, 14, 15, y 21.
- 4: Clase de poste 1, 2, 3, 4 y 5.

Tabla 6 Características generales del poste de madera.

Dimensiones

Las dimensiones, clases, carga de ruptura y perímetro mínimo de circunferencia en la base y punta de los postes de madera de pino se muestran en la tabla 7. ^[30]

Clase		1	2	3	4	5
Carga de ruptura	(N)	20 022	16 461	13 351	10 673	8 446
Perímetro mínimo de la circunferencia en la punta, en cm		69	63	58	53	48
Longitud del poste (m)	Línea de tierra (distancia de la base en cm)	Perímetro mínimo a 1.80 m de la base, en cm				
		7.60	152	--	--	83
9.15	167	--	--	--	--	76
10.65	183	--	--	--	88	81
12.20	183	--	--	--	93	--
13.70	198	--	--	--	98	--
15.20	213	--	--	110	--	--
16.75	228	--	--	114	107	--
18.25	243	--	127	118	--	--
19.80	259	140	131	--	--	--
21.30	274	144	135	--	--	--

Tabla 7 Dimensiones de postes de pino.

- Marcado.
 - En la parte longitudinal

A una distancia de 3 m de la base del poste, el proveedor debe marcar a fuego en forma clara e indeleble con letras y números de 2.5 cm de altura como mínimo, las siguientes marcas de identificación. Véase la figura 4.

- a) las siglas CFE y los dos últimos dígitos del año de fabricación.
- b) Longitud (en m) y su clase del poste.
- c) Tipo de madera como ejemplo: PN (pino nacional) PS (pino del sur); y su tratamiento, creosota (C) o pentaclorofenol (P).
- d) Identificación del proveedor, nombre, razón social o logotipo.
- e) Localización de la planta de fabricación Dgo., Chih., Oax., Mich.

En la base el proveedor debe marcar a fuego, a golpe, o con ficha metálica, la longitud en (m) y la clase de poste. ^[31]

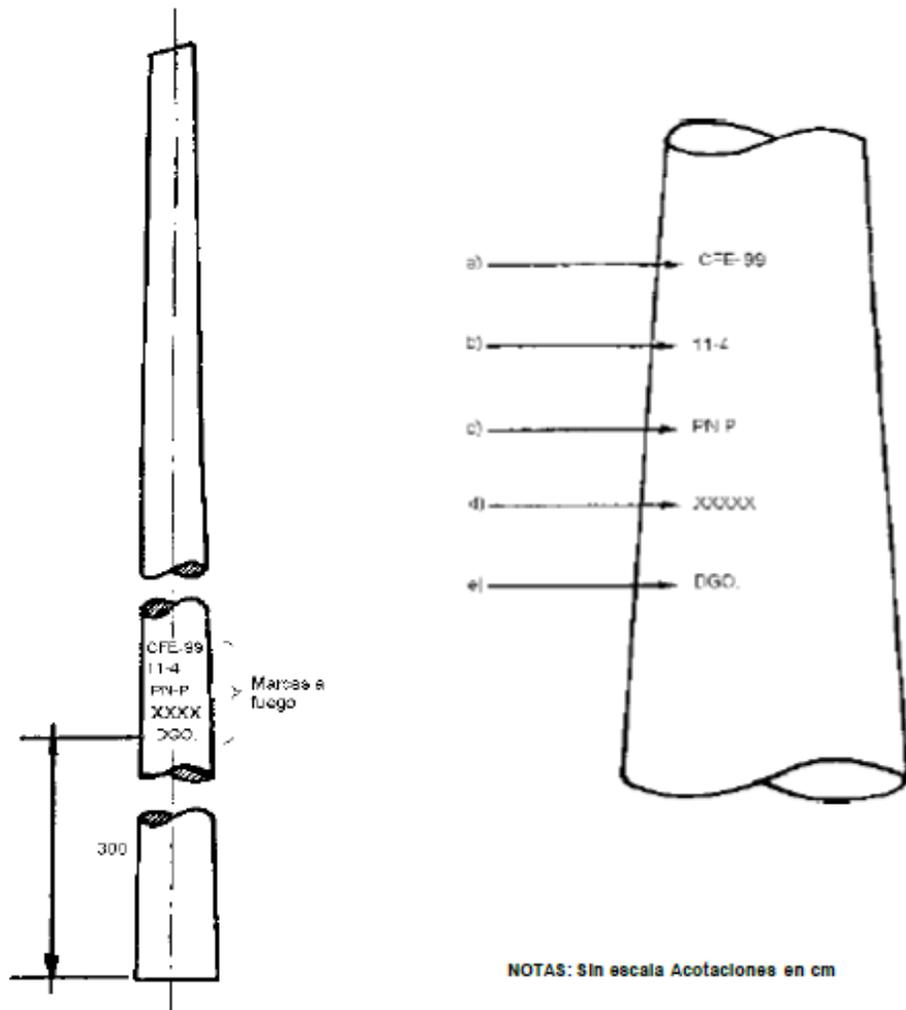


figura 4 Marcado del poste de madera.

2.7 TIPOS DE CEPAS.

2.7.1-Cepas para postes de concreto.

La profundidad de la cepa para empotrar postes está en función del tipo de terreno, de la altura, resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. El diámetro de la cepa es de 50 cm como mínimo en todos los casos.

EMPOTRAMIENTO POR TIPO DE SUELO (cm)			
Altura (m) y resistencia (kg) del poste	Blando	Normal	Duro
	Arena, arcilla suelta y arcilla con arena	Tierra común	Tepetate, grava y roca
7 – 600	140	120	100
9 – 450	160	140	120
12 – 750	190	170	150
13 – 600	200	180	160
14 – 700	210	190	170
15 – 800	220	200	180

Tabla 8 Cepas para postes de concreto.

Notas:

1. Un terreno normal que se anega como tierra de cultivo se debe considerar como un terreno blando.
2. Un terreno blando es posible considerarlo como terreno normal si se compacta con piedras 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento.
3. En áreas urbanas en las que el poste está en banquetta terminada se considera como terreno normal.
4. Un terreno normal es posible considerarlo como terreno duro si se compacta con piedras de 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento.
5. En zonas con actividad sísmica adicione 10 cm al empotramiento de la tabla anterior y si el terreno es blando proceda como se indica en el punto 2.
6. En líneas rurales con terreno blando o normal se debe agregar una capa de 30 cm de piedra en la superficie de la cepa.
7. En caso de que no se tenga la tabla, se puede utilizar la formula siguiente para terreno normal:

Profundidad del empotramiento= altura del poste en dm + 50 cm. ^[32]

2.7.2-Cepas para anclas.

1. la profundidad de las cepas debe ser de 140 cm para que la inclinación del perno ancla sea de 45°.

2. El perno ancla debe quedar 20 cm fuera del nivel del piso terminado y se hace una zanja para que el perno ancla quede alineado al punto de sujeción del cable de retenida en la estructura. El perno ancla a usar es e 1PA.
3. Para la ubicación de la cepa para la instalación de la retenida debe ser de con las dimensiones indicadas en la siguiente figura.
4. Las anclas deben quedar recargadas en la pared de la cepa.

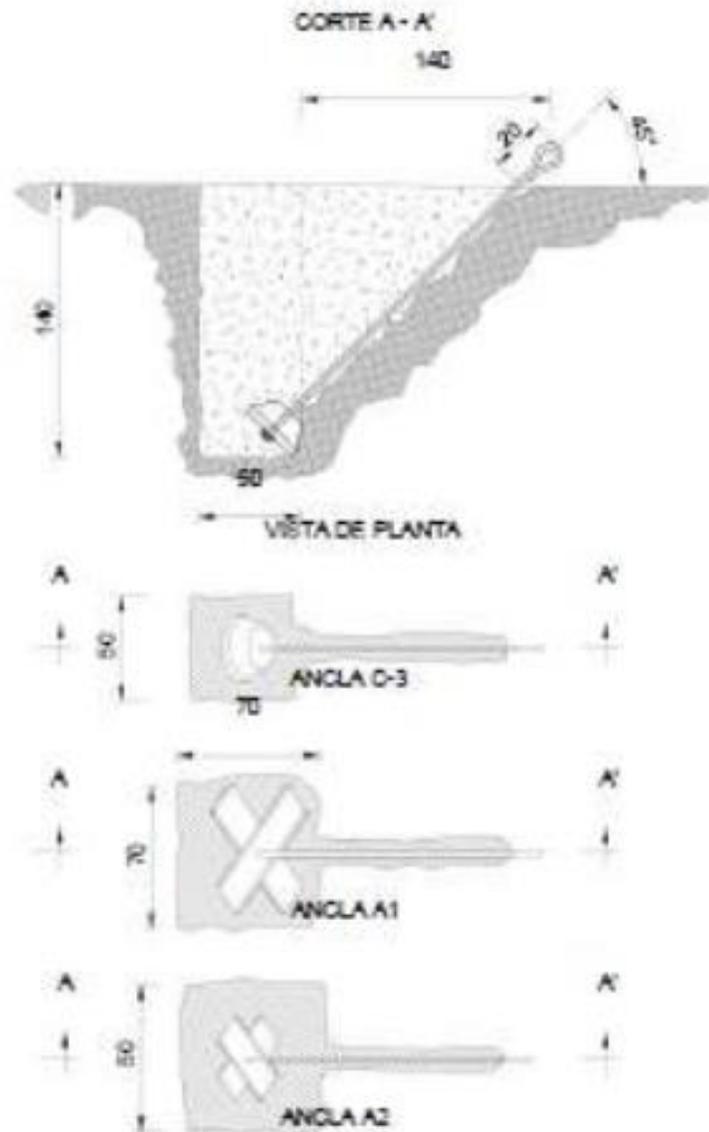


figura 5 Tipo de ancla.

5. El relleno de la cepa debe hacerse con el mismo material extraído del terreno, compactándolo cada 20 cm.
6. En terreno blando, el relleno de la cepa del ancla se compacta con piedras de 10 cm de diámetro hasta formar una capa de 60 cm de espesor sobre la base de la cepa, como se muestra en la figura. [33]

Las dimensiones de las cepas deben ser de acuerdo al tamaño de las anclas, mas 10 cm de tolerancias para su acomodo.

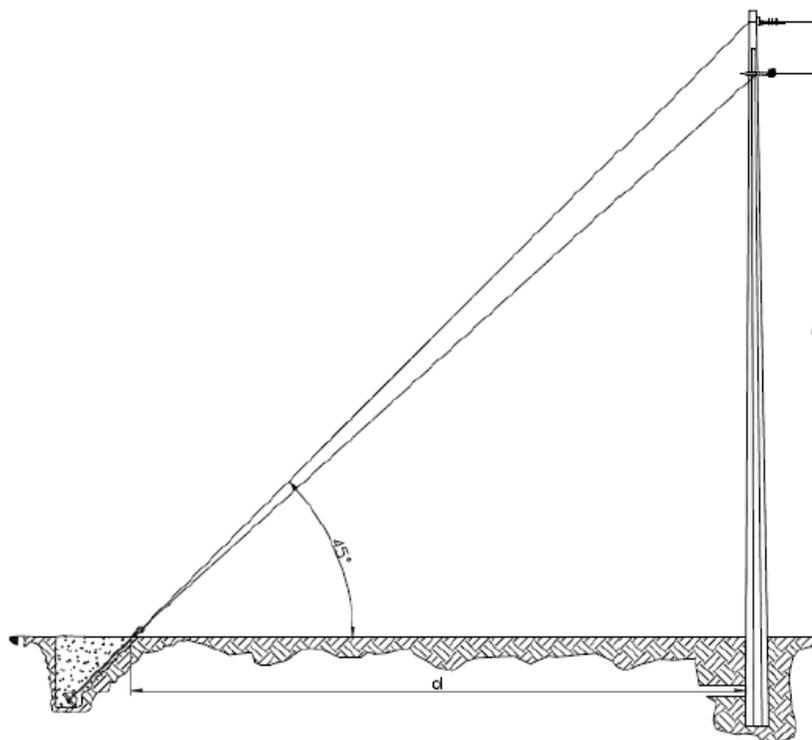


figura 7 Dimensiones de las cepas.

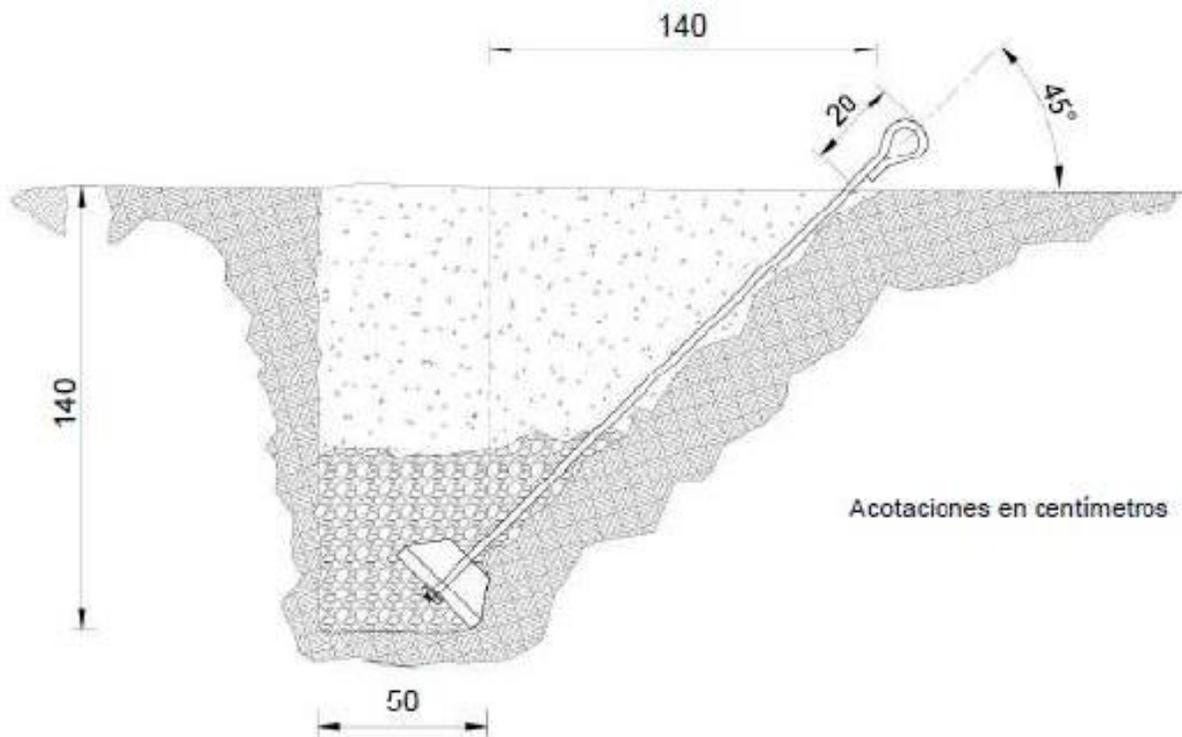
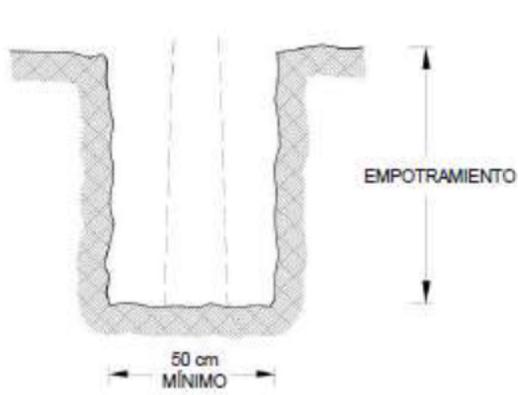


figura 6 Dimensiones de la cepa en cm.

2.7.3-Empotramientos de postes.

La cepa para hincar el poste debe tener un diámetro mínimo de 50 cm y una profundidad indicada en la tabla 8 (cepa para postes de concreto), en función del tipo de terreno. Verifique que la cepa este centrada con el eje de la línea.



1. Inserte el poste en la cepa y céntrelo en la misma.
2. Gire el poste para que la cara con las características del mismo quede del lado del tránsito.
3. Con el material extraído rellene la cepa con una capa de 20 cm alrededor del poste y compáctelo.

figura 8 Empotramiento de poste.

1. Plomear el poste y continúe relleno en capas de 20 cm compacto cada una de ellas. Compruebe la verticalidad del poste.
2. En lugares donde no exista banqueteta debe quedar un pequeño montículo de tierra sobre el nivel de piso, aproximadamente de 10 cm alrededor del poste y compactándolo.

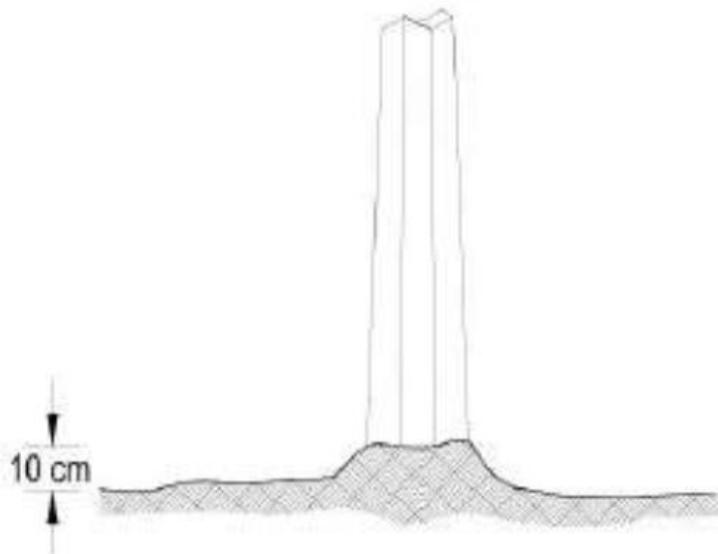


figura 9 Empotramiento de poste tolerancia de relleno.

3. Cuando se utilice piedra en el empotramiento, debe añadir agregados finos (tierra y arena) para eliminar huecos entre las piedras y mejorar la compactación.
4. En terreno blando sobreponga el poste en una base de piedra de 30 cm de espesor. ^[34]

2.7.4-Cepas en banqueta.

Antes de hacer una cepa, compruebe con quien corresponda la existencia de instalaciones de agua, gas, drenaje, cables eléctricos o fibra óptica, para no dañarlas.

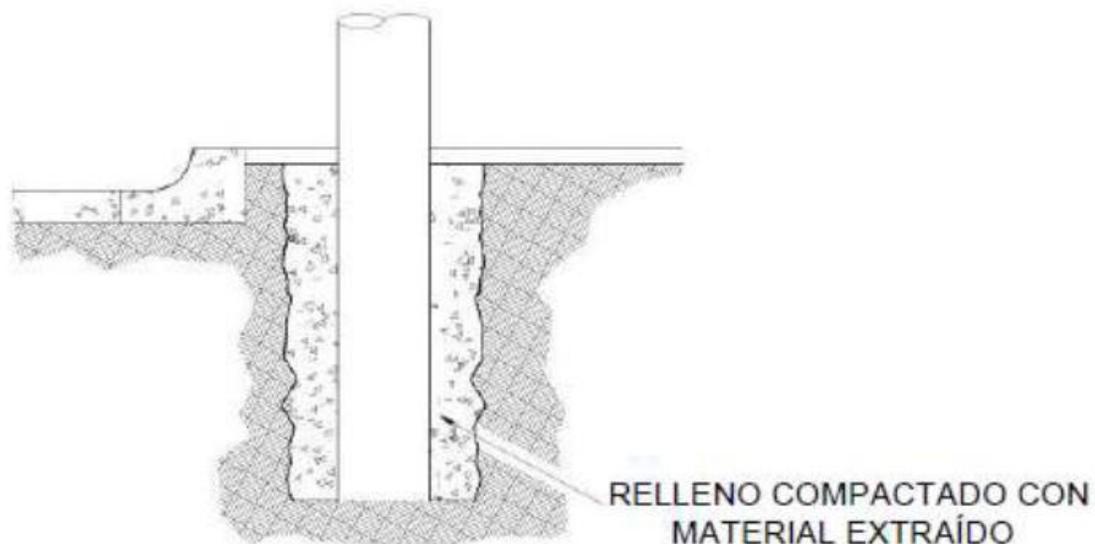


figura 10 Relleno compactado con material extraído.

Cuando la cepa se tenga que hacer sobre la banqueta, procure afectarla lo menos posible. Posteriormente debe repararla de manera similar a su estado original, esto mismo debe hacerse cuando se retire algún poste.

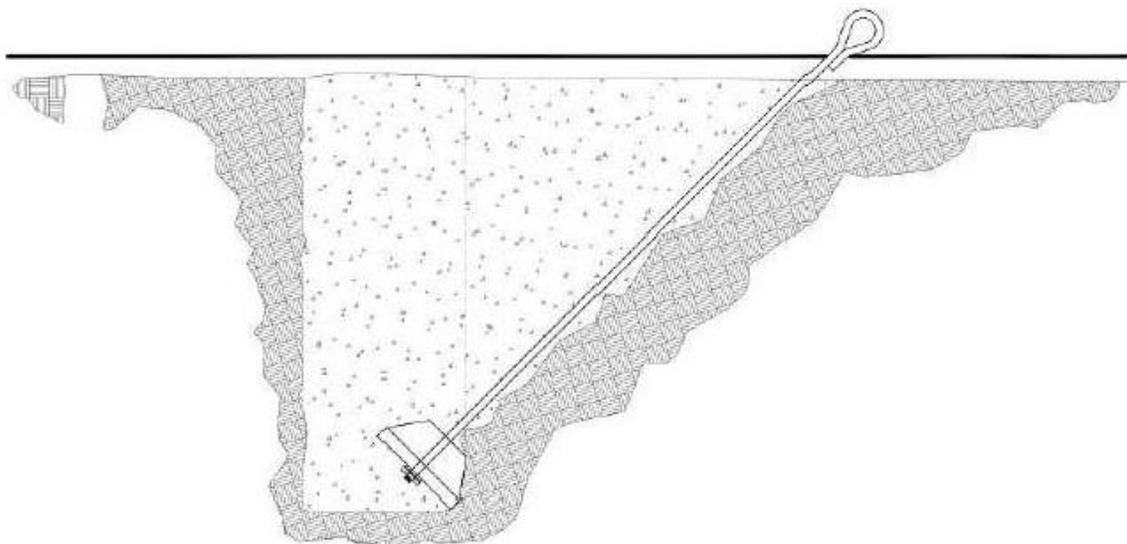


figura 11 Colocación de ancla.

Cuando quite una retenida, nunca deje que el ojo del perno ancla sobresalga del suelo; córtelo y repare la banqueta procurando dejarla de manera similar a su estado original. ^[35]

2.7.5-Cimentación de ancla en roca.

Después de hacer la perforación neumática o mecánicamente, inserte el perno ancla previamente doblado con su tuerca y rellene con mortero, dejando un pequeño montículo en la superficie. Empleando las alternativas que se muestran en los dibujos según sea el caso, que la roca se encuentre superficial o a cierta profundidad. ^[36]

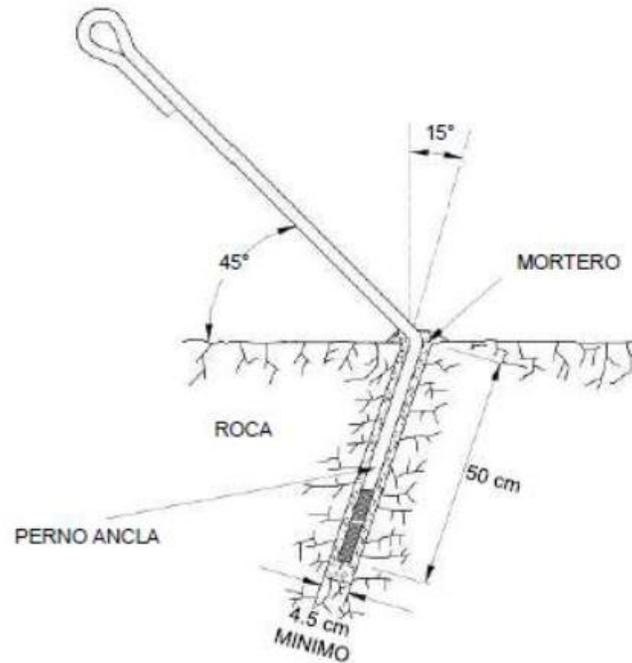


figura 12 Cimentación de ancla en roca.

2.7.6-Cimentación de postes de acero.

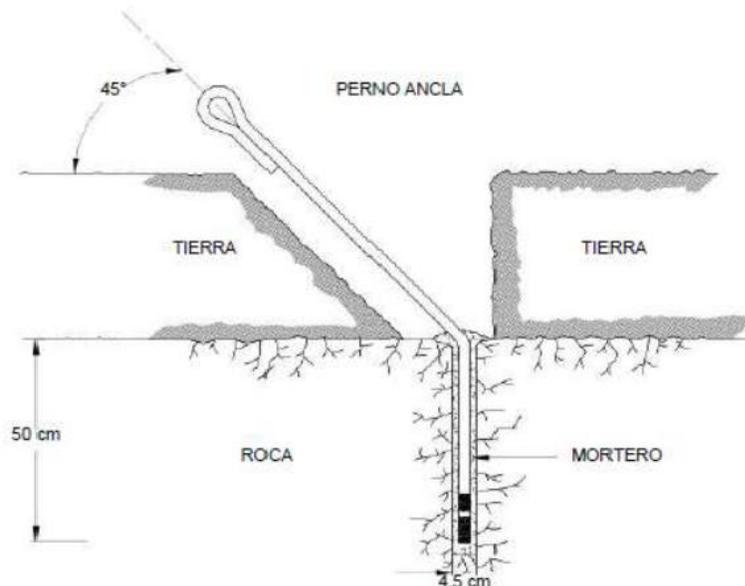


figura 13 Cimentación de poste de acero.

El empotramiento de los postes de acero siempre está determinado por la distancia de la base al centro del refuerzo del poste.

En caso de empotrarlo en terreno rocoso, se puede cortar en la base para empotrarlo a la profundidad indicada en la tabla 8.

El centro del refuerzo debe quedar a nivel de piso.

En caso de que el terreno sea muy húmedo o salitroso, cubra la parte del poste que queda empotrada con impermeabilizante y envuelva con esa sección con mantas previamente impermeabilizantes.

Cuando el terreno no sea rocoso o no exista una base firme, coloque el poste sobre un ancla de concreto como se muestra En el dibujo.

No se use este tipo de poste cuando el nivel freático sea menor a 2 m. ^[37]

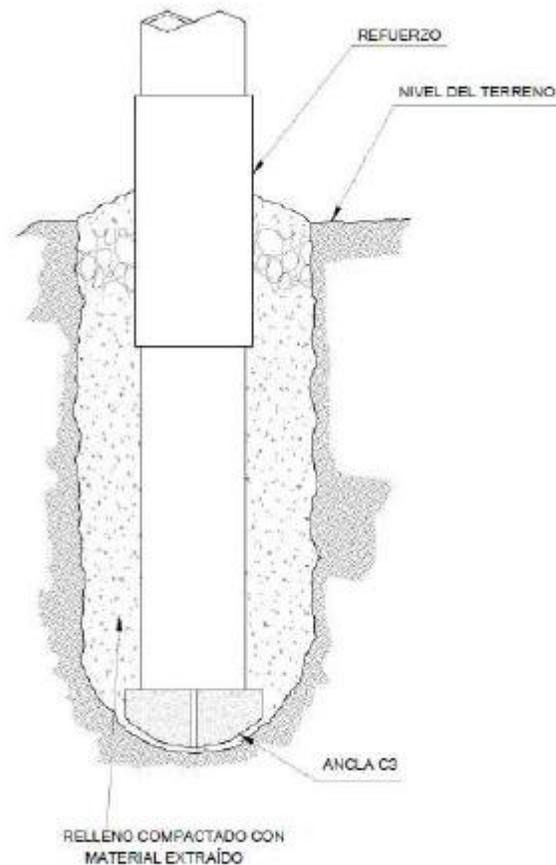


figura 14 Compactación de cepa.

2.7.7-Compactación de cepas.

El poste debe quedar al centro de la cepa.

La separación del poste a la pared de la cepa debe permitir la entrada libre del pisón y de la piedra que se adicione. El tamaño máximo de la piedra debe ser de la mitad de distancia S.

Se debe efectuar una compactación uniforme alrededor del poste en cada capa de 20cm de material de relleno en la cepa.

Cuando se usen piedras, los huecos que se forman deben quedar bien rellenos de tierra o arena.

A la cepa para el ancla hacerla una cavidad para recargarla en terreno firme. Se debe hacer también una ranura para el perno ancla quede instalado con el Angulo requerido por la retenida.

Para compactación en condiciones normales, el relleno para la cepa del ancla no requiere de otros materiales diferentes al extraído.

Al finalizar el relleno de una cepa, deje un pequeño montículo de material compactado, para evitar encharcamiento y para que, con el tiempo, el terreno quede en su nivel.

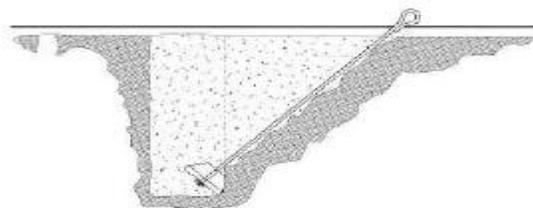
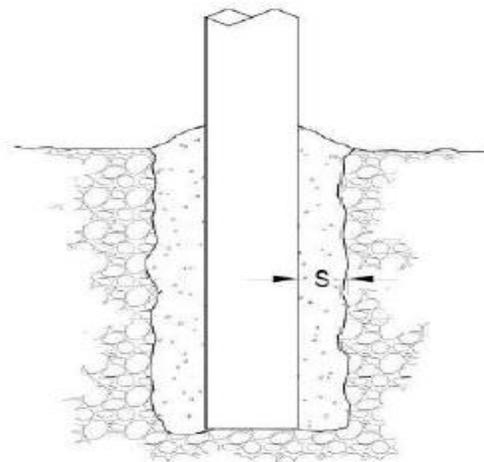


figura 15 Compactación y relleno de cepa.

La compactación de las cepas para retenidas de banquetta debe hacerse relleno y apisonando la tierra extraída revuelta con piedras.

El perno ancla debe quedar pegado a la pared de la cepa.

La cepa para retenida de banquetta se debe excavar a partir de la colindancia del paramento con la banquetta, a una distancia máxima entre este y la retenida de 5 cm.

Para compactar en terrenos blandos utilice piedra de aproximadamente 20 cm de diámetro.

[38]

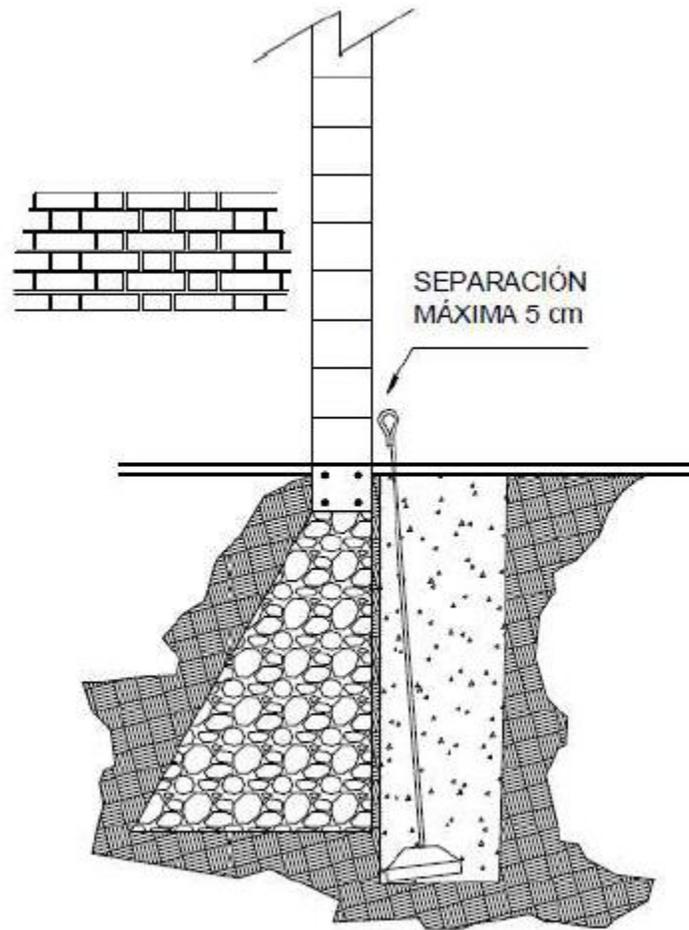


figura 16 Compactación y relleno de cepas tipo RBA.

2.8 TIPOS DE ESTRUCTURAS.

2.8.1-Estructuras para líneas de media tensión.

- Codificación de estructuras

Este sistema de codificación se usa para croquis, módulos de materiales y designación de estructuras de líneas de media tensión. La clave de codificación consta de cuatro dígitos para el primer nivel y de tres dígitos para los siguientes.

1. Los dos primeros son alfabéticos e indican la forma o la función de la estructura, como se indica a continuación.

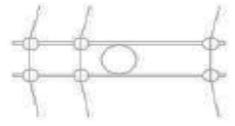
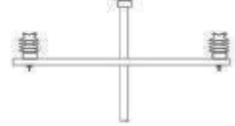
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS	Te, Sencilla
	TD	Te, Doble
	CT	Cadena en T
	PS	Punta poste Sencillo

Tabla 10 Codificación de estructuras 2.

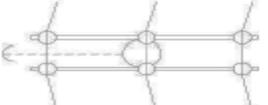
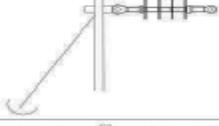
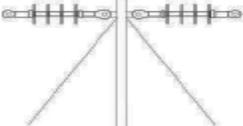
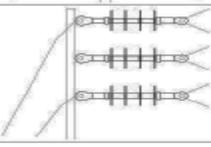
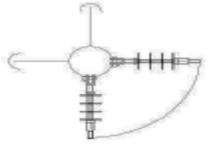
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	PD	Punta poste, Doble
	RD	Remate, Doble cruceta
	AD	Anclaje, Doble
	DP	Deflexión, de Paso
	DA	Deflexión, de Anclaje

Tabla 9 Codificación de estructuras 1.

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	VS	Volada, Sencilla
	VD	Volada, Doble
	VR	Volada, Remate
	VA	Volada, Anclaje
	HS	Hache, de Suspensión
	HA	Hache, de Anclaje

Tabla 13 Codificación de estructuras 3.

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	AP	Anclaje, Poste

Tabla 11 Codificación de estructuras 4.

2. El tercer dígito indica el número de fases, ejemplo:

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3	Te, sencilla, 3 fases

Tabla 12 Codificación de estructuras 5.

3. El cuarto dígito indica la posición del neutro o guarda, ejemplo:

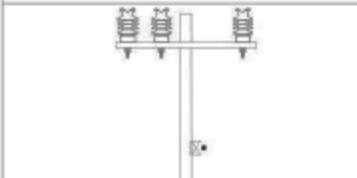
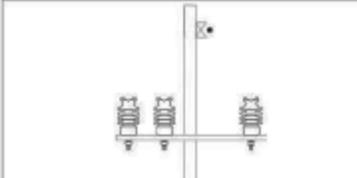
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3N	Te, sencilla, 3 fases, neutro corrido
	TS3G	Te, sencilla, 3 fases, guarda

Tabla 14 Codificación de estructuras 6.

4. Cuando la estructura tengas varios niveles, se codificará el primer nivel conforme lo indicado (excepto en las estructuras tipo D o AP, ya que se considera un nivel por circuito).

a) El segundo nivel debe codificarse únicamente con los tres primeros dígitos, puesto que el cuarto dígito es común para toda la estructura. La clave del segundo nivel se describe en seguida de la del primer nivel, separadas por una diagonal.

Ejemplo:

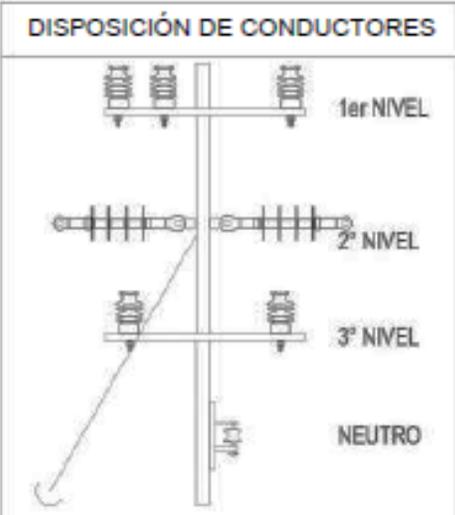
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3N/RD3/TS2	Te, Sencilla, 3 fases, Neutro corrido, Remate Doble cruzeta, 3 fases, Te, sencilla, 2 fases.

Tabla 15 Codificación de estructuras 7.

- b) En los casos de tres niveles o más, se aplicará el mismo sistema de codificación.

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
<p>1er NIVEL 2º NIVEL NEUTRO</p>	TS3N/RD3	Te, Sencilla, 3 fases, Neutro corrido, Remate Doble cruzeta, 3 fases

Tabla 16 Codificación de estructuras 8.

5. En caso de que en un mismo nivel se tenga diferentes condiciones en ambos lados de la estructura, utilizar un guion (-) para indicar la diferencia.

Ejemplo:

	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	AD3N-AD2	Anclaje, Doble, 3 fases, Neutro corrido, Anclaje, Doble, 2 fases.

Tabla 18 Codificación de estructuras 10.

Estructura	Fases					
	1		2		3	
	Neutro Corrido	Guarda	Neutro Corrido	Guarda	Neutro Corrido	Guarda
	VS1N		VS2N		VS3N	
	VD1N		VD2N		VD3N	
	VR1N		VR2N		VR3N	
	VA1N		VA2N		VA3N	
		CT1G		CT2G		CT1G/ CT2
						HS3G
						HA3G

Tabla 17 Tabla para codificación de estructuras 9.

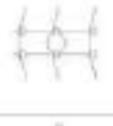
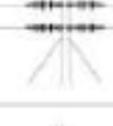
Estructura	Fases					
	1		2		3	
	Neutro Corrido	Guarda	Neutro Corrido	Guarda	Neutro Corrido	Guarda
			TS2N	TS2G	TS3N	TS3G
			TD2N	TD2G	TD3N	TD3G
	PS1N				PS3N	
	PD1N				PD3N	
			RD2N	RD2G	RD3N	RD3G
	RP1N	RP1G				
			AD2N	AD2G	AD3N	AD3G
	AP1N	AP1G	AP2N	AP2G	AP3N	AP3G
	DA1N	DA1G	DA2N	DA2G	DA3N	DA3G
	DP1N	DP1G	DP2N	DP2G	DP3N	DP3G

Tabla 19 Para codificación de estructuras 11.

- Selección de estructuras de media tensión.

Para estructuras de líneas aéreas de media tensión de 13 KV a 33 KV. Se puede usar como mínimo postes de concreto de 12 m.

ESTRUCTURA PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN													
FASES	SISTEMA	TS	TD	PS	PD	RD	RP	AD	AP	VS	VD	VR	VA
1	Neutro			PS1N	PD1N		RP1N		AP1N	VS1N	VD1N	VR1N	VA1N
2	Neutro	TS2N	TD2N			RD2N		AD2N	AP2N	VS2N	VD2N	VR2N	VA2N
3	Neutro	TS3N	TD3N	PS3N	PD3N	RD3N		AD3N	AP3N	VS3N	VD3N	VR3N	VA3N

Tabla 21 Estructura para redes de distribución.

ESTRUCTURAS PARA LINEAS DE DISTRIBUCIÓN														
FASES	SISTEMA	TS	TD	PS	PD	RD	RP	AD	AP	DP	DA	CT	HS	HA
1	Neutro			PS1N	PD1N		RP1N		AP1N	DP1N	DA1N			
	Neutro de guarda						RP1G		AP1G	DP1G	DA1G	CT1G		
2	Neutro corrido	TS2N	TD2N			RD2N		AD 2N	AP2N	DP2N	DA2N			
	Neutro de guarda	TS2G	TD2G			RD2G		AD2G	AP2G	DP2G	DA2G			
3	Neutro corrido	TS3N	TD3N	PS3N	PD3N	RD3N		AD3N	AP3N	DP3N	DA3N			
	Neutro de guarda	TS3G	TD3G			RD3G		AD3G	AP3G	DP3G	DA3G	CT1G/ CT2	HS3G	HA3G

Tabla 20 Estructura para líneas de distribución.

- Caída de tensión de líneas de media tensión.

Para calcular la caída de tensión, utilice los datos de la siguiente tabla para todas las tensiones eléctricas nominales de las líneas de media tensión de distribución en todas las estructuras nominales, menos en las estructuras tipo C y H. se supone un sistema trifásico balanceado.

-Multiplique la caída de tensión correspondiente al calibre y material del conductor por la corriente de fase y por la longitud en kilómetros. La caída de tensión es entre fases.

-El conductor AAC se considera similar al ACSR en este parámetro.

-Datos calculados en base a 25°C y una distancia media geotérmica de 1.38 m (de los conductores). Frecuencia de 60HZ.

$$\Delta V = I Z$$

R y X son las resistencia y la reactancia total del conductor, en ohms.

Φ es el ángulo del factor de potencia de la carga. ^[39]

2.8.2- Características de la estructura tipo T.

La estructura tipo TS sirve para soportar conductores de líneas de media tensión sin absorber el esfuerzo de la tensión mecánica, solo los debidos al efecto de viento o pequeñas tensiones mecánicas como las del tramo flojo o alguna pequeña deflexión, para este tipo de estructuras el claro máximo interpostal depende fundamentalmente de:

1. la estructura tipo TS se usa en líneas en media tensión urbana y rural. Esta estructura se utiliza siempre y cuando cumpla con la separación horizontal y vertical a CONSTRUCCION es indicado en el anexo 1, en caso contrario use estructura VS.
2. Para ángulos mayores a los limitados por la estructura TS, es necesario consultar las limitaciones de las estructuras tipo, para seleccionar la adecuada al requerimiento.
3. La altura mínima del poste a utilizar en líneas de media tensión es de 12 m,
4. En áreas urbanas verificar que la estructura T cumpla con los libramientos requeridos indicados en el anexo 2, en caso contrario seleccionar la estructura adecuada.
5. En líneas rurales con sistemas 3F-4H con conductores pesados, el neutro se deberá llevar como hilo de guarda.
6. En líneas rurales de 3 fases construidas con estructuras tipo TS, la fase central se alternará en cada poste (en zig-zag).
7. En áreas urbanas, la fase del centro siempre debe ir al lado de la calle.
8. La posición de las crucetas en el poste se debe alternar, es decir, una del lado fuente y la siguiente en el lado de la carga.^[40]

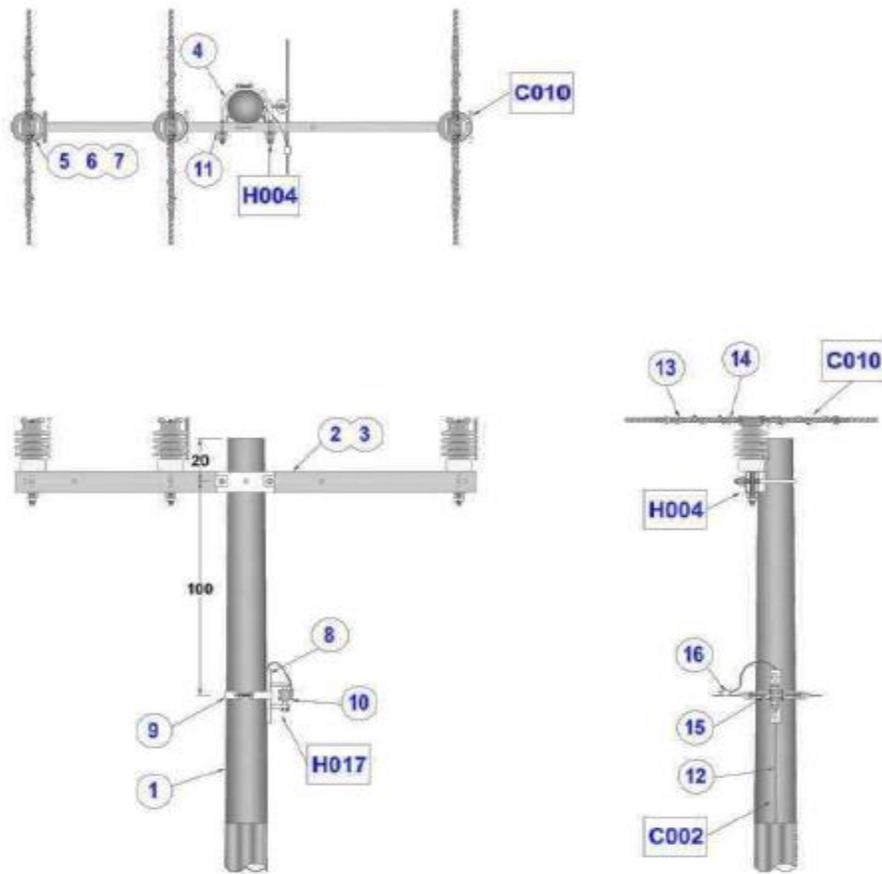


figura 17 Estructura TS3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PT200	1	1	0
3	2C900-93	Pz	Cruceta PT250	0	0	1
4	2A100-05	Pz	Abrazadera UC	1	1	1
5	52000-92	Pz	Aislador 13PD	3	0	0
6	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	3	0
7	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	3
8	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
9	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
10	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
11	2A600-11	Pz	Placa 1PC	2	2	2
12		Lote	Bajante de tierra, ver 09 00 02	1	1	1
13	Nota 1	Pz	Varilla preformada, ver 07 FC 02	4	4	4
14	E0000-31	Lote	Alambre 4, ver 07 FC 04	3	3	3
15	E0000-31	Lote	Alambre 4, ver 10 00 05	1	1	1
16	55000-86	Pz	Conector, ver 07 CO 02	1	1	1

Tabla 22 Lista de materiales para estructura TS3N.

2.8.3- Características de la estructura tipo V.

1. La estructura tipo V (volada), es típicamente urbana y se utiliza para dar libreamiento horizontal a edificaciones o a algún tipo de obstáculo como anuncios, arbotantes, etc. Vease en anexo 1
2. La cruceta debe quedar a 90° con respecto a la cara del poste.^[41]

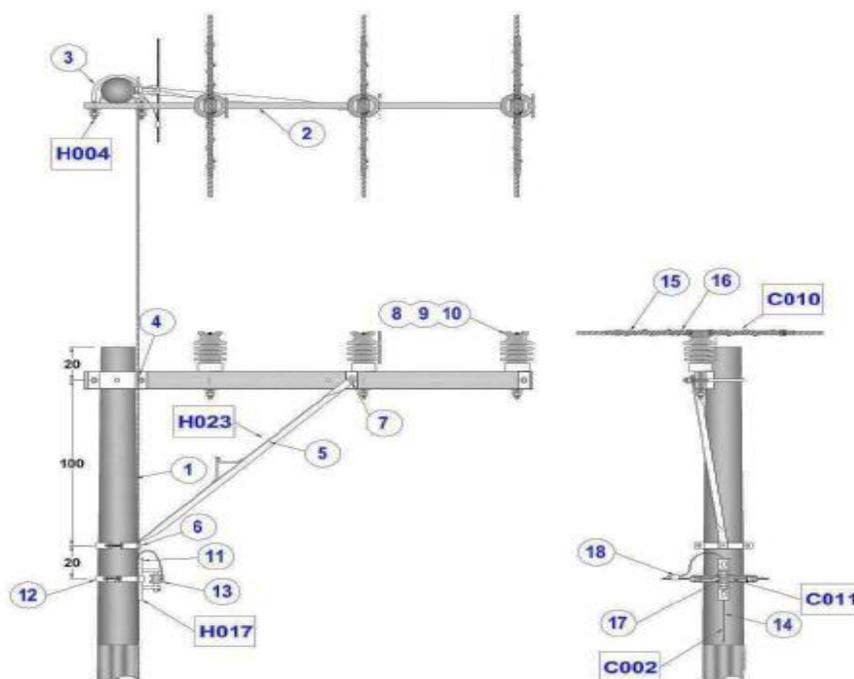


figura 18 Estructura VS3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PV200	1	1	1
3	2A100-05	Pz	Abrazadera UC	1	1	1
4	2C900-99	Pz	Placa PR	3	3	3
5	2T400-48	Pz	Tirante T2	1	1	1
6	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
7	67B00-04	Pz	Tornillo 16 x 76	1	1	1
8	52000-92	Pz	Aislador 13PD	3	0	0
9	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	3	0
10	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	3
11	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
12	2A100-04	Pz	Abrazadera 2BS	1	1	1
13	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
14		Lote	Bajante de tierra, ver 09 00 02	1	1	1
15	Nota 1	Pz	Varilla preformada, ver 07 FC 02	3	3	3
16	E0000-31	Lote	Alambre 4, ver 07 FC 04	3	3	3
17	E0000-31	Lote	Alambre 4, ver 10 00 05	1	1	1
18	55000-86	Pz	Conector, ver 07 CO 02	1	1	1

Tabla 23 Lista de materiales para estructura VS3N.

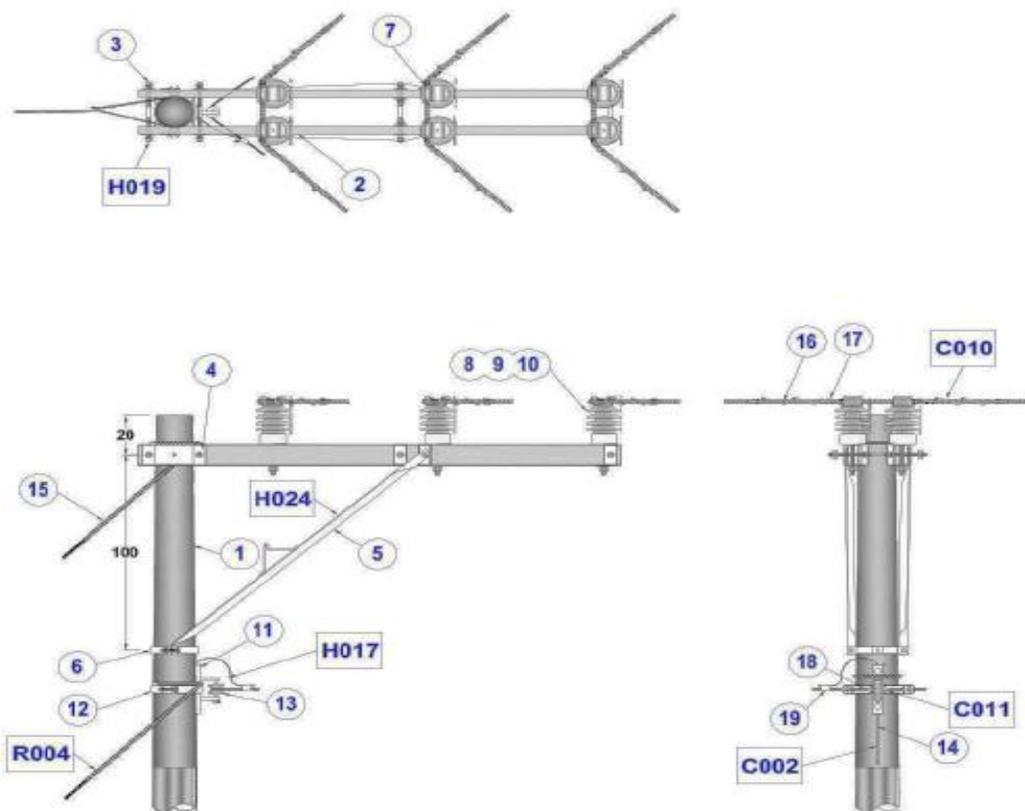


figura 19 Estructura VD3N

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceca PV200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	4	4	4
4	2C900-89	Pz	Placa PR	10	10	10
5	67B00-04	Pz	Tomillo 16 x 76	2	2	2
6	2T400-48	Pz	Tirante T2	2	2	2
7	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
8	52000-92	Pz	Aislador 13PD	6	0	0
9	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	6	0
10	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	6
11	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
12	2A100-04	Pz	Abrazadera 2BS	1	1	1
13	2C400-18	Pz	Carrete H	1	1	1
14		Lote	Bajante de tierra, ver 09 00 02	1	1	1
15		Lote	Retenida, ver 06 00 04	2	2	2
16	Nota 1	Pz	Varilla preformada, ver 07 FC 02	3	3	3
17	E0000-31	Lote	Alambre 4, ver 07 FC 04	3	3	3
18	E0000-31	Lote	Alambre 4, ver 10 00 05	1	1	1
19	55000-86	Pz	Conector, ver 07 CO 02	1	1	1

Tabla 24 Lista de materiales para estructura VD3N.

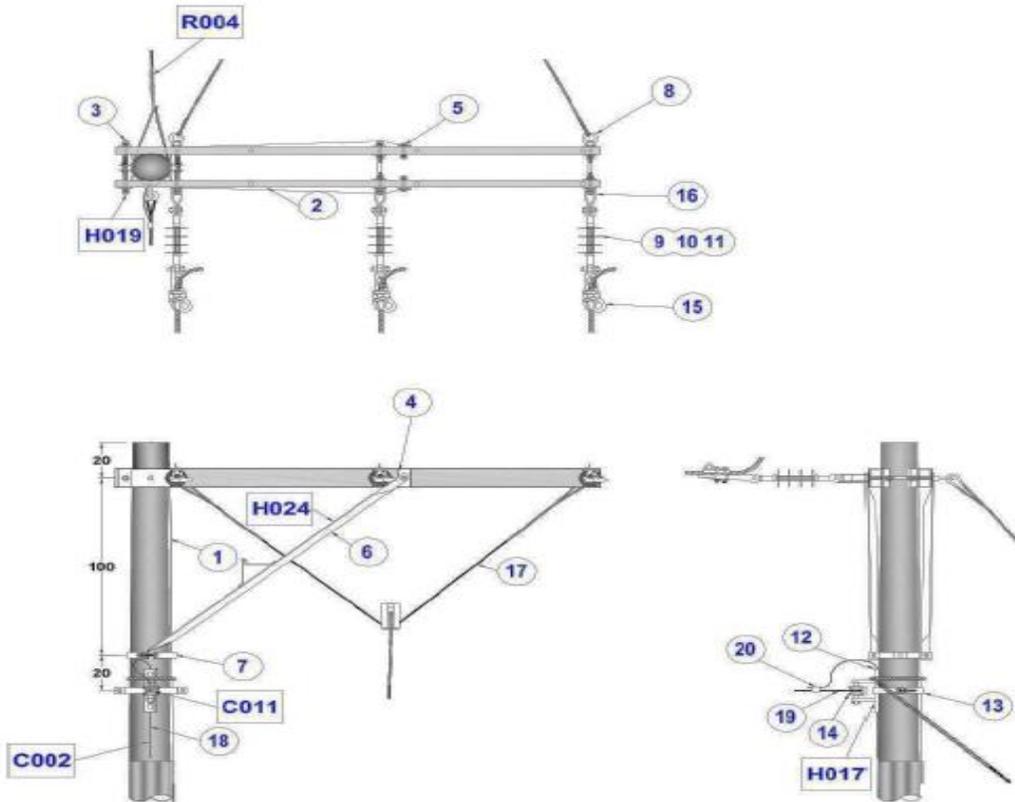


figura 20 Estructura VR3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta RV200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	4	4	4
4	2C900-89	Pz	Placa PR	10	10	10
5	67B00-04	Pz	Tomillo 16 x 76	2	2	2
6	2T400-48	Pz	Tirante T2	2	2	2
7	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
8	2A000-36	Pz	Tuerca de Ojo	2	2	2
9	NRF-005	Pz	Aislador 13SHL45N	3	0	0
10	NRF-005	Pz	Aislador 23SHL45N	0	3	0
11	NRF-005	Pz	Aislador 34SHL45N	0	0	3
12	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
13	2A100-04	Pz	Abrazadera 2BS	1	1	1
14	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
15	2C500-68	Pz	Grapa remate, ver 07 FC 03	3	3	3
16	20100-38	Pz	Ojo RE	3	3	3
17		Pz	Retenida, ver 06 00 04	2	2	2
18		Lote	Bajante de tierra, ver 09 00 02	1	1	1
19	51000-71	Lote	Remate preformado, ver 07 FC 04	1	1	1
20	55000-86	Pz	Conector, ver 07 CO 02	1	1	1

Tabla 25 Lista de materiales para la estructura VR3N.

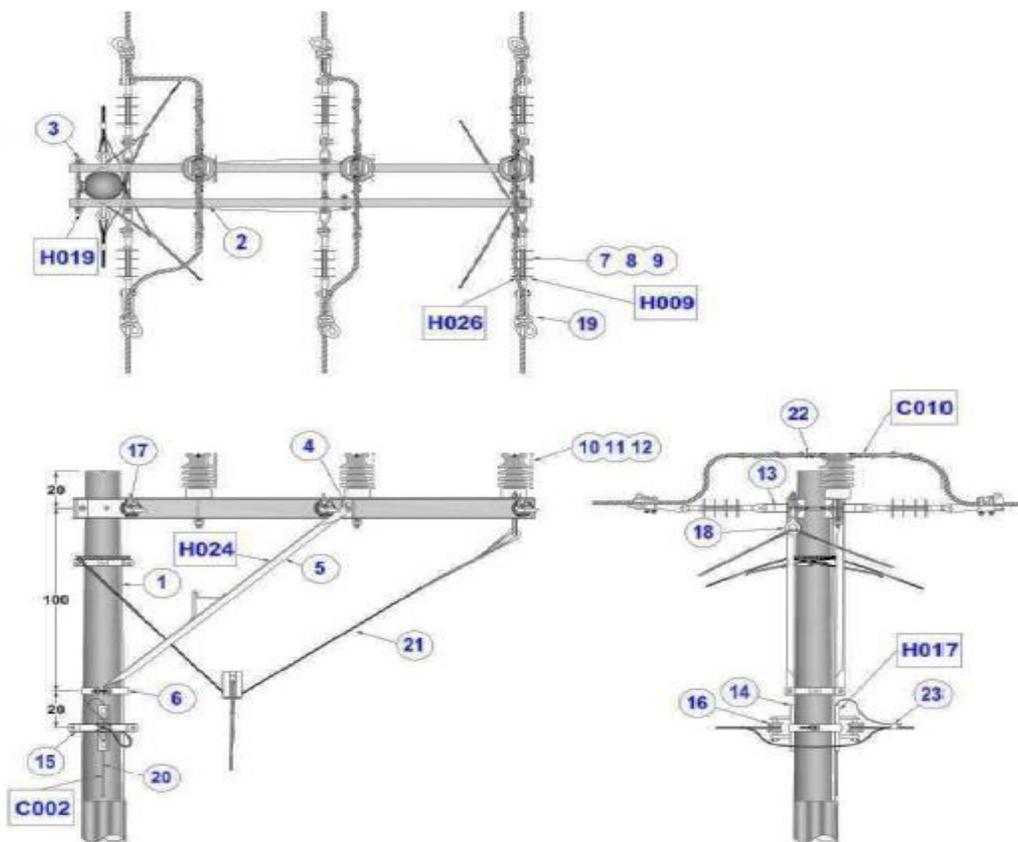


figura 21 Estructura VA3N.

MÓDULO DE MATERIALES						
REF No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta RV200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	4	4	4
4	2C900-89	Pz	Placa PR	10	10	10
5	67B00-04	Pz	Tomillo 16 x 305	2	2	2
6	2T400-48	Pz	Tirante T2	2	2	2
7	2A100-04	Pz	Abrazadera 1 BS	2	2	2
8	NRF-005	Pz	Aislador 13SHL45N	6	0	0
9	NRF-005	Pz	Aislador 23SHL45N	0	6	0
10	NRF-005	Pz	Aislador 34SHL45N	0	0	6
11	52000-92	Pz	Aislador 13PD	3	0	0
12	52000-92	Pz	Aislador 22PD	0	3	0
13	52000-92	Pz	Aislador 33PD	0	0	3
14	20100-38	Pz	Ojo RE	6	6	6
15	2B200-12	Pz	Bastidor B1	2	2	2
16	2A100-02	Pz	Abrazadera 2BD	1	1	1
17	2C400-16	Pz	Carrete H	2	2	2
18		Lote	Bajante de tierra, ver 09 00 02	1	1	1
19	2C500-68	Pz	Grapa remate, ver 07 FC 03	6	6	6
20	2A600-11	Pz	Placa 1PC	2	2	2
21	2P200-40	Pz	Perno 1PC	1	1	1
22		Lote	Retenida, ver 06 00 04	4	4	4
23		Lote	Alambre 4, ver 07 FC 04	3	3	3
24	55000-86	Pz	Conector, ver 07 CO 02	1	1	1

Tabla 26 Lista de materiales para estructura VA3N.

2.8.4-Estructuras para líneas de baja tensión.

Generalidades.

1. Las tensiones electricas de las lineas de baja tension estan normalizadas como sigue:

Sistema	Tension electrica
2F-3H	120/240 V
3F-4H	22 Y/127 V

Las lineas de baja tension se instalan en un nivel inferior a las lineas de media tension y de equipos.

Los conductores que se utilizan en instalaciones de baja tension deben ser de acuerdo a especificaciones CFE E0000-09 Conductores multiples para distribucion aerea hasta 600 V para 75° C, con el cable mensajero de ACSR para fases de aluminio o de cobre con fases de cobre. Ver tablas 30, 31, 32.

El forro es cubierta aislada que evita fallas por contactos momentaneos con objetos o ramas de arboles.

2. Las caracteristicas fisicas y mecanicas de los conductores que se utilizan en instalaciones de baja tension con conductores multiples, son diferentes a los que se utilizan en lineas de media tension con conductores desnudos; por lo tanto, las flecas y tensiones para la instalacion de cables debe ser de acuerdo con las tablas incluidas en la seccion 10-FT-00.
3. El cable mensajero para AAC es de ACSR y se remata con preformado y el otro de core se remata entronchado.
4. Cuando el material de acometida es diferente al de la red, se instalara utilizando el conector adecuado, de acuerdo a la seccion 07-CO-02, evitando la conexión de acometidas de cobre con aluminio.
5. La longitud minimo del poste para instalarse de baja tension sera de 9 m.
6. El cable mensajero neutro se ubica en la parte superior del bastidor y se fija en un aislador 1C, tanto en estructuras de paso como de remate y a continuacion se colocara las fases.

Estructuras para lineas de baja tension.

1. Esta especificacion muestra las estructuras de baja tension as usuales tanto para sujetar conductores multiples de cobre como de AAC.
2. En el caso de fijar la baja tension en estructuras para lineas de media tension utilice fleje de acero inoxidable o abrazadera 2B*. el asterisco indica que el campo puede tener diferente letra (S o D).
3. En los bastidores B* (el asterisco indica el numero de espacios para los aisladores).
4. Las retenidas se leccionan según la 06-00-00.(capitulo siguiente)
5. Los puentes de conexión entre lineas de baja seran horizontales, moldeados y preferentemente por el lado de la calle.

Estructura de paso.

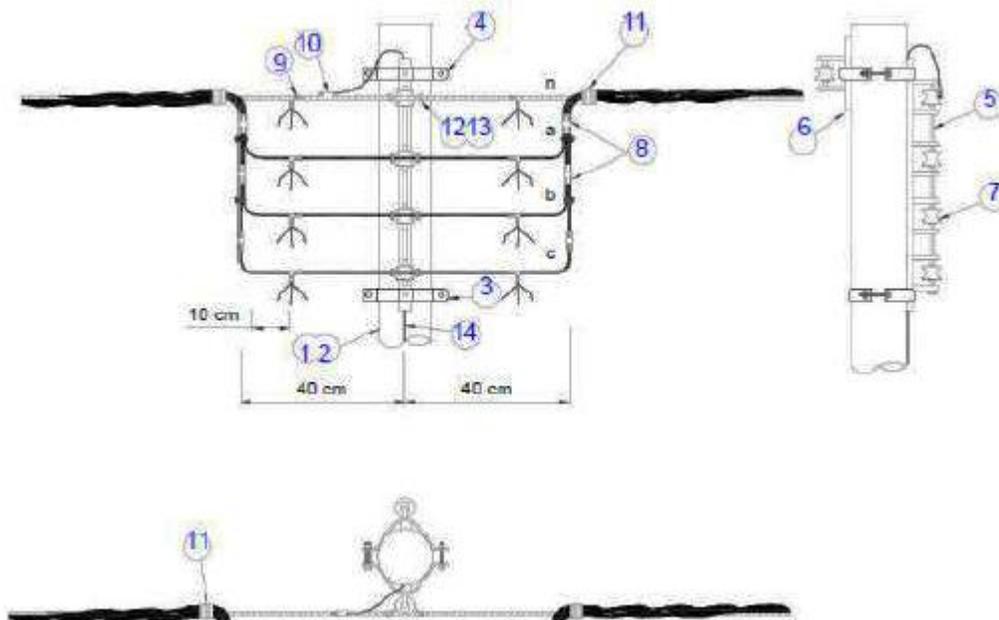


figura 22 Estructura de paso.

MÓDULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9-400	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9C-400	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS (1)	1	1	1	1
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BD (1)	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B* (2)	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1	1
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conector ver 07 CO 02 (3)	4	6	4	6
9		Pz	Conector, ver 07 CO 02 (4)	6	8	6	8
10		Pz	Conector ver 07 CO 02 (5)	1	1	1	1
11	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	2	3	2	3
12	E0000-31	Lote	Alambre aluminio suave 4	-	-	1	1
13	E0000-32	Lote	Amarre alambre de cobre	1	1	-	-
14		Lote	Bajante de tierra, ver 09 00 02	1	1	1	1

Tabla 27 Lista de materias para estructura de paso.

Nota:

1. Se podrá sustituir la abrazadera por fleje de acero inoxidable conforme a la especificación 2G000-97.
2. Utilice bastidor B3 para cable múltiple (2+1) o B4 para (3+1).
3. Conectores union utilizados para elaborar puentes.
4. Conectores utilizados para la derivación de acometidas.
5. Conectores utilizados para la conexión del cable mensajero al bajante de tierra.

Estructura de remate.

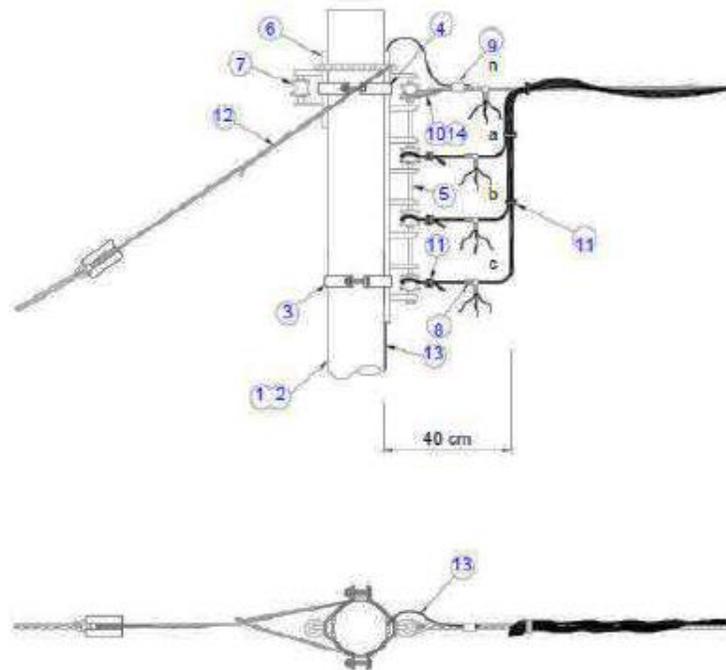


figura 23 Estructura de remate.

MÓDULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9-400	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9C-400	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1	1
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BD	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B' (2)	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1	1
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conectador, ver 07 CO 02 (3)	3	4	3	4
9		Pz	Conectador ver 07 CO 02 (5)	1	1	1	1
10	51000-69	Pz	Remate P ACSR * (5)	-	-	1	1
11	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	1	2	1	2
12		Lote	Retenida, ver 06 00 04	1	1	1	1
13		Lote	Bajante de tierra, ver 09 00 02	1	1	1	1
14	E0000-32	Lote	Amarre alambre de cobre, ver 10 00 05	1	1	-	-

Tabla 28 Lista de materiales para estructura de remate.

Nota:

1. Se podrá sustituir la abrazadera por fleje de acero inoxidable conforme a la especificación 2G000-97.
2. Utilice bastidor B3 para cable múltiple (2+1) o B4 para (3+1).
3. Conectores utilizados para laderivación de acometidas.
4. Para cobre se utilizara el conector adecuado de cobre.
5. Seleccione de acuerdo al calibre del cable mensajero.

Estructura de anclaje.

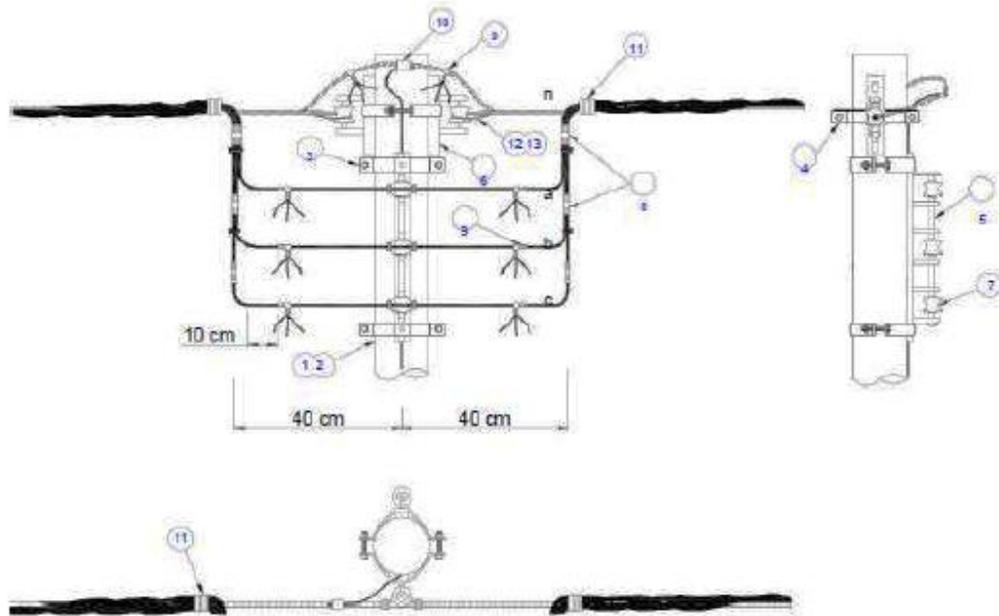


figura 24 Estructura de anclaje

MÓDULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9-400	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9C-400	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS (1)	2	2	2	2
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BD (1)	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B' (2)	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	2	2	2	2
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conector ver 07 CO 02 (3)	4	6	4	6
9		Pz	Conector, ver 07 CO 02 (4)	6	8	6	8
10		Pz	Conector ver 07 CO 02 (5)	1	1	1	1
11	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	2	3	2	3
12	51000-69	Pz	Remate preformado	-	-	2	2
13	E0000-32	Lote	Amarre alambre de cobre	2	2	-	-

Tabla 29 Lista de materiales para estructura de anclaje.

Nota:

1. Se utilizará sustituir la abrazadera por fleje de acero inoxidable conforme a la especificación 2G000-97.
2. Utilice bastidor B2 para cable múltiple (2+1) o B3 para (3+1).
3. Conectores unión utilizados para elaborar puentes.
4. Conectores utilizados para la derivación de acometidas.
5. Conectores utilizados para la conexión del cable mensajero al bajante de tierra.

Estructura con conexión a transformador tipo poste.

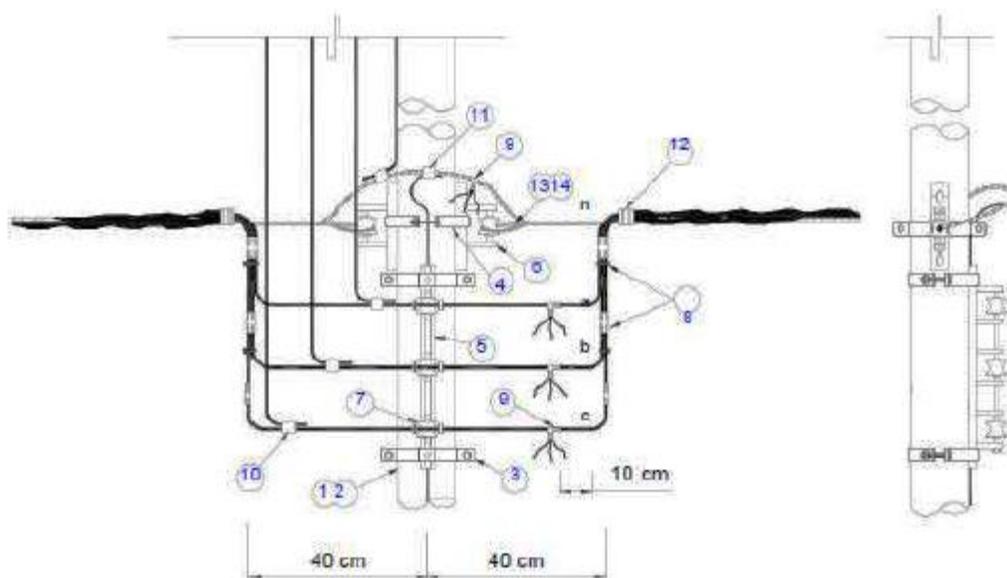


figura 25 Estructura con conexión a transformador tipo poste.

MÓDULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12C-750	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 3BS (1)	2	2	2	2
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 3BD (1)	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B* (2)	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	2	2	2	2
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conector ver 07 CO 02 (3)	4	6	4	6
9		Pz	Conector, ver 07 CO 02 (4)	3	4	3	4
10		Pz	Conector ver 07 CO 02 (5)	3	4	3	4
11		Pz	Conector ver 07 CO 02 (6)	1	1	1	1
12	E0000-08	m	Alambre de cobre TW 10	2	3	2	3
13	51000-89	Pz	Remate prefabricado	-	-	2	2
14	E0000-32	Lote	Amarre alambre de cobre	2	2	-	-

Tabla 30 Lista de materiales para estructura con conexión a transformador tipo poste.

Nota:

1. se podrá sustituir la abrazadera por fleje de acero inoxidable a la especificación 2G000-97.
2. Utilice bastidor B2 para cable múltiple (2+1) o B3 para (3+1).
3. Conectores unión utilizados para la derivación de acometidas.
4. Conectores utilizados para la conexión de acometidas.
5. Conectores utilizados para la conexión a las salidas de baja del transformador.
6. Conectores utilizados para la conexión del cable mensajero al bajante de tierra.

En el caso de existir deflexiones, la sujeción del cable mensajero se realiza como lo muestra las figuras siguientes: [49].

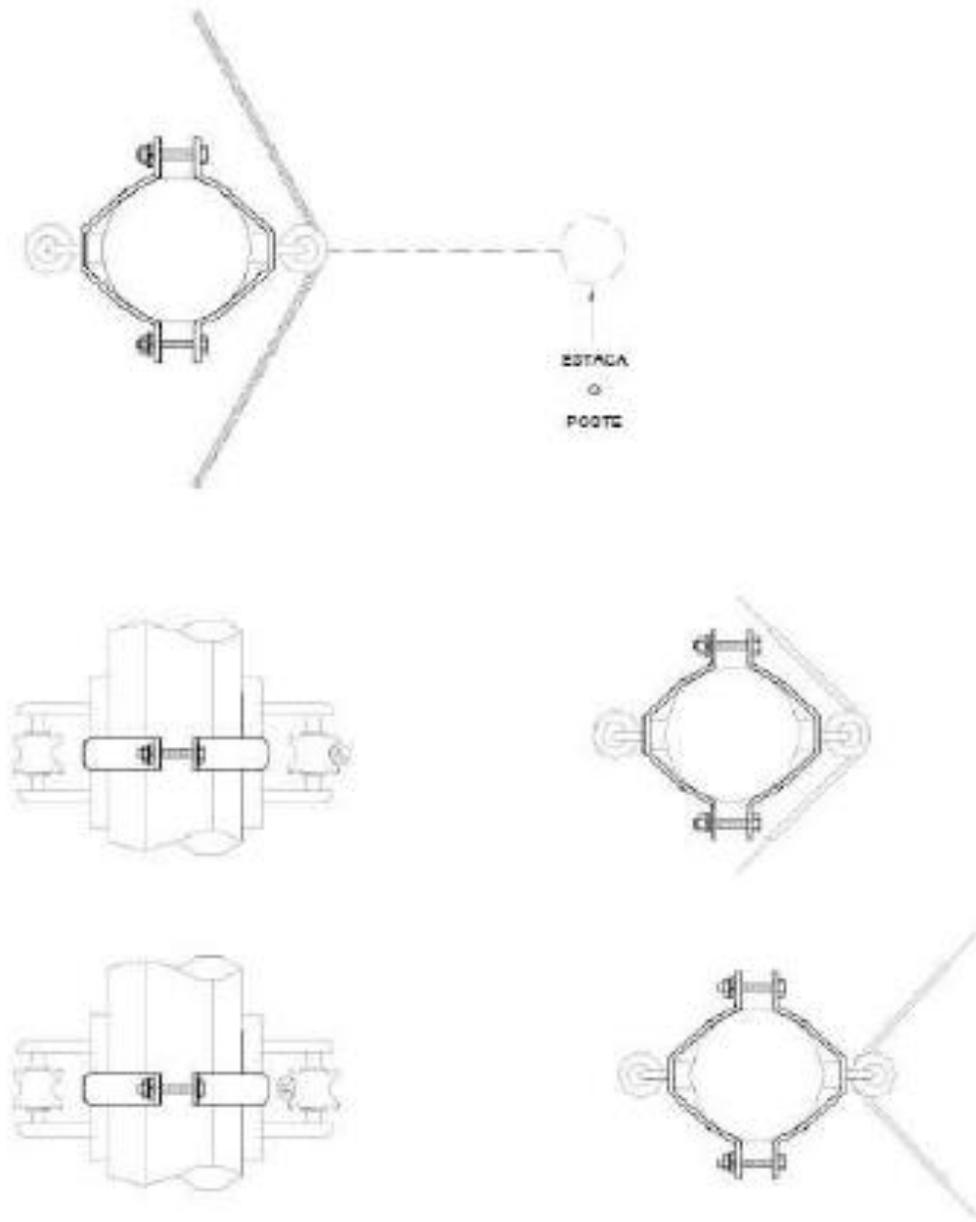


figura 26 Estructura de baja tensión con deflexión.

2.9 TIPOS DE RETENIDAS.

Generalidades.

1. la retenida es un elemento mecánico que sirve para contrarrestar las tensiones mecánicas de los conductores en las estructuras y así los esfuerzos de flexión en el poste.
2. Las retenidas se instalan en sentido opuesto a la resultante de la tensión de los conductores por retener. Generalmente se deben de anclar al piso con un ángulo de 45°; para colocarlas en ángulos diferentes se deben analizar los esfuerzos mecánicos.
3. Para estructuras RD, AD y DA, las retenidas se colocan en la dirección de la línea, para contrarrestar la tensión horizontal de los cables.
4. Para estructuras en deflexión como la TD, PD, VD y DP, las terminales se colocan en la dirección del ángulo bisectriz, para contrarrestar la componente transversal de la tensión máxima de los cables debida a la deflexión de la línea. Las retenidas para instalaciones de media y baja tensión en una misma estructura son independientes y comunes al mismo perno ancla.
5. Las anclas para retenidas no deben estar colocadas en:
 - paso obligado de peatones, vehículos y animales.
 - cauce de agua que pueda aflojar el terreno o deslavarlo.
 - propiedades particulares.
6. En todos los caos se deben instalar señalizaciones o protección mecánica a las retenidas. Instale el protector para retenidas según la sección 04-R0-05. anexo 3
7. Las retenidas para instalaciones de media y baja tensión en una misma estructura son independientes y comunes al perno ancla.
8. En todas las retenidas para sujetar instalaciones de media tensión (independiente del tipo de poste) se debe instalar aislador tipo R de retenida. Vea sección 06-00-04.
9. La selección de los componentes de la retenida está en función del tipo de estructura, del tipo de conductor, de la zona: tomando en cuenta el hielo, la velocidad regional del viento, así como las condiciones de ambiente con contaminación. Vea la sección 06-00-04.
10. Las retenidas en poste de concreto deben estar apoyadas en la parte superior de algún herraje.
11. Las puntas del cable de retenida al nivel de piso no deben tener hilos sueltos o salientes que pudieran dañar a las personas.
12. El perno ancla deberá estar en dirección del punto de sujeción de la retenida en el poste.
13. En el caso de retenidas en estructuras para compensar efectos de viento transversal a la línea se instalarán retenidas de tempestad. Consulte 06-00-15.
14. Las retenidas se instalarán antes de rematar los conductores dejando el poste ligeramente inclinado al lado opuesto de la línea para que con la tensión de los conductores quede vertical.

15. Todas las retenidas de estaca necesariamente llevan ancla, salvo que la tensión máxima de los conductores no exceda de 300 kg.

- Codificación de retenidas.

La codificación de las retenidas está compuesta por tres dígitos alfabéticos.

El primero será la letra r de retenida y los dos siguientes dígitos son indicativos del nombre del tipo de retenida, anotándose en estos la primera letra de las palabras que la describan, tal como se indica en los croquis siguientes: ^[42]

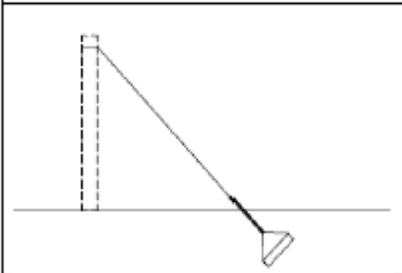
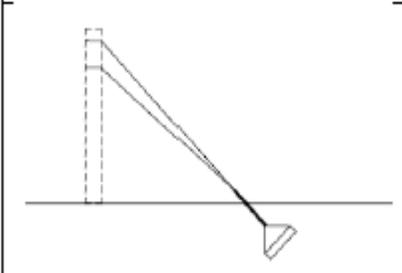
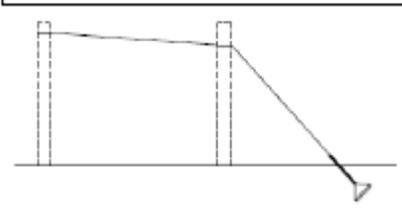
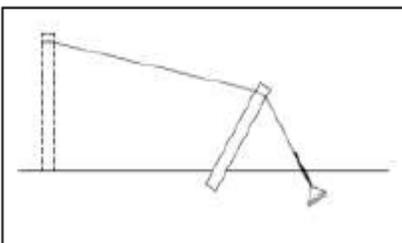
DISPOSICIÓN DE RETENIDAS	CLAVE	NOMBRE
	RSA	Retenida sencilla de ancla
	RDA	Retenida doble de ancla
	RPA	Retenida a poste y ancla
	REA	Retenida a estaca y ancla

Tabla 31 Codificación de retenidas 1.

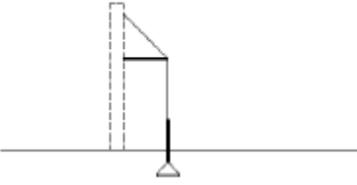
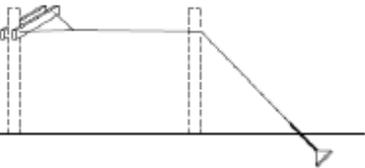
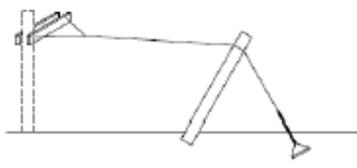
DISPOSICIÓN DE RETENIDAS	CLAVE	NOMBRE
	RBA	Retenida de banqueteta y ancla
	RVP	Retenida volada a poste y ancla
	RVE	Retenida volada a estaca y ancla
	RPP	Retenida poste a poste

Tabla 32 Codificación de retenidas 2.

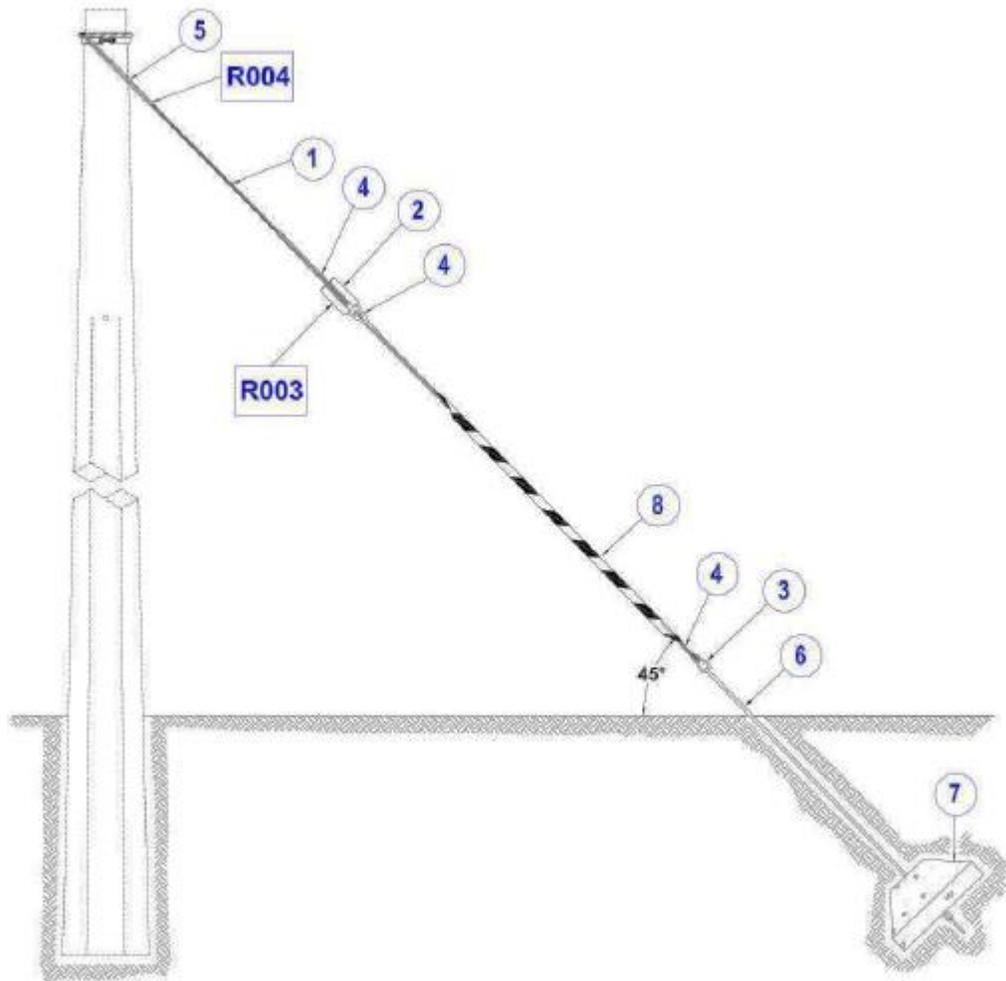


figura 27 Retenida sencilla de ancla para línea de media tensión.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RSA EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida, ver 06 00 03	1
2	52000-55	Pz	Aislador R (1)	1
3	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	1
4		Pz	Remate prefabricado P, ver 06 00 16	3
5		Pz	Remate prefabricado PRA, ver 06 00 16	1
6	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
7	2A400-10	Pz	Ancla cónica C3 (2)	1
8	2P600-43	Pz	Protector para retenida R1	1

Tabla 33 Lista de materiales para retenida RSA en media tensión.

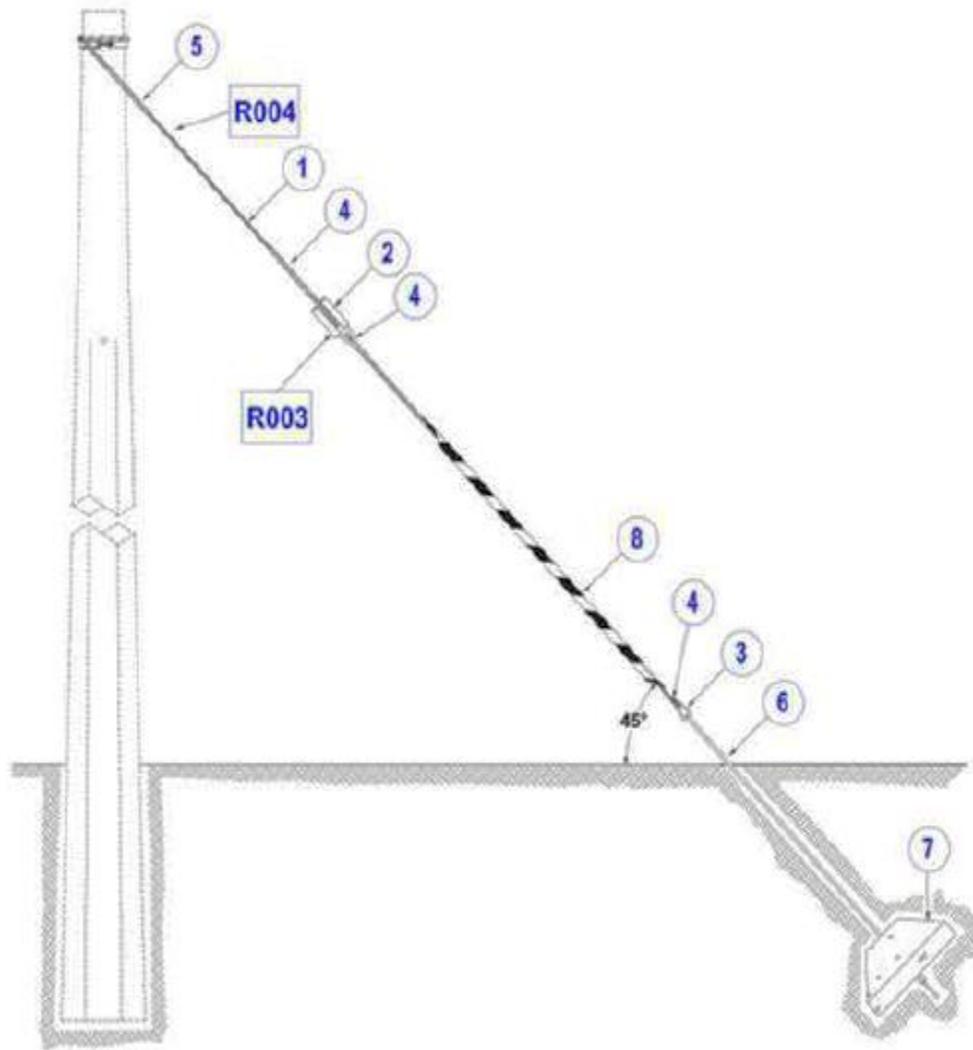


figura 28 Retenida sencilla de ancla para línea de media tensión.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RSA EN BAJA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida, ver 06 00 03	1
2	52000-55	Pz	Aislador 2R	1
3	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	1
4		Pz	Remate preformado P, ver 06 00 16	3
5		Pz	Remate preformado PRA, ver 06 00 16	1
6	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
7	2A400-10	Pz	Ancla C3 (1)	1
8	2P600-43	Pz	Protector para retenida R1	1

Tabla 34 Lista de materiales para retenida RSA en baja tensión.

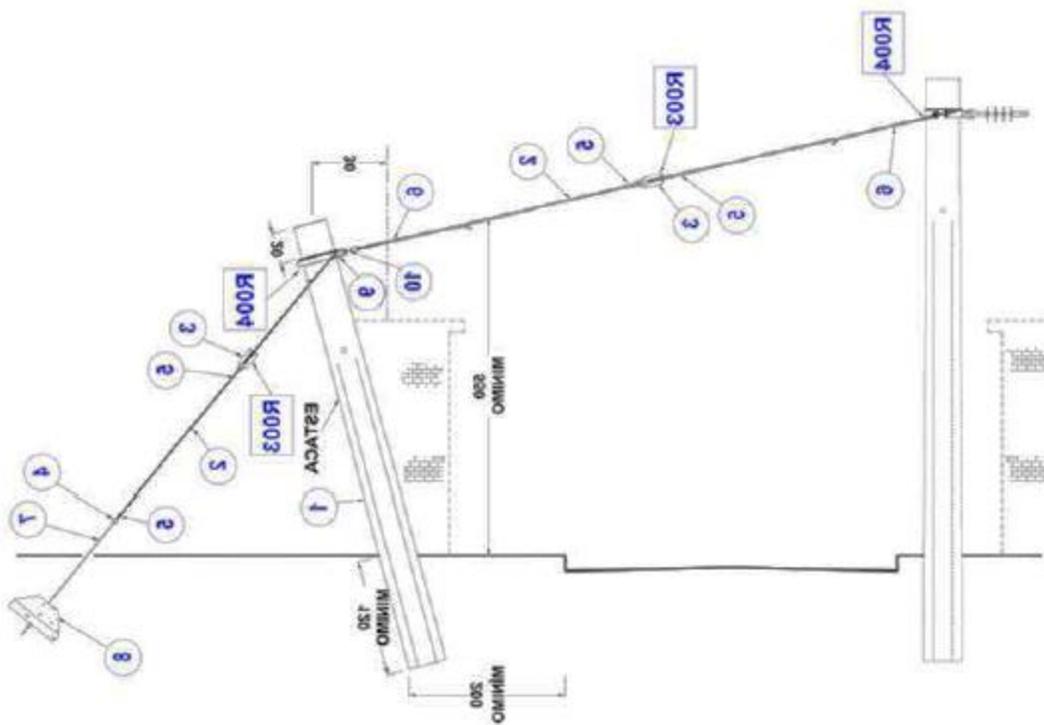


figura 29 Retenida a estaca y ancla.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA REA EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-7C-500 (1)	1
2		Lote	Cable para retenida, ver 06 00 03	1
3	52000-55	Pz	Aislador R (2)	2
4	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	2
5		Pz	Remate preformado P, ver 06 00 16	6
6		Pz	Remate preformado PRA, ver 06 00 16	2
7	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
8	2A400-10	Pz	Ancla cónica C3 (3)	1
9	2A100-03	Pz	Abrazadera 2AG	1
10	2G300-84	Pz	Grillete GA1	1

Tabla 35 Lista de materiales para retenida REA en media tensión.

Nota:

En caso de que la retenida cruce con otra línea de media tensión instale dos aisladores R, uno próximo al poste y el otro a la estaca.

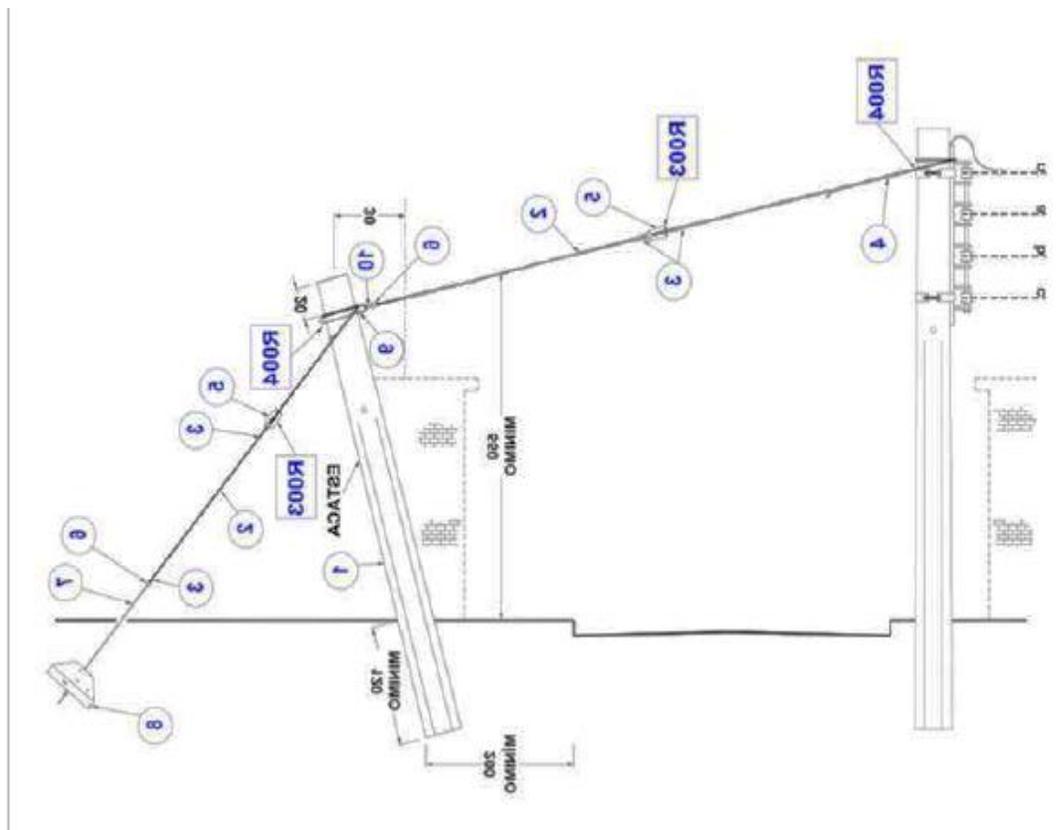


figura 30 Retenida a estaca y ancla.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA REA EN BAJA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-7C-500 (1)	1
2		Lote	Cable para retenida, ver 06 00 03	1
3		Pz	Remate preformado P, ver 06 00 16	6
4		Pz	Remate preformado PRA, ver 06 00 16	2
5	52000-55	Pz	Aislador 3R	1
6	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	2
7	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
8	2A400-10	Pz	Ancla C3 (2)	1
9	2A100-03	Pz	Abrazadera 2AG	1
10	2G300-84	Pz	Grillete GA1	1

Tabla 36 Lista de materiales para retenida REA en baja tensión.

Nota:

En caso de que la retenida cruce con línea primaria, instale dos aisladores R, uno a cada lado del cruce y próximos a los postes.

Se utiliza para retener conductores de líneas de media tensión rematados con tramos corto, vea norma 05-00-01. También se utiliza para retener deflexiones hasta de 30° con cualquier calibre de conductor.

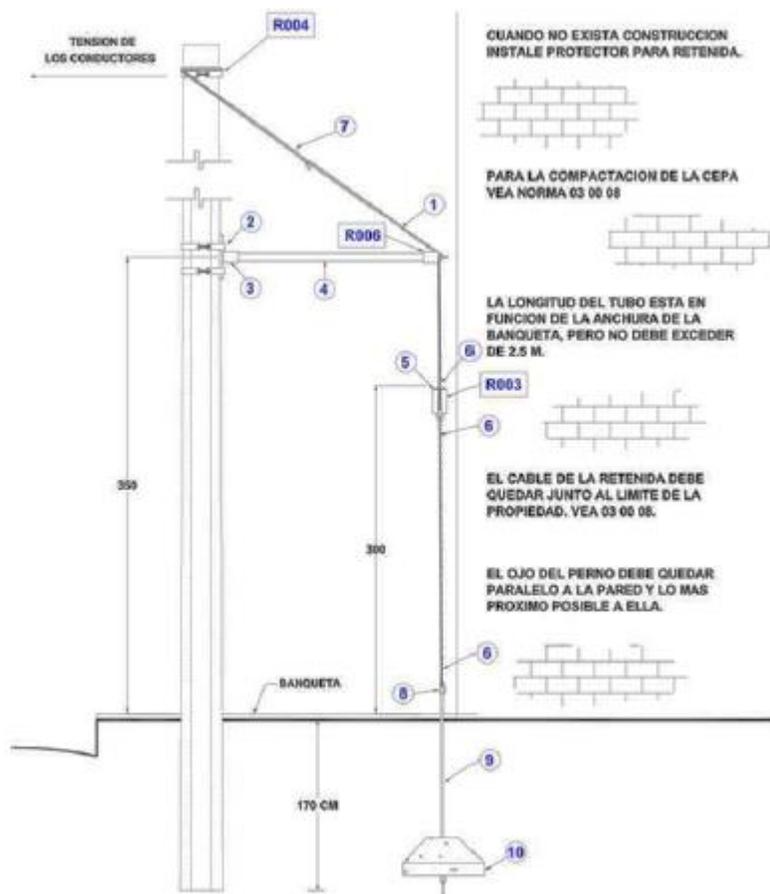


figura 31 Retenida de banqueta y ancla.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RBA EN MEDIA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida, ver 06 00 03	1
2	2A100-04	Pz	Abrazadera BS, ver 04 H0 02	2
3	2B500-30	Jgo	Grapa y base RB	1
4		Pz	Tubo de acero galvanizado 51 mm (1)	1
5	52000-55	Pz	Aislador R (2)	1
6		Pz	Remate preformado P, ver 06 00 16	3
7		Pz	Remate preformado PRA, ver 06 00 16	1
8	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	1
9	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
10	2A400-10	Pz	Ancla cónica C3 (3)	1

Tabla 37 Lista de materiales para retenida RBA en media tensión.

Se utiliza para retener conductores de baja tensión rematados con tramo corto. También se utiliza para retener deflexiones hasta de 30° con cualquier calibre d conductor.

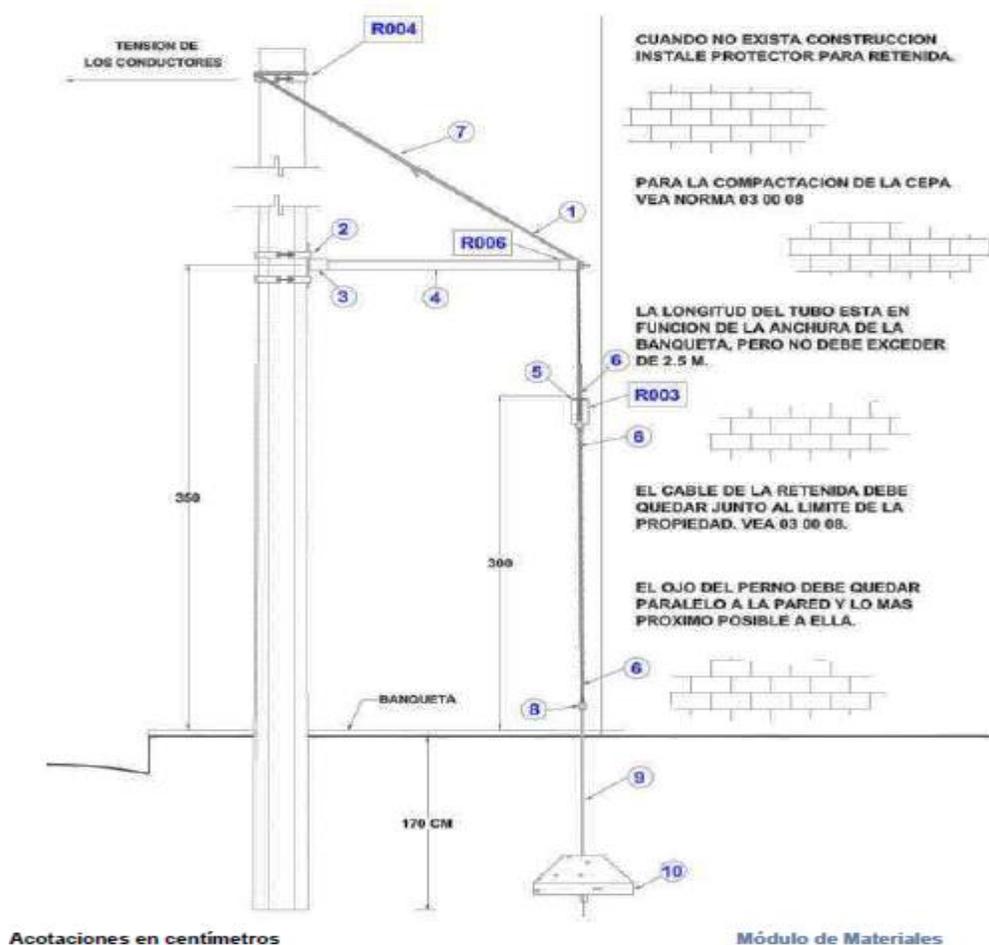


figura 32 Retenida de banqueta y ancla.

MÓDULO DE MATERIALES PARA RETENIDA RBA EN BAJA TENSIÓN				
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
1		Lote	Cable para retenida, ver 06 00 03	1
2	2A100-04	Pz	Abrazadera BS, ver 04 H0 02	2
3	2B500-30	Jgo	Grapa y base RB	1
4		Pz	Tubo de acero galvanizado 51 mm (1)	1
5		Pz	Remate preformado P, ver 06 00 16	3
6		Pz	Remate preformado PRA, ver 06 00 16	1
7	52000-55	Pz	Aislador 3R	1
8	2R300-31	Pz	Guardacabo G2	1
9	2P200-59	Pz	Perno ancla 1PA	1
10	2A400-10	Pz	Ancla C3 (2)	1

Tabla 38 Lista de materiales para retenida RBA en baja tensión.

2.10 TIPOS DE AISLADORES.

- objetivo

Establecer los requerimientos principales para la adquisición, así como las características electromecánicas y dimensiones que deben cumplir los aisladores tipo poste (sintéticos o de porcelana), utilizados por la comisión federal de electricidad (CFE) en redes y líneas aéreas de distribución hasta 138 KV.

- Campo de aplicación.

Esta especificación aplica en las adquisición y suministro, evaluación de pruebas de prototipo, aceptación y rutina de control de calidad de los aisladores tipo poste (sintéticos o de porcelana), utilizados en redes y líneas aéreas de distribución de la CFE.

- Definiciones.

Aislador

Un aislador es un soporte no conductor, para un conductor eléctrico.

Aislador tipo poste.

Es aquel que consiste en una pieza de material aislante ensamblado permanente aun a base metálica y en ocasiones a un herraje para fijación del conductor, para ser montado rígidamente a una estructura o cruceta por medio de un perno o varios tornillos.

Aislador para zonas contaminadas, PC.

Aislador tipo poste, por sus características dimensionales de diseño del perfil y materiales, es adecuado para trabajar en zonas con nivel de contaminación media, alta extra alta, de acuerdo con la norma NMX-J562/-1-ANCE.

Aislador para zonas con descargas atmosféricas, PD.

Aislador tipo poste que, por sus características dimensionales de diseño del perfil y materiales, es adecuado para trabajar en zonas con incidencia de descarga atmosféricas, con una probabilidad mínima de flameo o perforación a 60 Hz.

Condiciones ambientales normalizadas.

Condiciones ambientales indicadas en la norma NMX-J-271/1 bajo las cuales se realiza una prueba. Si las condiciones ambientales de prueba son diferentes de las condiciones ambientales normalizadas, los valores de se de ben de corregir de acuerdo con lo indicado en NMX-J-271/1.

DISTANCIA DE FUGA.

Es la distancia en milímetros más corta a lo largo del contorno de la superficie aislante extrema del aislador, en la cual se aplica la tensión eléctrica de operación.

Distancia específica de fuga, DEF.

Es el producto de dividir la distancia de fuga entre de un aislador entre la tensión máxima de diseño de fase a fase, se expresa en mm/kv.

Distancia de fuego protegida.

Es la distancia de fuga de una sección continua de la superficie del aislador, que se encuentra protegida en una sola pieza geoméricamente del depósito de contaminantes por efecto de la gravedad, así como del contacto del agua de lluvia o de su escurrimiento, cuando el aislador se encuentra en posición vertical con respecto al nivel del suelo.

Interfases.

Es la superficie entre los diferentes materiales o partes de un aislador sintético o híbrido.

Tensión de descargada disruptiva u60.

Es el valor previsto de la tensión que tiene el 60% de probabilidad de producir una descarga disruptiva en el objeto bajo prueba.

Tensión crítica de flameo al impulso por rayo.

Es el valor de creta de tensión de una onda de impulso por rayo normalizada $1.2/50\mu s$, que, bajo condiciones especificadas, tiene una probabilidad de flameo del 50%. La polaridad del impulso puede ser positivo o negativo.

Tensión de flameo a 60 Hz.

Se define como la tensión un 50 de valor eficaz (rms) de la tensión a 60 Hz, bajo condiciones atmosféricas normalizadas. Si la tensión de flameo se obtiene bajo condiciones de lluvia se le conoce como tensión de flameo en húmedo. Cuando se obtiene bajo condiciones secas se le conoce como tensión de flameo en seco.

Tensión de aguante normalizada.

Es le valor previsto especificado de tensión, en el cual caracteriza al aislamiento con relación a la prueba de aguante.

A menos que se especifique de otra manera las tensiones de aguante están referidas a condiciones ambientales normalizadas.

Zona normal.

Es la zona con niveles de contaminación ligera de acuerdo a la norma NMX-J-561-ANCE.

Zona contaminada.

Es la zona con contaminación media, alta y extra alta de acuerdo a la norma NMX-J-561-ANCE.

Zona de descarga atmosféricas.

Es la zona con incidencia de descargas atmosféricas que provocan flameos o perforaciones en aisladores utilizados en líneas de distribución aéreas y pueden estar a cualquier altitud.

Agrietamiento (crazing).

Es cuando se forma microfisuras en la superficie, con profundidades aproximadas de 0.01 mm a 0.1 mm.

Caleo (chalking).

Es la formación de una superficie rugosa o con polvos causada por algunas partículas del relleno del material de la envolvente.

Carbonización (tracking).

Es la una degradación irreversible por la formación de caminos conductores iniciándose y desarrollándose en la superficie de un material aislante. Estos caminos son conductores aun en condiciones secas. La carbonización puede ocurrir en superficies de contacto con aire y también en las interfases de los diferentes materiales aislantes.

Erosión.

Es una degradación no conductora e irreversible de la superficie del aislador que ocurre por pérdida de material.

Esta puede ser uniforme, localizada o en forma de árbol.

Fenómeno de hidrolisis.

Es el debido a la penetración de agua en forma líquida o como vapor de agua, que puede ocurrir en los materiales del aislador sintéticos. Lo que puede conducir a una degradación mecánica y/o eléctrica.

Grieta (cracking).

Cualquier fractura en la superficie con profundidad mayor a 0.1 mm.

Resistencia a la torsión.

Es la resistencia del aislador a un par o momento torsión ante aplicado en su eje longitudinal, sin que se produzca daño.

Distancia de fuga específica unificada (USCD).

Distancia de fuga de un aislador, dividida por el valor eficaz de la mayor tensión de operación a través del aislador.

- Símbolos y abreviaturas.

La descripción corta muestra las principales características descriptivas de los aisladores tipo poste de acuerdo a lo siguiente:

Donde: R S U V J W

1. R) tensión eléctrica nominal de sistema.
2. S) Instalación.
3. U) Aplicación.
4. V) material del aislador.
5. J) material del drenaje.
6. W) distancia de fuga.

Los valores que descubren a un aislador tipo poste son los siguientes:

1. Tensiones eléctricas nominales del sistema "R".
 - A) 13= 13.8 KV.
 - B) 22= 23 KV.
 - C) 33= 34.5 KV.
 - D) 69= 69 KV.
 - E) 115= 115.KV.
 - F) 138= 138 KV.
2. Instalación "S".
 - A) P= Montaje en poste de madera, fibra de vidrio o concreto (para tensiones iguales o menores a 34.5 KV).
 - B) PA= Montaje en poste de acero (para tensiones mayores a 34.5 KV).
 - C) PM= Montaje en poste de madera o fibra de vidrio (para tensiones mayores a 34.5 KV).
3. Aplicación "U" (para tensiones igual o menores a 34.5 KV).
 - A) C= Aislador para zonas contaminadas.
 - B) D= aislador para zonas con descargas atmosféricas.
4. Material de aislador "V".
 - A) P= Porcelana construido en una sola pieza.
 - B) H= Envolvente de hule silicón, con núcleo de porcelana, fibra de vidrio, concreto polimérico o cualquier material aislante.
 - C) Z= Concreto polimérico construido en una sola pieza.

5. Material del herraje “J”.
 - A) G= Acero inoxidable, acero o hierro nodular galvanizado por inmersión en caliente tipo especial, conforme a la norma NMX-H-004.
 - B) L= Aluminio.
6. Distancia de fuga “W”.
 - A) 1= Con distancia específica de fuga mayor a 20 mm/KV.
 - B) 2= Con distancia específica de fuga mayor a 25 mm/KV.
 - C) 3= Con distancia específica de fuga mayor a 31 mm/KV.
 - D) 4= Con distancia específica de fuga mayor a 31 mm/KV y distancia de fuga protegida.

Nota: un aislador con distancia de fuga superior a la específica puede ser aceptado. Sin embargo, no se acepta aisladores con NBAI superiores a los solicitados.

- Selección del aislador.

Los siguientes aisladores se pueden clasificar tomando como referencia la nomenclatura indicada en el punto 6 la cual no es limitativa. Las figuras son ilustrativas y en ninguna forma se pretende definir u orientar el perfil y/o material de los aisladores.

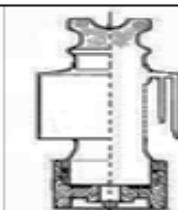
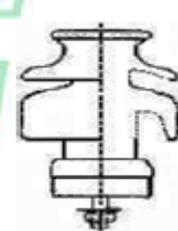
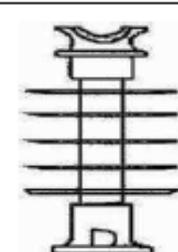
Descripción	Descripción corta	Figura ilustrativa
Aislador tipo poste de una red de distribución de 13.8 kV, para una zona de contaminación, con envolvente de hule silicón, núcleo de porcelana y herraje de acero inoxidable o hierro nodular galvanizado, con distancia específica de fuga igual o mayor a 31 mm / kV y con distancia de fuga protegida de una sola pieza.	<u>13 PCHG4</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 23 kV, para una zona de contaminación, de porcelana y herraje de acero inoxidable o hierro nodular galvanizado, con distancia específica de fuga igual o mayor a 25 mm / kV NOTA: Nótese que este aislador tiene distancia de fuga protegida. En caso de cumplir con lo especificado, este aislador puede ser clasificado como 22 PCPG3 ó 22 PCPG4	<u>22 PCPG2</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 34.5 kV, para una zona de contaminación, envolvente de hule silicón con núcleo de porcelana, fibra de vidrio o concreto polimérico con herraje de aluminio, con distancia específica de fuga igual o mayor a 31 mm / kV	<u>33 PCHL3</u>	

Tabla 39 Codificación tipo de aisladores 1.

- Características y condiciones generales.

Los aisladores tipo poste se clasifican de acuerdo a su tensión eléctrica nominal del sistema, instalación, la zona de aplicación, material y perfil, conforme a lo siguiente.

- A) Tensión nominal del sistema (KV): 13.8, 23, 34.5, 69, 115 y 138.
- B) Instalación: en postes de madera, fibra de vidrio, metálicos o postes de concreto.
- C) Zona de aplicación: contaminación y descargas atmosféricas.
- D) Material: porcelana o hule silicón construido en una sola pieza. ^[43]

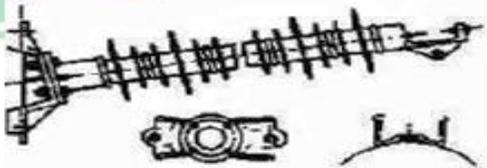
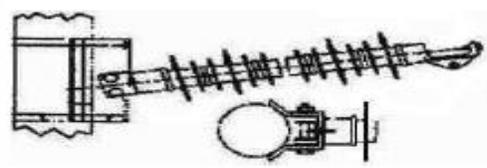
Descripción	Descripción corta	Figura ilustrativa
Aislador tipo poste de una red de distribución de 34.5 kV, para una zona de descargas atmosféricas, de porcelana y herraje de acero inoxidable o hierro nodular galvanizado, con distancia específica de fuga igual o mayor a 20 mm/ kV	<u>33 PDPG1</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 69 kV, para montaje en poste de madera, para una zona normal, de porcelana, herraje de acero galvanizado y con una distancia de fuga igual o mayor a 20 mm / kV. NOTA: Para postes de acero la descripción es 69 PA PG1	<u>69 PM PG1</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 115 kV, para montaje en poste de acero, para una zona de contaminación, con envolvente de hule de silicón, herraje de acero galvanizado y con una distancia de fuga igual o mayor a 31 mm/kV. NOTA Para postes de madera la descripción es 115 PM PG1	<u>115 PA H G 3</u>	
Aislador tipo poste de una red de distribución de 138 kV, para montaje en poste de madera o fibra de vidrio, para una zona de contaminación, con envolvente de hule silicón, herraje de acero galvanizado y con una distancia de fuga igual o mayor a 25 mm/ kV	<u>138 PM H G2</u>	

Tabla 40 Codificación tipo de aisladores 2.

2.11 TIPOS DE FUSIBLES.

- Objetivo

Establecer las características técnicas de control de calidad y pruebas que debe cumplir el eslabón fusible universal.

- Campo de aplicación,

Aplican para eslabones fusibles para distribución los cuales se utilizan en cortacircuitos fusibles hasta 38 KV y 100 A que adquiere la comisión federal de electricidad (CFE) y sus empresas productivas subsidiarias (EPS).

- Características y condiciones generales.

1. Clasificación.

Se clasifica de acuerdo con sus relaciones de rapidez de fusión en:

- a) Eslabón fusible tipo fraccionario F (Alton impulso) véase tabla 25, 26, 27, 28.
- b) Eslabón fusible tipo K (rápido) ver tabla 25, 26, 27, 28
- c) Eslabón fusible tipo S (estándar) ver tabla 25, 26, 27, 28.
- d) Eslabón fusible tipo T (lento) ver tabla 25, 26, 27, 28.

2. Características

- a) Generalidades.

Los eslabones fusibles deben cumplir con esta especificación y con los requisitos indicados en la norma NMX-J-149-2.

- b) Designación.

Se designan como se indica en las tablas 25, 26, 27, 28.

- c) Partes componentes del eslabón fusible.

El cable del eslabón fusible debe ser de cobre estañado la selección transversal (calibre) de este debe ser adecuada a la corriente nominal del fusible y suficiente para resistir el efecto corona, así como asegurar su salida del tubo protector durante la interrupción de la falla.

La longitud del cable del eslabón fusible, para su adaptación y montaje en el cortacircuitos fusible, debe ser de tal que cumpla con la longitud total que se indica en las tablas 25, 26, 27, 28.

- d) Tubo protector

El tipo protector del eslabón fusible debe ser de material de alta resistencia mecánica, que permita proteger al elemento fusible adecuado para la interrupción y despeje de la falla. Su longitud debe ser tal que permita su correcta instalación en cualquier cortocircuito que cumpla con la especificación CFE V4110-03.

- e) Botón del eslabón fusible.

El botón del eslabón fusible debe ser removible, para instalarlo en los cortacircuitos fusibles, que utilizan varillas a cortadoras de arco (extensión de botones). El botón del eslabón fusible debe permitir que sobresalga ligeramente la cabeza de la terminal superior.

- f) Presentación de las curvas corriente-tiempo.

Las curvas características corriente-tiempo se deben presentar en hojas de escalas logarítmicas en ambos ejes, de acuerdo con la norma NMX-J-149-2. El grueso del trazo de las curvas debe ser de 0.5 mm a 0.8 mm.

3. Condiciones de desarrollo sustentable.
El proveedor debe tomar en cuenta, desde la etapa del diseño del eslabón fusible universal para distribución, las condiciones de protección ambiental como parte de un desarrollo sustentable que se establece en las normas nacionales e internacionales vigentes.
4. Condiciones de seguridad industrial.
No aplica.
5. Control de calidad.
 - a) Muestreo
Se debe como se indica en la norma NMX-Z-012, con un nivel de inspección especial S-2.
 - b) Pruebas
Las pruebas que se deben efectuar son las indicaciones en la norma NMX-J-149-2.
Pruebas de diseño (prototipo).
 - a) Inspección visual y verificación dimensional.
 - b) Resistencia de tensión mecánica.
 - c) Corriente-tiempo mínimo de fusión.
 - d) Corriente-tiempo de interrupción total.
 - e) Elevación de temperatura.
6. Pruebas de rutina.
Son las pruebas efectuadas por el fabricante, de acuerdo con lo indicado en la norma NMX-J-148-2. El fabricante debe entregar los reportes de prueba a la CFE.
 1. Pruebas de aceptación.
Estas son las siguientes:
 - a) Inspección visual y verificación dimensional.
 - b) Resistencia de tensión mecánica.
 - c) Corriente-tiempo mínimo de fusión.
 - d) Verificación de las curvas
-corriente-tiempo de mínima fusión.
-corriente-tiempo de interrupción total.

Debe cumplir con lo indicado en la norma NMX-J-149-2.

Descripción corta	Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Longitud total (mm)
E F 15-F-0.33	15	0.33	600
E F 15-F-0.50	15	0.50	600
E F 15-F-0.75	15	0.75	600
E F 15-F-1.25	15	1.25	600
E F 15-F-1.50	15	1.50	600
E F 15-F-2.50	15	2.50	600
E F 15-F-2.75	15	2.75	600
E F 15-F-3.50	15	3.50	600
E F 15-F-5.50	15	5.50	600
E F 27-F-0.33	27	0.33	600
E F 27-F-0.50	27	0.50	600
E F 27-F-0.75	27	0.75	600
E F 27-F-1.25	27	1.25	600
E F 27-F-1.50	27	1.50	600
E F 27-F-2.50	27	2.50	600
E F 27-F-2.75	27	2.75	600
E F 27-F-3.50	27	3.50	600
E F 27-F-5.50	27	5.50	600
E F 38-F-0.50	38	0.50	750
E F 38-F-0.75	38	0.75	750
E F 38-F-1.25	38	1.25	750
E F 38-F-1.50	38	1.50	750
E F 38-F-2.50	38	2.50	750
E F 38-F-2.75	38	2.75	750
E F 38-F-3.50	38	3.50	750
E F 38-F-5.50	38	5.50	750

Tabla 41 Designación y características de los eslabones fusibles tipo F (alto impulso) para distribución.

Nota:

1.- La tolerancia permisible en la longitud del eslabón fusible es de ± 20 mm.

2.- Abreviaturas en la descripción:

15, 27 y 38 = Tensión nominal, en KV.

0.33, 0.50, 1, 2, 3... 100 = Corriente nominal, en A.

EF = Eslabón fusible.

F = Fraccionario (alto impulso).

Descripción corta	Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Longitud total (mm)
EF 15K-1	15	1	600
E F 15K-2	15	2	600
EF 15K-3	15	3	600
E F 15K-5	15	5	600
E F 15K-6	15	6	600
E F 15K-8	15	8	600
E F15K-10	15	10	600
E F 15K-12	15	12	600
E F 15K-15	15	15	600
E F15K-20	15	20	600
E F 15K-25	15	25	600
E F 15K-40	15	40	600
E F 15K-65	15	65	600
E F 27K-1	27	1	600
E F 27K-2	27	2	600
E F 27K-3	27	3	600
E F 27K-5	27	5	600
E F27K-6	27	6	600
E F 27K-8	27	8	600
EF27K-10	27	10	600
E F27K-12	27	12	600
E F27K-15	27	15	600
E F 27K-20	27	20	600
E F 27K-25	27	25	600
E F 27K-40	27	40	600
E F 27K-65	27	65	600
E F 38K-1	38	1	750
E F 38K-2	38	2	750
E F 38K-3	38	3	750
E F 38K-5	38	5	750
E F 38K-6	38	6	750
E F 38K-8	38	8	750
EF38K-10	38	10	750
E F38K-12	38	12	750
E F38K-15	38	15	750
E F38K-20	38	20	750

Tabla 42 Designación y características de los eslabones fusible tipo K (rápido) para distribución.

Nota:

1.- La tolerancia permisible en la longitud del eslabón fusible es de ± 20 mm.

2.- Abreviaturas en la descripción:

15, 27 y 38 = Tensión nominal, en KV.

K= Rápido.

1, 2, 3 ...65 = Corriente nominal, en A.

EF = Eslabón fusible.

Descripción corta	Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Longitud total (mm)
E F 15S-1	15	1	600
E F 15S-2	15	2	600
E F 15S-3	15	3	600
E F 15S-5	15	5	600
E F 15S-8	15	8	600
E F 15S-10	15	10	600
E F 15S-12	15	12	600
EF 15S-15	15	15	600
E F 15S-25	15	25	600
EF 15S-40	15	40	600
E F 15S-65	15	65	600
E F 27S-1	27	1	600
E F 27S-2	27	2	600
E F 27S-3	27	3	600
E F 27S-5	27	5	600
E F 27S-8	27	8	600
EF27S-10	27	10	600
E F27S-12	27	12	600
E F27S-15	27	15	600
E F 27S-25	27	25	600
E F 27S-40	27	40	600
E F 27S-65	27	65	600
E F 38S-1	38	1	750
E F 38S-2	38	2	750
E F 38S-3	38	3	750
E F 38S-5	38	5	750
E F 38S-8	38	8	750
E F 38S-10	38	10	750
E F38S-12	38	12	750
E F 38S-15	38	15	750

Tabla 43 Designación y características de los eslabones fusibles tipo S (estándar) para distribución.

Nota:

1.- La tolerancia permisible en la longitud del eslabón fusible es de ± 20 mm.

2.- Abreviaturas en la descripción:

15, 27 y 38 = Tensión nominal, en KV.

S = Estándar.

1, 2, 3 ...65 = Corriente nominal, en A.

EF = Eslabón fusible.

Descripción corta	Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Longitud total (mm)
E F 15T-10	15	10	600
E F 15T-12	15	12	600
E F 15T-15	15	15	600
E F 15T-20	15	20	600
E F 15T-25	15	25	600
E F 15T-30	15	30	600
E F 15T-40	15	40	600
E F 15T-50	15	50	600
E F 15T-65	15	65	600
E F 15T-80	15	80	600
E F 15T-85	15	85	600
E F 15T-100	15	100	600
E F 27T-10	27	10	600
E F 27T-12	27	12	600
E F 27T-15	27	15	600
E F 27T-20	27	20	600
E F 27T-25	27	25	600
E F 27T-30	27	30	600
E F 27T-40	27	40	600
E F 27T-50	27	50	600
E F 27T-65	27	65	600
E F 27T-80	27	80	600
E F 27T-85	27	85	600
E F 27T-100	27	100	600
E F 38T-10	38	10	750
E F 38T-12	38	12	750
E F 38T-15	38	15	750
E F 38T-20	38	20	750
E F 38T-25	38	25	750
E F 38T-30	38	30	750
E F 38T-40	38	40	750
E F 38T-50	38	50	750
E F 33T-65	38	55	750
E F 38T-80	38	80	750
E F 38T-85	38	85	750
E F 38T-100	38	100	750

Tabla 44 Designación y características de los eslabones fusibles tipo T (lento) para distribución.

Nota:

1.-Lla tolerancia permisible en la longitud del eslabón fusible es de ± 20 mm.

2.- Abreviaturas en la descripción:

15, 27 y 38 = Tensión nominal, en KV.

T = Lento.

10, 12, 15, ...100 = Corriente nominal, en A.

EF = Eslabón fusible. ^[44]

2.12 TIPOS DE CONDUCTORES.

1. Para seleccionar conductores se deben considerar factores eléctricos, mecánicos, ambientales y económicos.
2. Eléctricamente se calcula el calibre en función de la carga por alimentar y la distancia de la fuente a la carga. (analizando regulación y pérdidas de energía por conducción). Empleando como mínimo 53.5 mm² (1/0 AWG) ACSR, 85 mm² (3/0 AWG) AAC Y 33.8 mm² (2AWG) Cu.
3. Las condiciones ambientales pueden ser normales, contaminadas o hielo.
4. Los conductores se normalizan en base a los siguientes criterios:
 - I) Calibres. - los incluidos en las tablas 30, 31, 32.
 - II) Material. -
 - 1) líneas de media tensión aérea con conductor desnudo:
 - a) AAC: en áreas urbanas y de contaminación.
 - b) ACSR: líneas y áreas rurales en todos los calibres normalizados.
 - c) COBRE: en áreas donde se justifique técnica y económicamente.
 - 2) Líneas de baja tensión aéreas:
 - a) Cable múltiple forrado: es el formado por un conductor desnudo o de soporte y uno o varios conductores de aluminio o de cobre forrados y dispuestos helicoidalmente alrededor del conductor desnudo.
5. En derivaciones y empalmes de conductores de ACSR o AAC se utilizarán invariablemente conectores de compresión.
6. Para conductores AAC y ACSR se utilizarán varillas preformadas en los apoyos de aisladores para seleccionarlos consulte tabla 35.
7. Para conectar ramales en media tensión se utilizará conector derivado tipo L, T.
8. Cuando se instalen conectores derivador mecánicos para línea viva (pericos) se deben instalar en un estribo de cobre.
9. Para rematar líneas de baja tensión de ACSR o AAC se utilizarán remates preformados.
10. El conductor de cobre se podrá empalmar, conectar y rematar entorchando, también se podrán utilizar conectores a compresión.
11. En remates de líneas de media tensión se usará grapa de remate, las líneas de baja tensión se rematarán mediante remates preformados.

Características de conductores desnudos.

- Cable ACSR: cable de aluminio con refuerzo central de acero.
- Cable AAC: conductor fabricado en aluminio, de nominación usada generalmente para conductores desnudos.
- Cable de cobre: cable de cobre desnudo en temple duro, semidesnudo y suave.

Tamaño o designación		Material	Hilos	Área (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/1000 m)	kg/1000 m 3 Conductores + 5 %	Carga de ruptura (kg)	Ampacidad (A)	Equivalente en Ampacidad
mm ²	AWG o kcmil									
33.6	2	Cu	7	33.62	8.14	305	931	1312	230	-
53.49	1/0	Cu	7	53.48	9.36	485	1479	2155	310	-
85.01	3/0	Cu	7	85.01	11.8	771	2352	3341	420	-
127	250	Cu	19	126.7	15.24	1149	3505	5048	540	-
85.0	3/0	AAC	7	85.01	12.75	234.4	715	1377	330	Cu 1/0
135	266.8	AAC	19	135.2	16.31	372.8	1137	2784	440	Cu 3/0
171	336.4	AAC	19	170.5	18.29	470.1	1434	2730	510	Cu 4/0
242	477	AAC	19	241.7	21.77	666.4	2033	3773	640	300
53.49	1/0	ACSR	6/1	62.4	10.11	216	659	1940	240	Cu 2
85.01	3/0	ACSR	6/1	99.23	12.75	343	1046	3030	315	Cu 1/0
135	266.8	ACSR	26/7	157.22	16.28	545	1662	5100	455	Cu 3/0
171	336.4	ACSR	26/7	198.3	18.31	689	2101	6375	530	Cu 4/0
242	477	ACSR	26/7	281.1	21.8	977	2980	8820	660	300

Tabla 45 Calibres.

Características tomadas de:	
Especificación CFE	Descripción.
CFE E0000-12	Cable de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR).
CFE E0000-30	Cable de aluminio desnudo (AAC).
CFE E0000-32	Alambre y cable de cobre desnudo.

Características de conductores múltiples.

Descripción	Conductores de fase de aluminio duro (AAC)							Cable mensajero ACSR					
	Calibre AWG	Número de cables aislados	Área de la sección mm ²	Número de hilos	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	dc* mm	e* mm	Calibre AWG	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Carga de ruptura mínima kN
(2+1)1/0-2	1/0	2	53,50	19	0,538	9,47	1,52	2	30,20	7	8,01	0,853	12,67
(3+1)1/0-2	1/0	3	53,50	19	0,538	9,47	1,52	2	30,20	7	8,01	0,853	12,67
(2+1)3/0-1/0	3/0	2	85,00	19	0,338	11,94	1,52	1/0	82,40	7	10,11	0,535	19,48
(3+1)3/0-1/0	3/0	3	85,00	19	0,338	11,94	1,52	1/0	82,40	7	10,11	0,535	19,48

Tabla 47 Características para cable múltiple ACSR.

Descripción	Conductores de fase de aluminio duro (AAC)							Cable mensajero de aluminio duro (AAC)					
	Designación	Número de cables aislados	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	e* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Designación	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Carga de ruptura mínima kN
(1+1)8	8	1	8,37	7	3,70	1,14	3,44	8	8,37	7	3,70	3,44	1,87
(1+1)6	6	1	13,30	7	4,67	1,14	2,17	6	13,30	7	4,67	2,17	2,53
(2+1)6	6	2	13,30	7	4,67	1,14	2,17	6	13,30	7	4,67	2,17	2,53
(3+1)6	6	3	13,30	7	4,67	1,14	2,17	6	13,30	7	4,67	2,17	2,53
(3+1)4	4	3	21,20	7	5,88	1,14	1,38	4	21,20	7	5,88	1,38	3,01
(2+1)2	2	2	33,60	7	7,42	1,14	0,856	2	33,60	7	7,42	0,856	5,88
(3+1)2	2	3	33,60	7	7,42	1,14	0,856	2	33,60	7	7,42	0,856	5,88
(2+1)1/0-2	1/0	2	53,50	19	9,47	1,52	0,538	2	33,60	7	7,42	0,856	5,88
(2+1)3/0-1/0	3/0	2	85,00	19	11,94	1,52	0,338	1/0	53,50	19	9,47	0,538	9,89
(3+1)1/0-2	1/0	3	53,50	19	9,47	1,52	0,538	2	33,60	7	7,42	0,856	5,88
(3+1)3/0-1/0	3/0	3	85,00	19	11,94	1,52	0,338	1/0	53,50	19	9,47	0,538	9,89

Tabla 48 Características para cable múltiple (AAC-AAC).

Descripción	Conductores de fase de cobre suave							Cable mensajero de cobre semiduro					
	Designación	Número de cables aislados	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	e* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Designación	Área de la sección mm ²	Número de hilos	dc* mm	Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km	Carga de ruptura mínima kN
(1+1)8	8	1	8,37	7	3,70	1,14	2,100	8	8,37	7	3,70	2,160	3,0139
(2+1)8	8	2	8,37	7	3,70	1,14	2,100	8	8,37	7	3,70	2,160	3,0139
(3+1)8	8	3	8,37	7	3,70	1,14	2,100	8	8,37	7	3,70	2,160	3,0139
(2+1)4	4	2	21,2	7	5,88	1,14	0,832	4	21,2	7	5,88	0,851	7,3967
(3+1)4	4	3	21,2	7	5,88	1,14	0,832	4	21,2	7	5,88	0,851	7,3967
(2+1)1/0-2C	1/0	2	53,5	19	9,47	1,52	0,329	2	33,6	7	7,42	0,541	11,6000
(3+1)1/0-2C	1/0	3	53,5	19	9,47	1,52	0,329	2	33,6	7	7,42	0,541	11,6000
(3+1)3/0-2/0C	3/0	3	85,0	19	11,94	1,52	0,207	2/0	67,4	19	10,63	0,270	23,6069

Tabla 46 Características para cable múltiple de cobre Cu-Cu cobre, con mensajero de cobre semidesnudo.

Características de conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V, para 75° C.

Calibre (AWG o KCM)		Material	Hilos	Diámetro del conductor (mm)	Área	Espesor del aislamiento (mm)	Diámetro exterior (mm)	Capacidad de conducción al aire* (A)
mm ²	AWG o kcmil							
53.49	1/0	Cu	19	9.47	53.48	2.03	13.53	230
85.01	3/0	Cu	19	11.94	85.01	2.03	16	310
127	250	Cu	37	14.62	126.7	2.41	19.44	405
152	300	Cu	37	16.01	152.00	2.41	20.83	445

Tabla 49 Características de conductores con aislamiento termoplástico.

Características tomadas de:

Especificación CFE E0000-03 conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V, para 75° C.

Notas:

1. Estos conductores se utilizan para la interconexión de las boquillas de baja tensión del transformador a la red, con temperatura ambiente 30°C.
2. Para casos donde se tenga que operar a temperaturas mayores a 30°C, la capacidad de los conductores se debe ajustar con los siguientes factores de corrección: ^[45].

Selección de varillas preformadas para conductores.

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA	
Temperatura ambiente °C	Factor
31 - 40	0.88
41 - 45	0.82
46 - 50	0.75
51 - 55	0.67
56 - 60	0.58

Tabla 50 Factor de corrección por temperatura.

1. Use varillas preformadas en todos los conductores de AAC o ACSR en líneas de media tensión excepto en los puentes y remates.
2. En estructuras con doble apoyo de aislador por fase en áreas urbanas y rurales, se utilizarán varillas preformadas largas.
3. Los conductores de cobre no requieren de varillas preformadas.
4. Las varillas preformadas se seleccionarán según la tabla siguiente: ^[46]

VARILLAS PREFORMADAS PARA ACSR			
Conductor		Descripción CFE	
mm ²	(Calibre AWG o kcmil)	Corta	Larga
53.49	(1/0)	P ACSR-C 1/0	P ACSR-L 1/0
85.01	(3/0)	P ACSR-C 3/0	P ACSR-L 3/0
135.00	(266)	P ACSR-C 266	P ACSR-L 266
171.00	(336)	P ACSR-C 366	P ACSR-L 366
242.00	(477)	P ACSR-C 477	P ACSR-L 477
Especificación CFE		51000-72	51000-73
VARILLAS PREFORMADAS PARA AAC			
Conductor		Descripción CFE	
mm ²	(Calibre AWG o kcmil)	Corta	
53.48	(1/0)	P AAC-C 1/0	
85.01	(3/0)	P AAC-C 3/0	
135.20	(266)	P AAC-C 266	
201.04	(397)	P AAC-C 397	
241.70	(477)	P AAC-C 477	
Especificación CFE		51000-72	

Tabla 51 Varillas preformadas para ACSR - AAC.

2.13 TIPOS DE SISTEMAS A TIERRA.

- Generalidades.

La seguridad del personal equipo es de primordial importancia en los sistemas de distribución, por lo que el neutro y la conexión a tierra tienen la misma importancia que las fases energizadas.

1. Normalmente los sistemas de tierra deben construirse con alambre de cobre semiduro desnudo de 21.2 mm² (4 AWG) mínimo.
2. Nunca se deben utilizar conductores de ACSR o AAC.
3. Las bajantes para tierra en nuevas instalaciones se deben de instalar en el interior del poste, para el caso de instalaciones existentes se podrá instalar por el exterior utilizando protector TS.
4. La resistencia de tierra debe tener un valor máximo de 25 ohm en tiempo de secas, cuando el terreno este húmedo debe tener un máximo de 10 ohm.
5. Todos los neutros continuos y bajantes de tierra deben estar interconectados, independientemente que no correspondan al mismo circuito o área en baja tensión.
6. Para áreas de alta incidencia de vandalismo y cuando la bajante de tierra se instale por fuera del poste, se optara por utilizar alambre de acero con recubrimiento de cobre soldado (ACS), de sección transversal de 19.89 mm².
7. Para áreas de contaminación, todos los conectores a utilizar serán de cobre a compresión.

2.13.1-Bajante para tierra.

1. La bajante para tierra está compuesta por conductor de cobre conectado a uno o varios electrodos para tierra y equipos de la estructura. En conjunto, el sistema de tierra debe tener la resistencia máxima indicada en el punto cuatro de la sección antes mencionada. Si la resistencia es mayor de los valores indicados, aplicar el apartado mejoras a sistemas de tierra (a), (b), (c), (d).

Los materiales para una bajante a tierra en área normal son:

MÓDULO DE MATERIALES			
ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
E0000-32	kg	Alambre Cu 4	2
56100-16	Pz	Electrodo para tierra ACS 16	1
2D100-26	Pz	Conector a compresión para electrodo para tierra CET-16	1

Tabla 52 Los materiales para una bajante a tierra en condiciones de contaminación.

Los materiales para una bajante a tierra en condiciones de contaminación son:

MÓDULO DE MATERIALES			
ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD
E0000-32	kg	Alambre Cu 4	2
56100-16	Pz	Electrodo para tierra AC* 16	1
2D100-25	Pz	Conector mecánico para tierra MET-16	1

Tabla 53 Los materiales para una bajante a tierra en condiciones de contaminación.

2. La bajante a tierra debe ser una, sin empalmes, el extremo inferior conectado al electrodo y el superior directamente al cable de guarda, equipo o neutro del transformador. A la bajante se deben conectar las terminales para tierras de los apartarrayos mediante un conector, así como también las pantallas metálicas de cables aislados; para transformadores ver sección 04 E0 04.
3. El orificio del ducto para la bajante a tierra en el poste se ubica a 1.8 m del extremo superior y otro a 1.5 m de la base.
4. La bajante se instala en el poste antes de hincarlo en la cepa, dejando suficiente conductor libre para las conexiones.

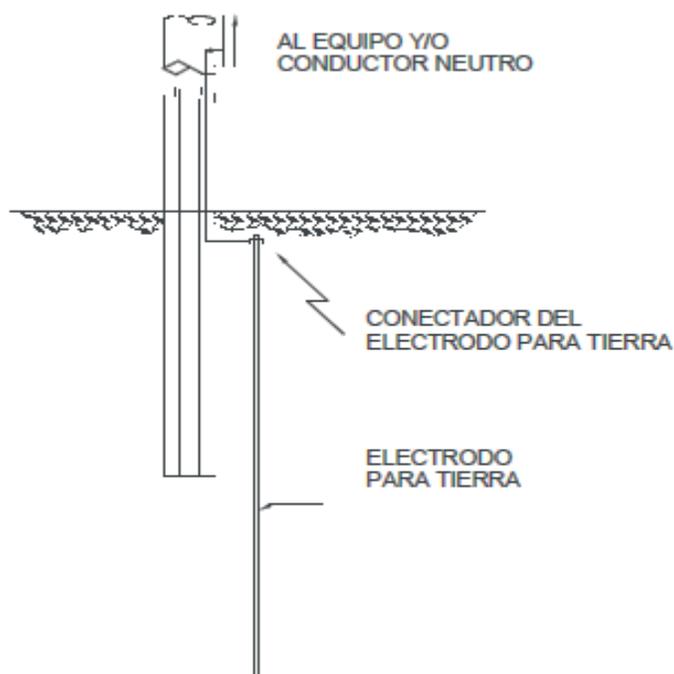


figura 33 Bajante para tierra.

Electrodos para tierra.

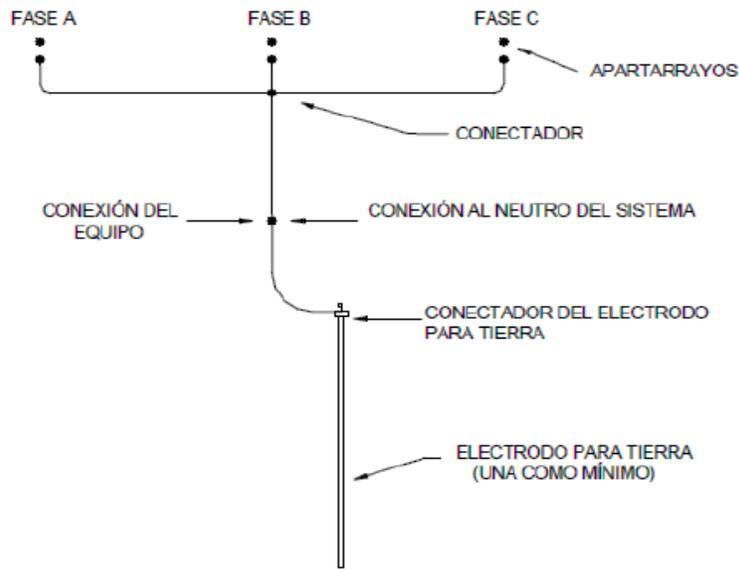


figura 34 Diagrama esquemático de una bajante de tierra para equipo.

2.13.2-La conexión a la línea.

- a) La conexión de la bajante de tierra al neutro o cable de guarda de ACSR o ACS se debe hacer con conector ver anexo 4.
- b) De existir puentes en la estructura, hacer la conexión en un puente, no en la línea con tensión mecánica.

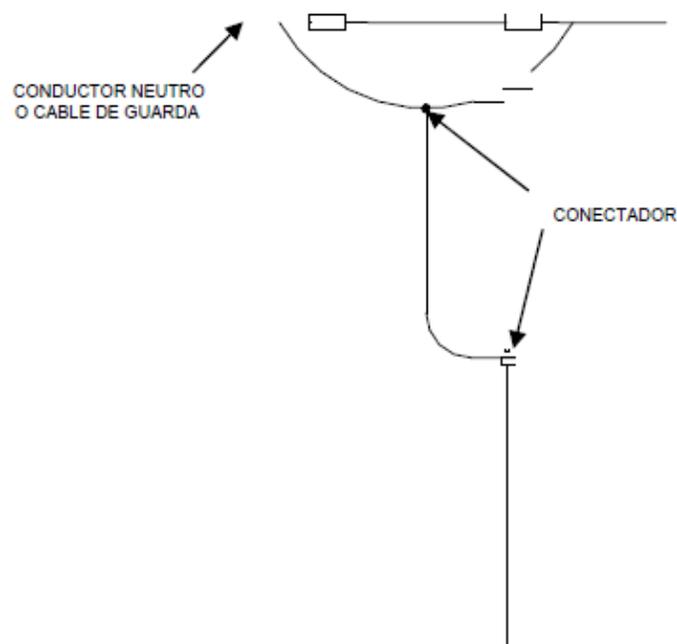


figura 35 La conexión a la línea.

1. Al clavar el electrodo es necesario utilizar como guía un tubo en el cual se inserte la varilla para que al golpearla no se flexione.
2. En áreas urbanizadas el electrodo debe quedar al nivel de piso. En áreas rurales (en despoblado), debe quedar a 20 cm de profundidad. En ambos casos se debe colocar frente al orificio para la bajante de tierra del poste.

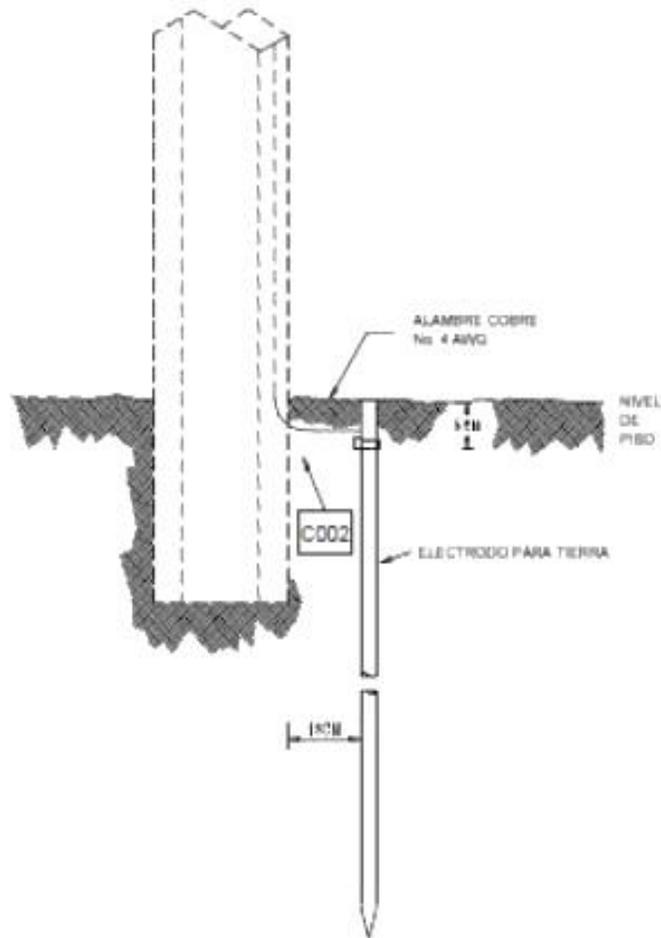


figura 36 Electrodo para tierra.

2.13.3-Mejora a sistemas de tierra.

a) Mejora a sistemas de tierra contra-antenas.

La mejora de la resistencia de tierra con contra-antena de conductor se efectúa cuando el valor de la resistencia de tierra con un electrodo rebasa el valor máximo de 25 ohm y cuando la adición de electrodos se dificulta por la característica del subsuelo, por lo que se puede optar por instalar líneas radiales con conductor de cobre desnudo de desperdicio partiendo desde el electrodo ya instalado.

Estas líneas radiales ven enterradas en una zanja con profundidad mínima de 40 cm. En el área urbana la ranura se hará entre el cordón y la banquetta.

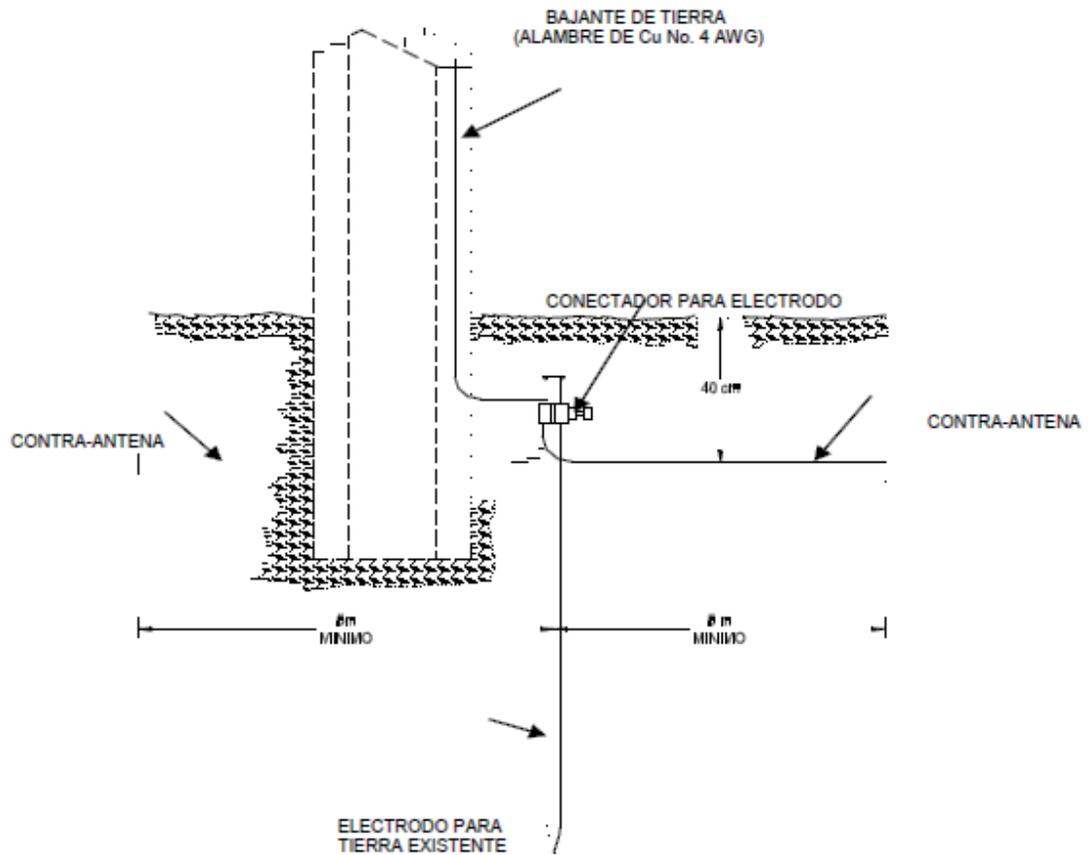


figura 37 Mejora a sistemas de tierra con contra antenas.

En primera instancia se abrirán dos zanjadas en sentido longitudinal de la línea con una distancia de 5 m cada una (o la distancia que indique la experiencia de pruebas en terrenos similares). Se hace una nueva prueba de resistencia y en función de los valores obtenidos se reducirá en número de zanjadas y su longitud para llevar al valor deseado. En áreas urbanas las siguientes zanjadas se continuarán a las anteriores. En áreas rurales las zanjadas deben ser perpendiculares a la línea.

El calibre mínimo de conductor será 21.2 mm^2 (4AWG) de cobre y debe conectarse al electrodo para tierra.

b) Mejora a sistema de tierra con bentonita.

1. Debido a que la resistencia del terreno depende de la composición del mismo, se hace necesario en algunos casos mejora las condiciones de resistividad. Uno de los sistemas económicos y de la mayor efectividad para abatir la resistencia es mediante la aplicación de bentonita sódica.

2. El tratamiento a tierras con bentonita se puede utilizar con electrodos o mediante el uso de contra-antenas de conductores de cobre desnudo.
3. Para todos los casos donde se utilice bentonita la mezcla debe ser de 1.5 litros de agua por cada kilogramo de bentonita. Esta mezcla se debe batir hasta obtener una masa uniforme y gelatinosa una vez terminado el trabajo se debe permitir el acceso de agua para mantener la humedad de la mezcla.
4. En terreno rocoso, se efectúan perforaciones con equipo neumático o moto-vibrador con una broca de 5.08 cm de diámetro y de 150 cm de longitud. El número de perforaciones depende de las características del terreno para obtener un valor máximo de 25 ohm inmediatamente después de haber efectuado la instalación, se elabora una parrilla con alambre de cobre semiduro desnudo, calibre 21.2 mm² (4AWG) de una pieza (sin empalmes) para insertarse en las perforaciones. Ambos extremos del alambre se unen con conector, finalmente las zanjas y las perforaciones se llenan con una pasta fluida de bentonita con agua. Como se muestra en la siguiente figura:

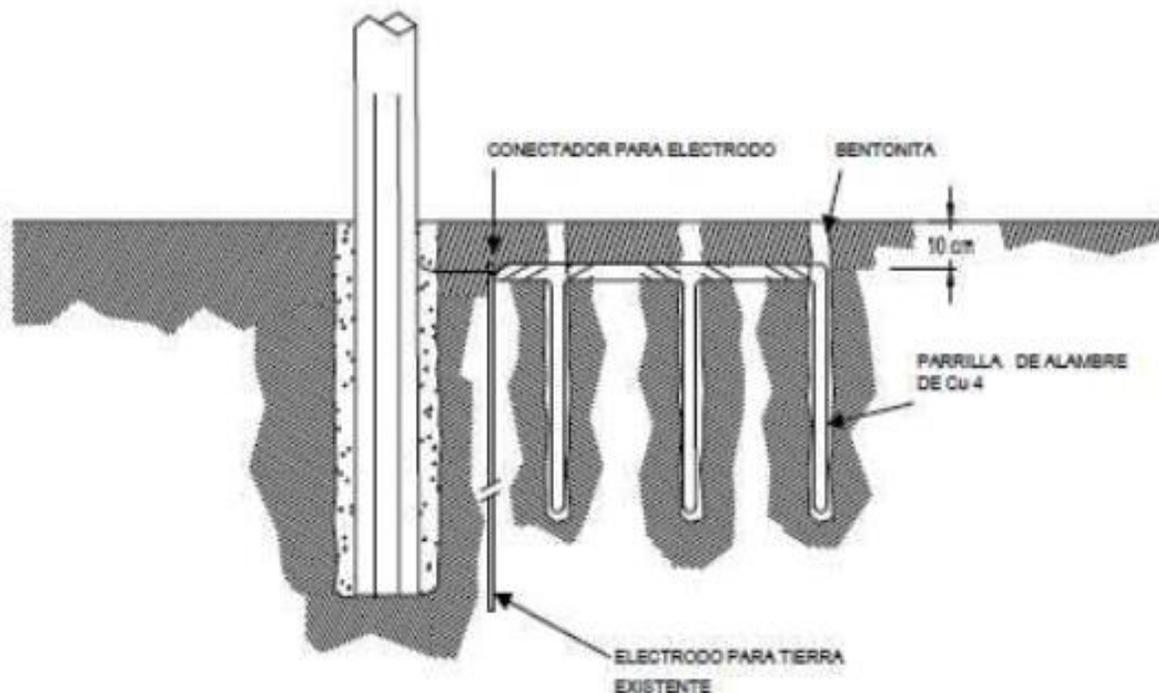


figura 38 Mejora a sistema de tierra con bentonita.

La parte superior de la zanja (10 cm) se recubre con el material de la excavación.

La perforación que se realice en banquetas y arrollo de calles para realizar los trabajos descritos en los puntos anteriores, se debe reponer con material y acabados similares a los existentes.

c) Mejora a sistema de tierra con electrodos.

En este caso, se hace una cepa de 45 cm de diámetro por 1.50 m de profundidad en la que se clava un electrodo de tierra adicional al centro de la misma, posteriormente se llena la cepa con la mezcla de bentonita y agua. Posteriormente se agrega agua para que el terreno se impregne bien con la mezcla. Vea la figura siguiente:

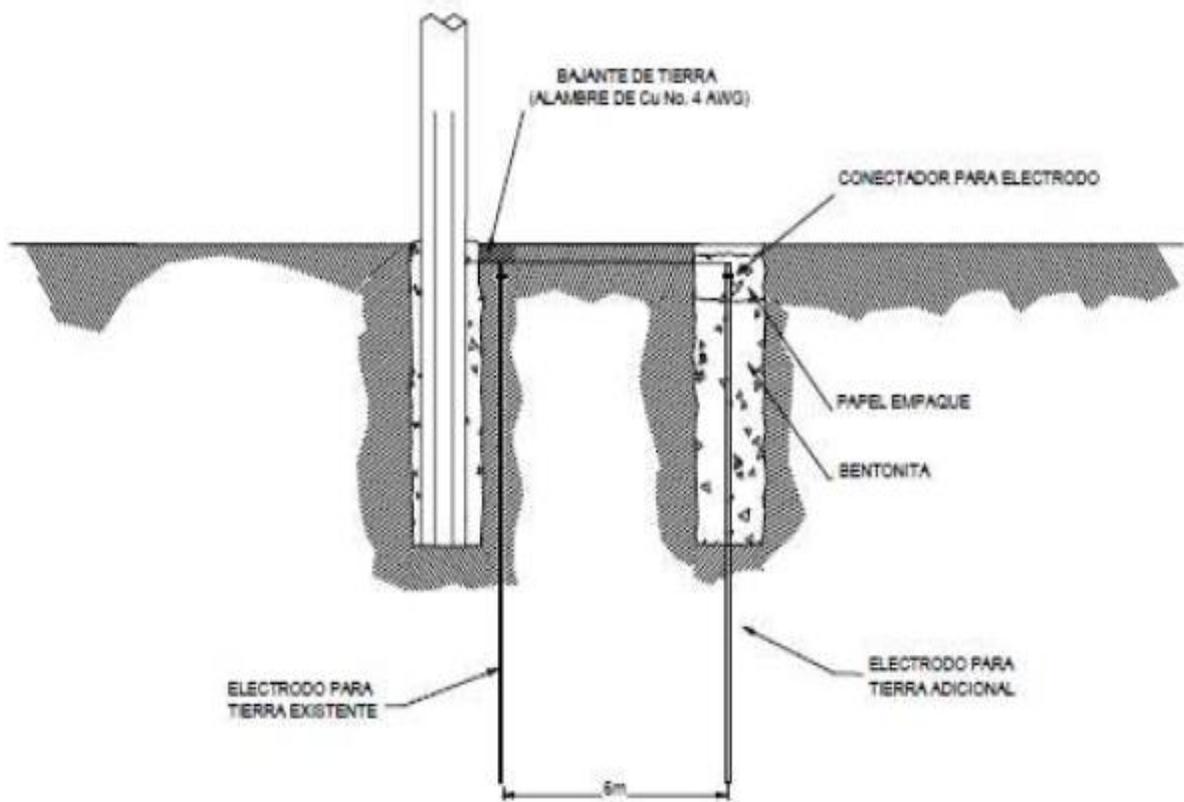


figura 39 Mejora a sistema de tierra con electrodos.

d) Mejora a sistema de tierra con contra-antenas, bentonita y electrodo.

Se instala la red de contra-antenas en la forma indicada, se llena la zanja con una mezcla de bentonita y agua a lo largo de las contra-antenas del electrodo. Posteriormente se tapa la zanja con la tierra extraída. Este sistema es apropiado para terreno rocoso, como se muestra en la figura siguiente: [47]

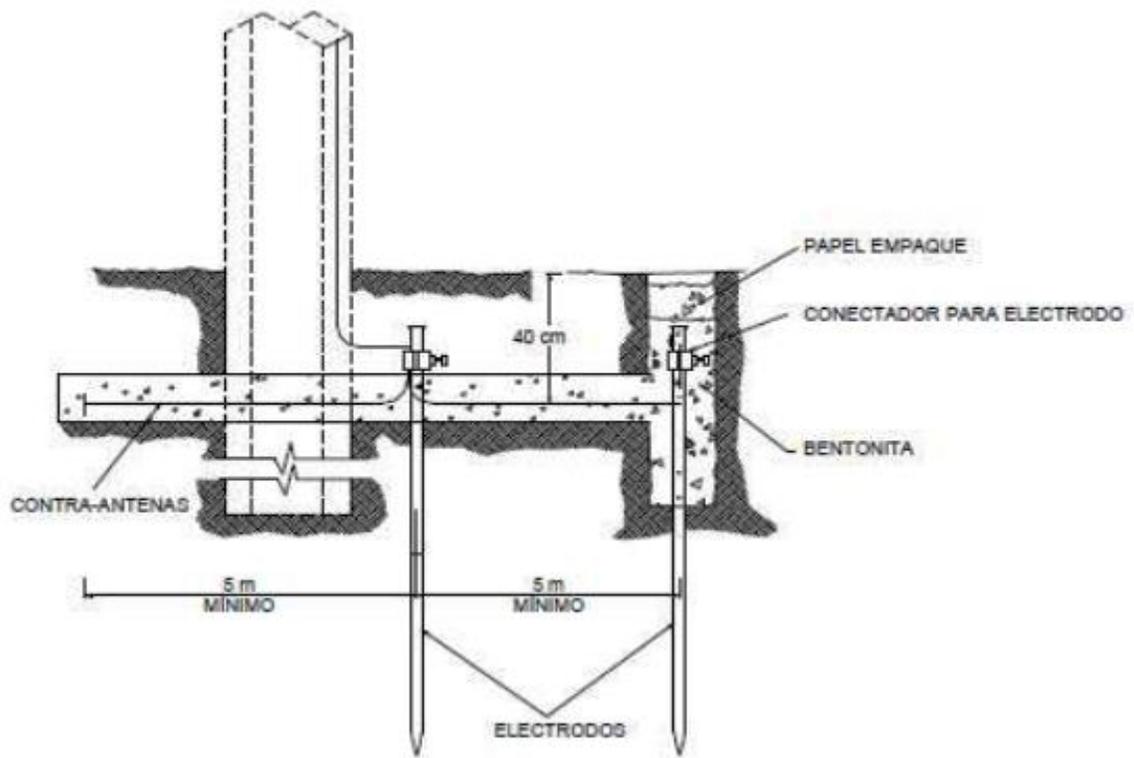


figura 40 Mejora a sistema de tierra con contra-antenas, bentonita y electrodo.

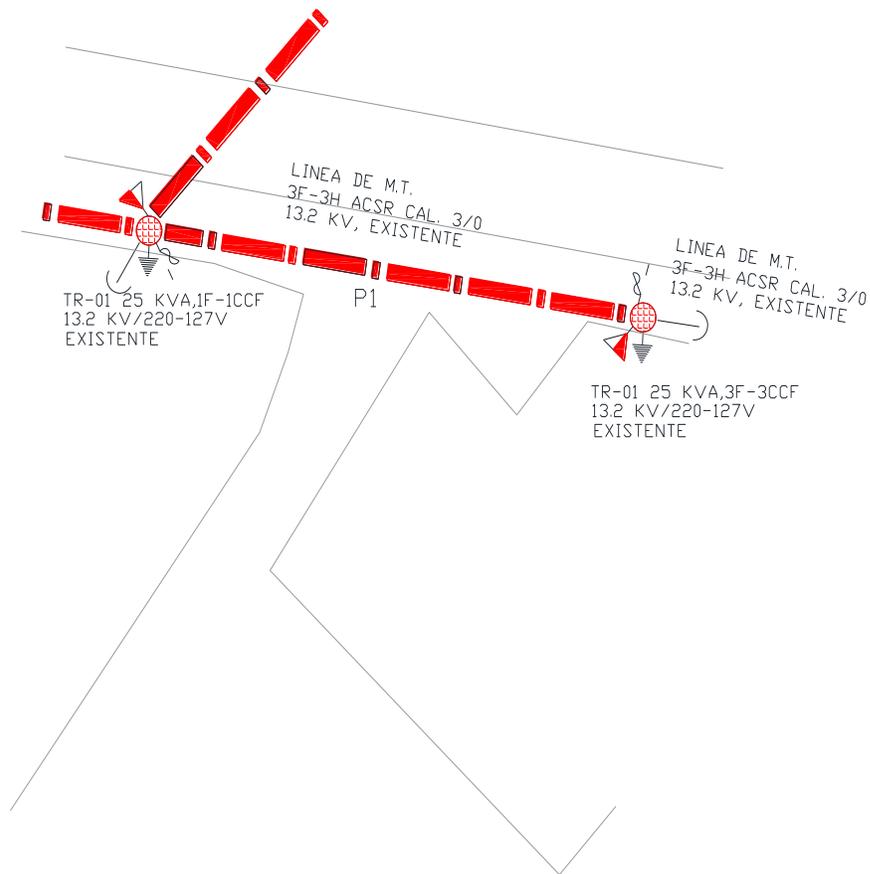
3. DESARROLLO

3.1 ELABORACIÓN DEL PLANO DE LA RED DE ENERGÍA EXISTENTE.

Se realizó una visita al lugar y realizar un croquis de cómo están colocados cada uno de los postes con sus respectivas estructuras, retenidas y especificar de igual manera donde se ubican cada uno de los transformadores,

La red eléctrica existente para obtener los servicios de energía eléctrica en media tensión y baja tensión para el barrio zapata del municipio de Ángel Albino Corzo que se interconectara a la red de energía eléctrica es de tipo aérea propiedad de la comisión federal de electricidad (C.F.E.). que está conectado a la subestación independencia del circuito IPD04030 la cual en el circuito que no interconectaremos está construido con una línea de media tensión en 3 fases- 3 hilos con cable ACSR cal. 3/0. 13.2 kv.

La cual los postes instalados son de concreto reforzado de 12 metros de altura de 750kg de resistencia a la flexión, con estructuras de tipo RD30/1TR3F-KVA,3CCCF. con un tramo final con estructura AD30/RD30/1TR1F-KVA,1CCF. En 13200/220-127 volts.



Descripción del plano.

“BASES DE PROYECTO PARA RED DE DISTRIBUCION AEREA 13.2 KV.” Oficio OET/BT/070/2018.

1. Densidad de carga.

Tipo: domestico 0.75Kw

2. -Localización de conexión primaria.

Los puntos de conexión a la a nuevas obras serán en nuestra red de distribución a través de nuestra red existente.

3. -Características eléctricas de media tensión en sistemas aéreos.

3.1. El suministro en media tensión será en 13200 volts, sistema 3 fases 4 hilos.

3.2. La red de distribución primaria será de tipo aéreo, y se utilizará sistemas 3F-4H configurado con una troncal en sistema radial o anillo según convenga a cada caso.

3.3. La caída máxima de tensión no deberá exceder del 1% en condiciones normales de operación.

3.4. El circuito troncal será en 3F-4H y calibre de conductor: AAC 3/0 desnudo o semiaislado (para zonas arboladas o reserva ecológicas), este conductor no será menor equivalente al AAC-CU – de 53,49 mm² de superficie.

3.5. Los ramales serán en 3F-4H o 2F-3H, tipo y calibre de conductor: AAC 3/0 desnudo o semiaislado (para zonas arboladas o reservas ecológicas).

3.6. Para el sistema de 3F-4H, el neutro será: cable de aluminio (ACSR1/0) y deberá aterrizar a través de sus estructuras cada 300 m aproximadamente. En ningún caso será menor al equivalente del cable de cobre con una superficie de 33,62 mm² indicado en las normas de construcción de la C.F.E.

3.7. Las pérdidas máximas permisibles en demanda máxima no deberán exceder del 5%.

4. Características de instalaciones del circuito primario en media tensión.

4.1. Las estructuras de soporte del circuito primario estarán montados en postes normalizados por la C.F.E. poste de concreto, 12 mts de longitud y 750 kg de resistencia mecánica de flexión.

4.2. El aislamiento primario será de tipo alfiler (13PC), aislado para 13.2 kv; en estructuras tipo TS y tipo anclaje, aislado para 13.2 kv (aislamiento sintético 15kv).

4.3. En las estructuras de media tensión tipo de anclaje, en donde se realicen puentes aéreos deberá de considerarse conductor semiaislado con las características eléctricas correspondientes a un sistema para 13.2Kv

4.4. La distancia intercostal será de 40 a 50 mts en área urbana y 100 mts en campo traviesa.

4.5. El equipo de protección y seccionamiento de los circuitos en media tensión serán: los equipos de protección y seccionamiento será a través de cortocircuitos fusibles hasta una carga de 125 KVA, para cargas mayores a

125 KVA para menores a 250 KVA se protegerá con cortacircuitos fusible de triple disparo o reconectado con apertura visible, para cargas superiores será a través de equipos con recierre automático y operación trifásica.

5. Características eléctricas del sistema de distribución en baja tensión tipo aéreo.
 - 5.1. El circuito secundario tendrá una extensión radial máxima de 100 mts. A partir del transformador con una caída de tensión de hasta 3% en sistema monofásico y de 5% para trifásico, instalándose cable múltiple de aluminio 2+1 o 3+1 en calibre mínimo 1/0.
 - 5.2. El conductor de salida de las boquillas secundarias del transformador al bus secundario deberá ser como mínimo cable CUF 1/0 a 600 volts.
 - 5.3. La distancia interpostal del circuito secundario no será mayor de 50 mts en aérea urbana y 50 mts en rural.
6. Transformadores de distribución y sus protecciones básicas.
 - 6.1. Los transformadores de distribución a instalarse serán de acuerdo al sistema de la red en operación existente (2F/1F-N) y la máxima capacidad a instalarse debe ser de 25 KVA, las redes de baja requieran sistemas trifásicos se construirán con tres bancos monofásicos.
 - 6.2. Todos los transformadores serán de tipo poste autoprotegido de acuerdo a especificaciones y con un factor de utilización proyectado será entre 90 y 100%.
 - 6.3. El dispositivo de protección contra sobretensiones en media tensión serán apartarrayos del tipo distribución de óxidos metálicos, según especificaciones de CFE, -VA400-43 con tensión de designación de 15 KV para operar en 13.2 KV de la red proyectada.
 - 6.4. Los cortacircuitos fusibles de protección de los transformadores de distribución serán del tipo expulsión a 14.4 kv para operarse 3n 13.2 kv.
 - 6.5. Para los puentes de conexión con conductor CU4 que se instalan de los cortacircuitos a la boquilla del transformador, deberá de considerarse un forro o manga aislante para protección anti fauna.
7. Sistemas de tierra en media tensión y baja tensión.
 - 7.1. Conexión del neutro en circuito primarios.

En la líneas y ramales diseñadas de 3F-4H, conductor del neutro debe ser aterrizado alternadamente con una distancia media de 300 m y su valor debe ser ohm en época de estiaje y de 5 ohm en temporadas de lluvia.
 - 7.2. Partes metálicas de equipo eléctrico con conexión a tierra.

Todos los equipos de transformación, protección, maniobras y otras maniobras, serán conectados a electrodos a tierra y cuyo sistema integrado no debe exceder a 5 ohm para época de estiaje y 2 para temporadas de lluvia.
Cuando el proyecto contemple la posibilidad de instalar más de uno de los equipos antes mencionados en una misma estructuras o áreas compartidas la

bajante a tierra será única y sin corte físico ni curvaturas que afecten la adecuada circulación de la corriente de impulso. (mismo conductor continuo para para apartarrayos, tanque y conductor del neutro del transformador)

7.3. Referencia a tierra del neutro secundario.

El neutro en estructuras de remate del circuito en aja tensión, debe aterrizar a un electrodo a tierra, cuyo valor de resistencia en ohm no exceda los valores antes mencionados.

7.4. Consideraciones generales de construcción.

En todos los casos de conexión de un electrodo a tierra para los circuitos de media y baja tensión, se apegarán a lo anunciado por la norma de CFE-090000 de construcción para líneas aéreas.

8. Acometidas y medición.

Para el diseño de la red de distribución eléctrica se deben considerar una longitud media para acometidas secundarias de hasta 35 metros en área urbanas y 50 metros en área rural.

Las preparaciones de la recepción del medidor, así como las características de construcción de muretes y acometidas se ajustarán a lo establecido en norma divisionales de medición y acometidas, misma que se darán a conocer junto con el convenio de construcción que se suscriba con esta C.F.E. posterior a la aprobación de este proyecto.

En la conexión para las acometidas aéreas deberá de considerarse CONECTOR IPC MULTIPLE PARA CABLE DESNUDO PARA 6 VIAS, el cual deberá de contemplar las siguientes características técnicas.

El sistema para conductores desnudos en redes aéreas de distribución en baja tensión debe estar constituido por un conectador aéreo mecánico dual, es decir, diseñado para que el conductor principal sea cable desnudo y el derivador sea una barra derivadora aislada de 6 salidas, debe operar en redes aéreas instaladas altamente corrosivos y contaminados, en tensiones nominales no mayores a 600 volts ca con capacidad máxima de corriente de 250 a.

3.2 CALCULO DE LA DEMANDA A SUMINISTRAR.

Ya teniendo conocimiento del lugar a trabajar se procedió a la elaboración del plano teniendo en cuenta, el suelo, las líneas existentes y los recursos con lo que contamos.

Nos brindaron el plano donde se muestra como está distribuida la lotificación del terreno en el cual se trabajará para la electrificación.

En ello trabajamos para saber la capacidad de los transformadores que se instalaran, fue necesario hacer el cálculo de todas las cargas que se pretende tener.

Tomando como referencia la carga de usuario y dada por la base de proyecto para red de distribución aérea 13.2KV dado por el departamento de planeación de CFE Tuxtla Gutiérrez. En el oficio OET/BT/070/2018.

Donde se señala en este caso una densidad de carga, tipo domestica debe ser de 0.75 KW.

La carga a instalare es la siguiente

Carga lotes 112	84 KVA
Carga casas existentes 16 lotes	12 KVA

La carga total es de 96 KVA.

Se considero un 1 KW por lote. Para hacer los cálculos y poder tener una capacidad de carga a futuro.

La cual se obtuvo un total de cargas de 128 KVA.

Selección de transformador.

Conociendo el resultado del cálculo de carga se ha obtenido una carga total de 128 KVA la cual se distribuirán en 7 transformadores monofásicos tipo poste de 25 KVA; en 13200/220-127 voltios, 60 Hz, conexión delta estrella cumpliendo a lo que en marca el oficio OET/BT/070/2018 “BASES DE PROYECTO PARA RED DE DISTRIBUCION” en el punto 6.1; los dispositivos de protección y cortacircuitos fusibles se instalaron en el cuerpo del poste de concreto de 12-750 respetando la distancia mínima de 6 metros con respeto a nivel de piso terminado.

3.2.1-Calculo eléctrico

Ya conociendo la capacidad del transformador que vamos a instalar procederemos hacer el cálculo, teniendo en cuenta como referencia la carga a suministrar, para obtener el valor por cada transformador en KVA utilizando los KVA que tenemos en

el cálculo de carga donde cada transformador suministrara una diferente carga en KVA.

Formula

$$SI = \frac{P}{F.P}$$

Donde:

SI= potencia aparente en kva.

P= potencia activa o potencia real en KW.

F. P= factor de potencia. (.90)

Por lo tanto, despejaremos P para saber su valor y posteriormente comprobar al sustituir los datos:

$$P = F.P * SI$$

Sustituyendo los datos:

Transformador 1.

$$P = .90 * 16 KVA = 14.4 Kw$$

$$SI = \frac{14 Kw}{0.90} = 16 KVA$$

Transformador 2.

$$P = .90 * 19 KVA = 17.1 Kw$$

$$SI = \frac{17.1 Kw}{0.90} = 19 KVA$$

Transformador 3.

$$P = .90 * 19 KVA = 17.1 Kw$$

$$SI = \frac{17.1 Kw}{0.90} = 19 KVA$$

Transformador 4.

$$P = .90 * 19 KVA = 17.1 Kw$$

$$SI = \frac{17.1 Kw}{0.90} = 19 KVA$$

Transformador 5.

$$P = .90 * 18 \text{ KVA} = 16.2 \text{ Kw}$$

$$SI = \frac{16.2 \text{ Kw}}{0.90} = 18 \text{ KVA}$$

Transformador 6.

$$P = .90 * 18 \text{ KVA} = 16.2 \text{ Kw}$$

$$SI = \frac{16.2 \text{ Kw}}{0.90} = 18 \text{ KVA}$$

Transformador 7.

$$P = .90 * 19 \text{ KVA} = 17.1 \text{ Kw}$$

$$SI = \frac{17.1 \text{ Kw}}{0.90} = 19 \text{ KVA}$$

El resultado que se muestra es por cada transformador a instalarse, como bien se menciona en la base de proyectos para red de distribución aérea 13.2 Kv. serán de 25 kva. Tomando en cuenta la seguridad, calidad y experiencia en fabricación de estos equipos se utilizó la marca PROLEC, IEM, EMSA.

3.2.2-Factor de potencia.

El factor de potencia se define como el cociente de la relación de la potencia activa entre la potencia aparente; esto es.

$$F.P = \frac{P}{S}$$

- Comúnmente, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se convertido en trabajo.
- El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo.
- Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil. ^[48]

Es viable que en una instalación eléctrica el factor de potencia sea alto y algunas empresas de servicios electro energéticos a la misma comisión federal de electricidad exigen valores de 0.90 como mínimo o lo más cercana a la unidad, para evitar pérdidas por bajo factor de potencia, es decir que el resultado o diferencia entre la potencia real y aparente sea lo más cercano a cero.

Transformador 1.

$$F.P = \frac{14.4 \text{ Kw}}{16 \text{ KVA}} = 0.9$$

Transformador 2.

$$F.P = \frac{17.1 \text{ Kw}}{19 \text{ KVA}} = 0.9$$

Transformador 3.

$$F.P = \frac{17.1 \text{ Kw}}{19 \text{ KVA}} = 0.9$$

Transformador 4.

$$F.P = \frac{17.1 \text{ Kw}}{19 \text{ KVA}} = 0.9$$

Transformador 5.

$$F.P = \frac{16.2 \text{ Kw}}{18 \text{ KVA}} = 0.9$$

Transformador 6.

$$F.P = \frac{16.2 \text{ Kw}}{18 \text{ KVA}} = 0.9$$

Transformador 7.

$$F.P = \frac{17.1 \text{ Kw}}{19 \text{ KVA}} = 0.9$$

3.2.3-Factor de demanda.

El factor de demanda es la capacidad de carga con la que puede operar una instalación eléctrica que permite determinar la capacidad del transformador ya que puede variar según cada una de las características de una instalación por la que puede variar desde un 50 a 80 %.

En este caso se consideró un factor de demanda base de 80 % lo que nos permitirá con ello encontrar la capacidad corregida como presenta a continuación:

Formula:

$$Sc = S * Fd$$

Siendo.

Sc= la capacidad corregida del transformador.

S= potencia aparente de la carga total.

F.d.= factor de demanda = 80%

Por lo tanto:

Transformador 1.	$S_c = 16 \text{ KVA} * 0.80 = 12.8 \text{ KVA}$
Transformador 2.	$S_c = 19 \text{ KVA} * 0.80 = 15.2 \text{ KVA}$
Transformador 3.	$S_c = 19 \text{ KVA} * 0.80 = 15.2 \text{ KVA}$
Transformador 4.	$S_c = 19 \text{ KVA} * 0.80 = 15.2 \text{ KVA}$
Transformador 5.	$S_c = 18 \text{ KVA} * 0.80 = 14.4 \text{ KVA}$
Transformador 6.	$S_c = 18 \text{ KVA} * 0.80 = 14.4 \text{ KVA}$
Transformador 7.	$S_c = 19 \text{ KVA} * 0.80 = 15.2 \text{ KVA}$

(Sc) es el resultado de la capacidad corregida del transformador.

3.2.4-Factor de utilización.

El factor de utilización se considera a un transformador cuando la capacidad de operación que tiene está funcionando o con toda la capacidad que se le valla a conectar al transformador y esta esté en función.

De tal forma el factor de utilización es expresada en %.

Formula:

$$Fu = \frac{Sc}{(S)(100)}$$

Donde:

Sc= capacidad corregida.

S= capacidad total del transformador a instalarse.

Por lo tanto:

Transformador 1.

$$Fu = \frac{12.8 \text{ KVA}}{(25 \text{ KVA})(100)} = 51.2$$

Fu= 51.2 %

Transformador 2.

$$Fu = \frac{15.2 \text{ KVA}}{(25 \text{ KVA})(100)} = 60.8$$

Fu= 60.8 %

Transformador 3.

$$Fu = \frac{15.2 \text{ KVA}}{(25 \text{ KVA})(100)} = 60.8$$

Fu= 60.8 %

Transformador 4.

$$Fu = \frac{15.2 \text{ KVA}}{(25 \text{ KVA})(100)} = 60.8$$

Fu= 60.8 %

Transformador 5.

$$Fu = \frac{14.4 \text{ KVA}}{(25 \text{ KVA})(100)} = 57.6$$

Fu= 57.6 %

Transformador 6.

$$Fu = \frac{14.4 \text{ KVA}}{(25 \text{ KVA})(100)} = 57.6$$

Fu= 57.6 %

Transformador 7.

$$Fu = \frac{15.2 \text{ KVA}}{(25 \text{ KVA})(100)} = 60.8$$

Fu= 60.8 %

Cuyos resultados nos indican, que los valores de los transformadores que estaría trabajando a un por debajo del 80%, del valor aproximado de su capacidad, de tal forma que se toma en cuenta para cargas futuras.

3.3 ELABORACIÓN DE PLANO PROPUESTO.

A continuación, describo el procedimiento que se realizó.

Con la ayuda del instrumento (Gamín GPS) **ver anexo 5** se capturaron los puntos GPS para tener las coordenadas de los postes que se necesitaran para la electrificación del barrio zapata, +con la ayuda del software MAPsource se podrá visualizar los puntos obtenidos posteriormente convertir los puntos a un block de notas con formato (.txt) y así obtener las coordenadas UTM de los puntos de colocación de los postes. **Ver anexo 6.**

De la misma forma utilizamos Google Earth pro para tener una vista satelital del lugar del trabajo.

Como resultado del trabajo realizado de acuerdo con el **anexo 7** plano proyecto.

El punto de conexión que se interconectara a la línea existente es en el punto (811) como se muestra en el **anexo 5** con coordenadas UTM en (x= 530750, y=1754683) con un poste tipo PC-12-750 con una estructura TS30/VR30/3CCF-3D.

3.3.1 Cuadro de carga.

CUADRO DE CARGAS DE LOS TRANSFORMADORES.								
No. Del transformador.	Capacidad.	No. De lotes.	KVA x lote.	KVA total	% de utilización.	No. De fases /tipo.	Relación-Voltaje.	Capacidad corregida del transformador.
TR-1	25 KVA	16.00	1.00	16	51.2	2F	13200 V- 220/127 V	12.8
TR-2	25 KVA	19.00	1.00	19	60.8	2F	13201 V- 220/127 V	15.2
TR-3	25 KVA	19.00	1.00	19	60.8	2F	13202 V- 220/127 V	15.2
TR-4	25 KVA	19.00	1.00	19	60.8	2F	13203 V- 220/127 V	15.2
TR-5	25 KVA	18.00	1.00	18	57.6	2F	13204 V- 220/127 V	14.4
TR-6	25 KVA	18.00	1.00	18	57.6	2F	13205 V- 220/127 V	14.4
TR-7	25 KVA	19.00	1.00	19	60.8	2F	13206 V- 220/127 V	15.2

Tabla 54 Cuadro de cargas de los transformadores.

3.3.2 Cuadro de dispositivos.

CUADRO DE DISPOSITIVOS A INSTALARSE.			
CONCEPTO	CANTIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD
TIPO DE POSTES		ESTRUCTURAS DE MEDIA TENSION	
PC-12-750.	31	TS30	1
PC-9-400.	12	VR30	12
RETENIDAS		VS30	8
REA	12	VD30	1
RSA	5	VA30	1
RBA	5	ESTRUCTURAS DE BAJA TENSION	
SISTEMAS DE TIERRA		1R1	4
3K	7	1R3	23
K	13	1P1	1
CCF	17	1P3	14

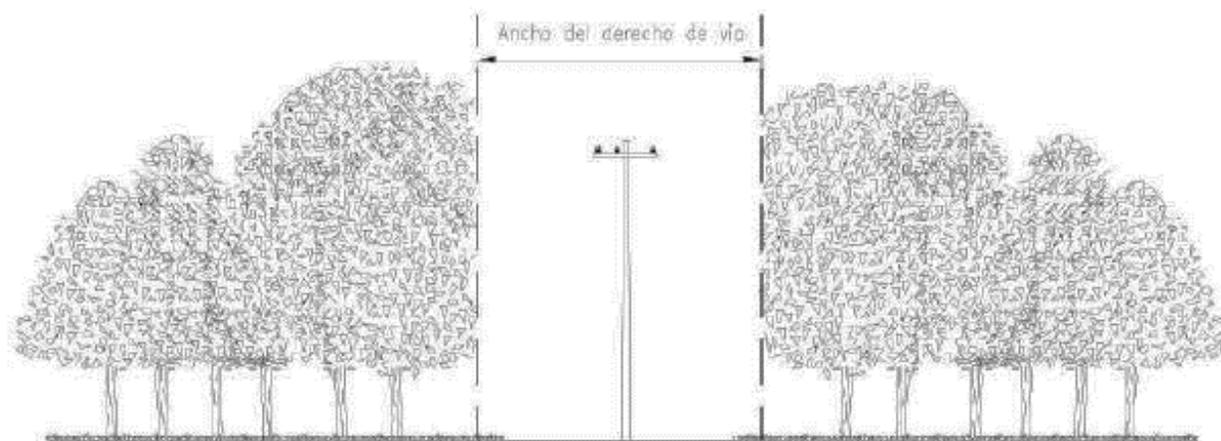
Tabla 55 Cuadro de dispositivo a instalarse.

3.4 TRAZO Y LIMPIEZA PARA LA REALIZACIÓN DE CEPAS Y COLOCACIÓN DE POSTES.

Para la realización de trazo y libramientos para poder llevar a cabo la realización de cepas y colocación de postes. Como en marca la norma de CFE construcción de instalaciones aéreas en media y baja tensión.

Menciona que cuando se tenga que talar árboles para abrir brecha se requiere la autorización de la SEMARNAT y PROFEPA. Y que preferentemente para la apertura de la brecha, se deben considerar el árbol maduro.

Se deben eliminar todos los árboles secos o en terreno flojo, para evitar que al caer pudieran pegar en la línea.



La brecha se debe ejecutar dentro del ancho del derecho de vía de acuerdo a la tabla siguiente. ^[50]

TENSIÓN (kV)	TIPO DE ESTRUCTURA	ANCHO DEL DERECHO DE VÍA (m)
13 y 23	H	12
33	H	13.5

Tabla 56 Ancho del derecho de vía.

Teniendo en cuenta lo que nos en marca la norma llevamos a cabo la realización del trazo y limpieza en el terreno para proyectar el plano a ejecutar.

Se realiza un oficio dirigido a semarnat en el cual se le informa sobre el proyecto a realizar en cual se le da una breve descripción acerca de que consistirá el proyecto esperando una respuesta de la aprobación.

La cual presentamos permiso para poder llevar a cabo la realización de los trazos y limpiezas, para no tener ningún inconveniente con la electrificación.

3.5 EXCAVACIÓN DE CEPAS Y COLOCACIÓN DE POSTES.

Una vez obteniendo el permiso de semarnat se inicia con los trazos y libramientos en el terreno donde se realizará el proyecto

De la misma forma se lleva el marcado de donde se ubicarían los postes de tipo PC-12-750 y PC-9-400, se realizaron las excavaciones de las cepas como nos indican las tablas 8 cepas para poste de concreto donde indica la profundidad de la cepa para postes dependiendo el tipo de terreno, altura, y resistencia del poste en este caso el diámetro de la cepa es de 50 cm como mínimo en todos los casos, para los postes tipo PC12-750 el empotramiento para este tipo de suelo será de 170 cm y para los postes tipo PC-9-400 el empotramiento para ellos será de 140 cm.



Foto 2 Trazo.



Foto 1 Limpieza.

Para la excavación de las cepas debe ser de 140 cm, para que la inclinación del perno ancla sea de 45°. como lo podemos ver en el capítulo 2.7 tipos de cepas. 2.7.2 cepas para anclas.

Para la excavación de las cepas de banqueta debemos tomar en cuenta los que nos indica en el capítulo 2.7 tipos de cepas 2.7.4 cepas para banqueta en este caso se realizan las cepas en un lote donde aún no existen estas dificultades más sin embargo tomamos en cuenta las indicaciones de 140 cm de excavación.

De tal manera teniendo las cepas como para postes tipo PC-12.750 y postes tipo PC-9-400 y los diferentes tipos de cepas para las retenidas tipo RSA, RBA REA.

Se lleva a cabo el empotramiento de los postes tal como lo indica en el capítulo 2.7 tipos de cepa 2.7.3 empotramientos de postes. Con ello se necesita la ayuda de una grúa tipo HIAB la cual con ello se facilitó el empotramiento de los postes, una vez empotrando el poste en la cepa debemos centrarla en ella y darle la cara del poste con respecto de donde venga la línea existente, de la misma forma los postes se deben ir plomeando para no tener una pequeña inclinación y esto pueda dañar a futuro a las instalaciones eléctricas.



Foto 5 Empotramiento de postes.



Foto 4 Grúa tipo HIAB para suministro de postes.

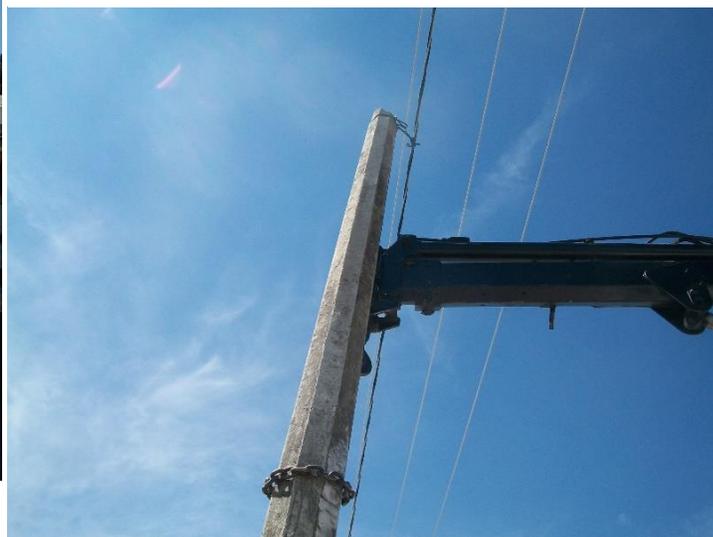


Foto 3 Maniobras con la grúa tipo HIAB.



Foto 7 Empotramiento de postes.



Foto 6 Postes empotrados.

Se rellena el poste con el material extraído de la cepa y se compacta a cada 20 cm en ello se rellena con piedras de 10 cm de diámetro de tal manera que se valla compactando de la mejor forma al mismo tiempo debemos poner tierra fina para llenar los huecos que va dejando las piedras.

Para la compactación de cepas para las retenidas tipo RSA y REA

Las anclas cónicas que utilizamos son tipo C3 a ellas se les coloca el perno ancla tipo 1PA conjuntamente en ellos se ha tornilla con los diferentes tipos de placas PLACA 1PC, 2PC. De esta forma están lista para ser colocadas, tal como se indica en el capítulo 2.7 tipos de cepas 2.7.5 cimentación de ancla en roca, 2.7.6 cimentación de poste de acero, 2.7.7 compactación de cepas. Para las diferentes retenidas que se suministraran con respecto al plano y con lo que en marca CFE.



Foto 8 Ancla cónica C3 y Perno ancla 1PA.

Los pernos anclas deben sobresalir 20 cm a nivel de piso se compacta con piedras de 10 cm de diámetro hasta tener una capa de 60 cm de espesor sobre la cepa como se indica en el capítulo 2.7 tipo de cepas, 2.7.2 cepas para anclas y se rellena con la misa tierra extraída de ella.



Foto 9 Cepa, perno ancla para retenida RSA.



Foto 10 Retenida RSA.

Para la compactación de cepas de para retenidas de banquetta debe rellenarse y ser apisonado con la misma tierra extraída revuelta con piedras con un mínimo de 10 cm de diámetro, el perno ancla debe quedar pegado a la pared de la cepa.



Foto 12 Cepa, perno ancla para retenida RBA.



Foto 11 Retenida RBA.

3.6 INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS EN MEDIA TENSIÓN, BAJA TENSIÓN Y RETENIDAS.

Ya obteniendo los diferentes tipos de postes empotrados en base a la norma de CFE construcción en instalaciones aéreas en media tensión y baja tensión. Procedemos a llevar a cabo el suministro y colocación de las diferentes estructuras que se necesitaran para llevar a cabo la proyección del plano. Las estructuras que se utilizaran se mencionan en la tabla 55 cuadro de dispositivos a instalarse.

Estructura TS30. La cual se suministrará para el punto de conexión en el primer nivel los materiales para el suministro cuya estructura se muestra en la figura 17 y tabla 22, este tipo de estructura también la podemos encontrar el tramo recto ya que como bien dice su nombre es una estructura de paso sencilla la cual sirve para soportar los conductores de líneas de media tensión sin cargar el esfuerzo de la tensión mecánica, se instalarán 3 corta fusibles de triple disparo de 8 Amp. seguido por el segundo nivel, y una estructura tipo VR30 ver figura 20 y tabla 25 la cual será colocada para la introducción de la calle hacia el barrio zapata, a esta esté postes de tipo PC-12-750 se le suministrará una retenida para tensar el tendido de cable y equilibrar el tramo interpostal se le suministrará una retenida tipo REA. ver figura 29, 30 y tablas 35,36.



Foto 13 Estructura TS30.

Estructura tipo VS30/VR30 estas estructuras de tipo (V), es común en las zonas urbanas ya que se utiliza para dar libramientos horizontales a algún tipo de obstáculos en este caso arboles cuya estructura tendrá función como se muestra en el anexo 5 punto de ubicación de

postes en punto 813 que tiene función del cambio de dirección para hacer llevar la energía eléctrica en donde será el barrio zapata, este tipo de estructura se utiliza de la misma forma para rematar las líneas de media tensión o en su caso (VR30/VR30) para hacer el cambio de dirección, en las estructuras (VR30) se le suministra una retenida de tipo RSA,REA o en algunos caso las retenidas tipo RPP para la estructura (VR30) ver la figura 20, tabla 25.

La estructura VS30 tiene la función de seguir en línea recta en su caso del punto antes mencionado tiene función para seguir en línea recta en su dado caso donde se necesitan que continúen en línea recta. Ver la figura 18, tabla 23 para la estructura VS30.



Foto 15 Estructura V230.



Foto 14 Estructura VS30/VR30.

La estructura VD30 tiene una similitud a la estructura (VS) en el punto de vista mecánico en este caso las crucetas deben quedar a un ángulo de 90° con respecto a la cara del poste se utilizan para las líneas de media tensión con una cierta deflexión en este caso se emplea para el poste #7 la cual es necesario colocar una de estructura VD30 de este tipo ya que el terreno lo requiere. Ver figura 19 y tabla 24.



Foto 16 Estructura VD30.

La estructura VA30 esta estructura tipo A es de anclaje para a las líneas de media tensión cuya función es aislar mecánicamente una línea con trayectoria recta, cambio de calibre del conductor o cuando existan pequeñas deflexiones. Ver figura 21 y tabla 26

En líneas rectas el viento produce pequeños desplazamientos horizontales en los postes en ellas se le suministra retenidas de tipo RSA en este caso se le llama retenidas transversales a la línea se denominan retenidas de tempestad, las retenidas de tempestad se instalan con un ángulo de 60° respecto al piso y el cable de retenida será de 7.93 mm (5/16"). Como se muestra en el anexo 10. En líneas rectas se deben instalar retenidas por lo menos cada 1 km, dependiendo de la magnitud del viento.

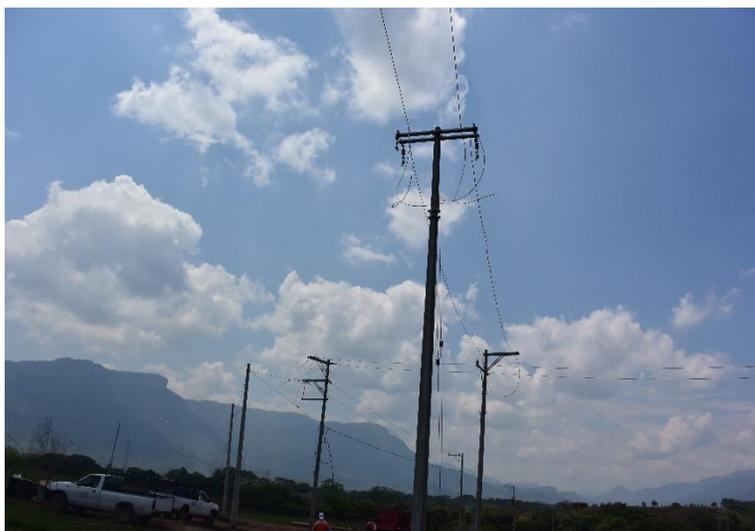


Foto 17 Estructura VA30.



Foto 18 Estructura VA30.

Estructura 1P3, 1P1 el suministro de este tipo de estructura es para la baja tensión la cual tiene una función diferente ya que en ellas son estructuras de paso.

La estructura 1P3 como antes se menciona es una estructura en la cual su función es de hacer pasar la línea de baja tensión bien sea en postes instalados tipo PC-12-750 o PC-9-400, ver figura 22 y tabla 27. En la estructura 1P3 se colocan los conectores IPC-4 para las fases y IPC-8 para el neutro corrido es estos dispositivos son en los que se conectaran los usuarios.

Existe la estructura de anclaje que es similar a la estructura 1P3 vea figura 24 y tabla 29, solo se instalan en postes tipo PC-9-400 y se le denomina estructura de anclaje por que se le suministran retenidas tipo RSA que tienen la función de que no exista alguna deflexión en el poste, o bien para los tramos interpostales que solo manejen la baja tensión y así poder tensar y mantener los postes plomeados. En ellos también se le suministran los conectores IPC-4, IPC-8.

Los 1P1 consiste en tan solo en una abrazadera 1BS, un bastidor B1 y un aislador 1R la cual su función se emplea para conducir la línea del neutro AAC Cal.1/0. Esto se instalan los postes de tipo PC-12-750. Que es el que se conduce cuando solo se lleva la línea de media tensión sin línea de baja tensión y se omite la línea de baja tensión.



Foto 19 Estructura 1P3.



Foto 20 Estructura 1P1/1R3.

La estructura 1R3, 1R1 de la misma forma son estructuras para la baja tensión la cual su ocupación de ellas es para las estructuras de remate.

La estructura 1R3 esta estructura se puede suministrar en los postes tipo PC-12-750, PC-9-400. Ya que son de remates en los postes tipo PC-12-750, se emplean bien sea para dos remates de transformadores diferentes o en su caso se toma de una estructura 1P3 en el mismo poste y se puede hacer el cambio de dirección, en algunos casos este tipo de estructuras se le suministras una retenida RSA para media tensión.

Tanto en los postes de tipo PC-9-400 se puede emplear para hacer cambio de dirección, pero lo más usual se emplean para solo conducir la línea de baja tensión y ser remadas en este caso se utilizan las retenidas tipo RSA para baja tensión. Ver figura 23 y tabla 28.

La estructura 1R1 se emplean en su caso para llevar la línea de del neutro corrido AAC Cal. 1/0, o para las retenidas tipo REA, RPP que son rematadas y tan solo se requiere de un solo bastidor con su respectivo aislador y abrazadera.



Foto 23 Estructura 1R1/1R3.



Foto 22 Estructura 1R3/1R3.



Foto 21 Estructura 1R3/1R1.

La figura 25 y tabla 30, nos muestra una estructura con conexión a transformador tipo poste para baja tensión. En este caso el suministro de esta conexión se puede emplear en los diferentes tipos de estructuras bien sea en tipo 1R3/1R3, 1P1/1R3, 1R3/1P3, 1P3.



Foto 25 Conexión a transformador 1P3/1R3.



Foto 24 Conexión a transformador 1P3.

Retenida RSA existen dos tipos de retenidas tipo RSA que es una para la media tensión y para la baja tensión. Vea figuras 27, 28 y tablas 33, 34. Estas retenidas son un elemento fundamental mecánico que sirve para equilibrar las tensiones mecánicas de las líneas de energía eléctrica de tal forma disminuir el esfuerzo de flexión de los postes.

Este tipo de retenida RSA es la más sencilla y utilizada en las electrificaciones eléctricas.



Foto 27 Retenida doble estaca ancla sencilla.



Foto 26 Retenida sencilla ancla.

Retenida RBA esta retenida existe tanto para la media y la baja tensión. La retenida RBA para media tensión se emplean en estructuras VD3N con tramos cortos de conductores, también se emplean para retener pequeñas deflexiones hasta de 30° con cualquier tipo de conductor. Vea figura 31 y tabla 37.

La retenida RBA para la baja tensión se emplean para retener tramos cortos rematados, también se puede utilizar para pequeñas deflexiones hasta de 30° con cualquier tipo de conductor. Vea figura 32 y tabla 38.



Foto 28 Retenida RBA, para media tensión.



Foto 29 Retenida RBA, para baja tensión.

Retenida REA este tipo de retenida existe para la media tensión y para la baja tensión. Este tipo de retenida para la baja tensión se ejecutan en las estructuras de remates en la cual finalizan un tramo de construcción de media tensión y se tiene la necesidad de emplear una retenida tipo REA que se hace para el cruce de calle. Vea figura 29 y tabla 35.

La retenida REA se emplea para la baja tensión en estructuras de remate cuya finalidad es de librar el cruce de calles. Vea figura 30 y tabla 36.



Foto 31 Retenida REA, para media tensión.



Foto 30 Retenida REA, para baja tensión.

3.7 CÁLCULO PARA EL SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE DE MEDIA TENSIÓN. AAC CAL. 3/0 Y 1/0, PARA RETENIDAS CABLE GALVANIZADO 5/16.

Ya teniendo el plano a ejecutar se hace más factible el cálculo para el suministro y tendido de cable AAC 3/0 que se utilizara para las fases y AAC 1/0 que se empleara para el neutro corrido y cable galvanizado 5/16 para las retenidas.

De tal forma para poder realizar el cálculo para el tendido de cable AAC 3/0 podemos apoyarnos del plano ver anexo 7 plano propuesto para poder sumar todos los tramos interpostales y en ello tener los metros lineales a utilizar, en este caso la suma de los metros lineales para las fases son 700.

Tomando en cuenta que se instalara un circuito de media tensión en 3F-4H los metros lineales para el cable AAC 3/0 son 2100 ml.

La cual se obteniendo los metros lineales lo podemos multiplicar por la constante de $Kgr/Km = 233.4$ para saber cuántos kilogramos de cable AAC 3/0 se emplearán de acuerdo al anexo 8.

$$Kgr = 2100ml * 0.2334Kgr = 490.14 Kgr.$$

Tendido de cable AAC Cal. 3/0. Se lleva a cabo el suministro y tendido del cable para ello se realiza atreves de los linieros que son los que se encargan de hacer el tendido de cable por cada estructura haciendo diferentes maniobras en las diferentes estructuras VS30, VR30, VR30/VS30, VR30/VR30 VD30, VA30.



Foto 32 Tendido de cable AAC Cal. 3/0 en estructura VR30/VR30.



Foto 33 Tendido de cable AAC Cal. 3/0 en estructura VS30/VR30.



Foto 34 Tendido de cable AAC Cal. 3/0 en estructura VS30.

En las diferentes estructuras se le va colocando los diferentes tipos de aisladores dependiendo cada estructura como bien puede ser aisladores 13PD, aisladores sintéticos, grapas remates. Ver capítulo 2.10 tipos de aisladores. De la misma manera nos podemos apoyar del capítulo 2.8 tipos de estructuras, 2.8.1 estructuras para líneas de media tensión.

De la misma forma para calcular el cable que se utilizara para el neutro corrido que será del calibre AAC 1/0, podemos apoyarnos del plano ver anexo 7 plano propuesto para obtener los metros lineales de los tramos interpostales, obteniendo los metros lineales con la ayuda del anexo 8, podemos saber la constante equivalente para convertir lo metros lineales de neutro corrido en kilogramos donde $Kgr/Km = 146.9$ y así saber la cantidad de cable AAC 1/0 que se utilizara.

$$Kgr = 300ml * 0.1469Kgr = 44.07 Kgr.$$



Foto 35 Tendido de cable AAC Cal. 1/0 en estructura VA30.



Foto 36 Tendido de cable AAC Cal 1/0 en estructura VA30.



Foto 37 Tendido de cable AAC Cal. 1/0 en estructura VS30.

Para el suministro y tendido de cable de acero galvanizado para las retenidas depende el tipo de retenida se le considera una cierta cantidad de metros lineales.

RSA= 15 ml.

REA= 35 ml.

RPP= 50 ml.

Con la ayuda del plano ver anexo 7 plano propuesto, tabla 55 podemos localizar los diferentes tipos de retenidas que se instalaran las cuales son 5 tipo RSA, 12 REA, 3 RPP.

$$RSA = 15 \text{ ml} * 5 = 75 \text{ ml.}$$

$$REA = 35 \text{ ml} * 12 = 420 \text{ ml.}$$

$$RPP = 50 \text{ ml} * 3 = 150 \text{ ml.}$$

$$Ml = 150 + 420 + 60 = 645 \text{ ml.}$$

Para el tendido de cable de acero galvanizado cal 1/0 en retenidas se instalan acompañados de ciertos materiales para poder ejecutar su función correctamente ver capítulo 2.9 Tipos de retenidas.



Foto 39 Tendido de cable AG Cal. 5/16 en retenida RPP.



Foto 38 Tendido de cable AG Cal. 5/16 en retenida REA media tensión.



Foto 40 Tendido de cable AG Cal. 5/16 en retenida tipo REA baja tensión,

3.8 CALCULO PARA EL SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE NEUTRANEL CAL. 1/0 (2+1), CABLE NEUTRANEL (1+1).

Para el cálculo del suministro del cable neutranel que se utilizará para la baja tensión será del calibre 1/0 (2+1), para ello nos apoyamos del plano anexo 7 plano propuesto en ello solo se contemplan los metros lineales a diferencia del cable AAC 3/0 y AAC 1/0 ya que estos dos tipos de cable se proporcionan por kilos.

De acuerdo con el plano los metros, lineales que se ejecutaran en la obra son 1800 ml de cable neutranel cal 1/0 (2+1).

Para el tendido de cable neutranel cal. 1/0 (2+1) se instalan en estructuras de media tensión y baja tensión ver capítulo 2.8. Tipos de estructuras 2.8.4 Estructuras para líneas de baja tension. la cual cada estructura tiene un propósito diferente para ejecutar su finalidad como las de 1R3, 1R1/1R3, 1R3/1R3,1P3, 1P1/1P1, 1P1/1R3.

En estas estructuras de baja tensión se le coloca el conector IPC-4 y IPC-8 de tal forma que este conector su función es donde se conectan los usuarios de una manera más práctica.



Foto 42 Tendido de cable neutranel en estructura 1R3.



Foto 43 Tendido de cable neutranel en estructura 1P3/1R3.



Foto 41 Tendido de cable neutranel en estructura 1P3.

3.9 MEDICIÓN Y CÁLCULO PARA EL SUMINISTRO DE SISTEMAS A TIERRA.

Para realizar el suministro e instalación de los sistemas de tierra nos apoyamos del capítulo 2.13 Tipos de sistema a tierra de la misma forma a lo que nos en marca CFE de distribución la base de proyecto para red de distribución aérea 13.2 KV. En el punto 7 sistemas de tierra en media tensión y baja tensión. Donde explica que en las líneas y ramales diseñadas a 3F-4H el conductor del neutro se menciona a que cierta distancia debe estar aterrizada, en los circuitos primarios, los equipos de transformación, protección, maniobras deben estar conectados a electrodos a tierra.

La bajante a tierra debe ser única y sin corte en el conductor tal como indica en la tabla 52, figura 33. En su caso para los circuitos secundarios el neutro debe ser instaladas en las estructuras de remate del circuito de baja tensión, la cual deben estar aterrizado aun electrodo ver tabla 52, figura 36, la resistencia que debe cumplir en tiempo de estiaje 5 OHM y en temporadas de lluvias 2 OHM. El conductor debe ser alambre de cobre desnudo cal. 4 nunca debe utilizarse conductores AAC o ACSR, para la bajante de tierra está compuesta por este conductor de cobre conectado a varias varillas copperweld interconectadas para la conexión de las bajantes a tierra con el conductor del neutro que es AAC cal 1/0 se hace la conexión con el conector vea anexo.3 conectores para tierra. Este conector AC-504 se poncha junto con el cable AAC 1/0 que es del neutro con el alambre de cobre desnudo cal. 4.



Foto 44 Excavación e instalación de varilla copperweld 3x5/8.

Para realizar las tierras 3K (delta) se lleva una excavación de 40 cm de profundidad tal como lo menciona en el capítulo 2.13 tipos de sistema a tierra en la figura 38, 40 en estas figuras nos muestra la composición de para los sistemas de tierras en su caso se rellenan con la misma tierra obtenida de la excavación ya que cuenta con lo enmarcado a la base de proyecto para la red de distribución aérea 13.2 KV. Con la resistencia del terreo en tiempo de estiaje.



Foto 46 Suministro de alambre de cobre desnudo cal. 4



Foto 45 Suministro e instalación de carga Caldwell 150.

Para la conexión de las varillas copperweld que se realizan alrededor del poste cuyo llevara un equipo de transformación la cual se le conectara atreves de una bajante para tierra con alambre de cobre desnudo cal 4 AWG para ello se necesitara del uso de la carga Caldwell 150

Que es un compuesto de estaño, pólvora la cual se aplica en un molde para poder llevar a cabo la correcta soldadura y unión de ellos.



Foto 48 Varilla copperweld 3x5/8 para bajante a tierra.



Foto 47 Suministro e instalación de carga Caldwell 150.

3.10 CÁLCULO PARA PROTECCIÓN DE APARTARRAYOS, CORTO CIRCUITOS Y MONTAJE DE TRANSFORMADORES.

Para esta sección de protecciones a los equipos de transformación la cual son fundamentales para su función ya que con ella podemos alargar el tiempo de vida de ellos.

Los transformadores que se instalan son de 25 KVA-2B autoprotectido.

Para el montaje los transformadores

Se requiere de una grúa tipo HIAB la misma que se necesitó para el suministro y colocación de los postes de concreto así mismo para facilitar los trabajos de montaje a los transformadores de la misma forma facilitar las diferentes maniobras que se realizan para las conexiones.

Se ejecutan primeros las conexiones de media tensión del transformadores posteriormente la tierra de la carcasa y el neutro del transformador, luego se engancha el transformador a la grúa y se comienza a subir despacio, del lado opuesto donde van a quedar los cortacircuitos ya que esto facilitara la apertura y cierre del circuito, una vez estando a la altura adecuada se procede a asegurar las abrazadera tipo 2UH con los soporte tipo CV1, acompañados de los

tornillos maquina 16x64 mm iniciando por la abrazadera superior después la abrazadera inferior ya teniendo asegurada las abrazaderas se libera el transformador de la grúa.

Se procede a instalar una cruceta tipo PV-200 en el segundo nivel del poste tipo PC-12-750, la cual es el soporte para el suministro y colocación de los cortacircuitos.

De la misma firma se coloca los conectores VCT-74 junto con el conector línea viva, procediendo a conectar los bajantes de media tensión del transformador al corta circuito, se continua a conecta la red de baja tensión a los bornes de baja tensión del transformador, finalmente se conecta la bajante a tierra del poste a la tierra del transformador.



Foto 50 Suministro y colocación de transformador.



Foto 49 Suministro y colocación de transformador.

Para el cálculo y suministro de los apartarrayos estos por el tipo de transformador a instalarse ya incluye sus apartarrayos tipo autovalvular, estos trabajan en conjunto con el sistema de tierra ya que son equipos que limitan las sobretensiones transitorias desviando las sobre tensiones a tierra los apartarrayos se deben conectar a cada fas que vallan a estar en operación estos dispositivos se pueden clasificar por su diseño de fabricación o por sus tensiones.

Por su diseño de fabricación pueden ser de resina epoxica o de tipo porcelana.

Por su tensión estos pueden ser según los voltajes de distribución, para 13.2 kv 33 kv.

Estos dispositivos deben ser instalados en posición vertical, el conductor flexible de la terminal para conexión a tierra del apartarrayos debe ser conectada a una de las tuercas de sujeción del herraje del soporte, de la misma forma el transformador se debe conectar a la bajante a tierra, en la terminal para la conexión a tierra del apartarrayos se conectará con la bajante a tierra de tal forma que en el neutro de la baja tensión se ara la misma conexión con la bajante a tierra.



Foto 52 Transformador tipo poste de 25KVA-2B / autoprotegido.



Foto 51 Transformador tipo poste de 25 KVA-2B/ autoprotegido.

En la terminal para la conexión a la línea se puentea con la boquilla de donde se conectará al cortafusible que este tiene la función protección contra sobre corriente utilizado en el lado primario del transformador, el listón es el paso de la corriente de la línea de 13.2 kv a la fuente de transformación en ella se conectara a la línea de distribución a través del conector de línea viva que se colocara en el conector VCT-74.

El cortafusible es un dispositivo de protección que tiene como finalidad interrumpir la corriente en un cortocircuito, también tiene función como dispositivo seccionador para abrir el circuito secundario y poder dar mantenimiento al transformador. Ver capítulo 2.11 tipos de fusibles, los fusibles los podemos generalizar de dos maneras por su capacidad de operación y por su diseño.

Por su diseño de operación se clasifican de acuerdo a su operación, bien puede ser a 13.2 kv 33 kv aunque en nuestro estado solo se trabajan estas dos capacidades de voltajes,

Por su diseño esto se clasifican por el material que están fabricados bien puede ser de resina epoxica o porcelana.

Calculo de cortacircuito fusible.

Para realizar el cálculo de la capacidad del cortacircuito fusible en lado de media tensión es necesario saber la corriente nominal del lado primario del transformador o en su caso la carga que se vaya a suministrar, el cual nos ayudara a saber el valor del fusible que se instalara del lado primario del transformador.

Formula

$$I_{np} = \frac{(1000) \times S}{(V_L)/(\sqrt{3})} =$$

Donde:

I_{np} = Corriente nominal del lado primario del transformador (corriente primaria).

S = Capacidad del transformador (25 KVA).

V_L = Voltaje de línea en KV.

Por lo tanto:

$$I_{np} = \frac{(1000) \times 25KVA}{(13.2 KV)(\sqrt{3})} = 1.09A.$$

Tomando en cuenta el valor comercial superior, el listón fusible será de 2 amperes.

Para el punto de entronque de conexión la protección que se colocara será cortocircuitos en ello se suministrara de diferente capacidad el listón fusible, ya que será la protección para los 7 transformadores de 25 KVA-2/autoprotegido a suministrar.

$$I_{np} = \frac{(1000) \times 175KVA}{(13.2 KV)(\sqrt{3})} = 7.95A.$$

Tomando en cuenta el valor comercial superior, el listón fusible será de 8 amperes

Calculo de corriente nominal en baja tensión.

En el lado de baja tensión del transformador tenemos una corriente nominal (I_n) que es mucho mayor que la corriente que circula por el lado primario esto se debe a que el voltaje de operación en el lado secundario del transformador es menor, por lo que circula mayor corriente por los conductores.

Formula

$$I_{ns} = \frac{(1000) \times S}{(V_L)/(\sqrt{3})} =$$

Donde:

I_{ns} = Corriente nominal del lado secundario del transformador.

S = Capacidad del transformador (25 KVA).

V_L = Voltaje de línea en KV.

Por lo tanto:

$$I_{np} = \frac{(1000) \times 25 \text{KVA}}{(0.22 \text{KV})(\sqrt{3})} = 65.60 \text{A.}$$

Por lo tanto, la corriente nominal en el lado secundario del transformador es de:

$I_{ns} = 65.60 \text{ A.}$



Foto 53 Suministro y colocación de listón fusible.



Foto 54 Suministro y colocación de listón fusible.

3.11 MURETES EN ACOMETIDAS.

La instalación de los muretes y acometidas fueron para 16 casa habitaciones la cuales algunas de ellos fueron totalmente modificadas ya que no cumplían conforme a lo que nos pide las bases de proyecto para red de distribución aérea 13.2 KV en el punto 8 acometidas y medición.

Para hacer llegar el servicio de electricidad a las casas habitaciones el cual era la finalidad de este proyecto se tomaron en cuenta los aspectos que pide el punto 8, se instaló cable neutro en cal. (1+1) con sus respectivos aisladores 1C de donde se conectaron a los IPC-8 que sería para el neutro y IPC-4 para las fases en la red secundaria de baja tensión.



Foto 57 Murete y acometida.



Foto 56 Murete y acometida.



Foto 55 Murete y acometida.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo del proyecto de la residencia profesional los resultados obtenidos fueron más de lo esperado, debido a que se desconocían distintos procesos cotidianos que se llevan a cabo en las diferentes obras eléctricas.

Se pudo conocer y aprender con gran profundidad como están conformado cada tipo de estructura para la media tensión, baja tensión, los sistemas de tierra, las diferentes retenidas, los tipos de cepas que fueron proyectados para la ejecución del proyecto de la red de energía de electricidad, de tal forma que cada pieza de las diferentes estructuras es fundamental para su ejecución en conjunto.

Con la verificación e interpretación de los planos, el manejo correcto de las herramientas de trabajo como el GPS, MapSource, Google Earth Pro, AutoCAD y Excel, con el adecuado uso de los recursos y materiales de equipo y herramienta son fundamentos de gran ventaja para poder tener un buen control de la mano de obra, la perfecta comunicación son el supervisor de obra de la misma forma la perfecta respuesta de la dependencia que se mantuvo en avance del proyecto a su tiempo y forma para poder realizar las metas y fines propuestos.

La interacción con los ingenieros es de suma importancia para poder tener una pronta y mejora solución a diversos problemas que suelen surgir en el transcurso de su ejecución del proyecto, la comunicación con los trabajadores es importante al momento de laborar para logra alcanzar los objetivos, ya que una inadecuada comunicación con ellos puede ocasionar diversos obstáculos y contratiempos. Tener una cuadrilla que pueda trabajar en equipo es imprescindible ya que la buena comunicación entre ellos logra un mayor éxito al ejecutar la obra.

Por otro lado, se conoció el proceso adecuado de introducir toda la documentación en tiempo y forma para su correcta ejecución de una obra ante la CFE de distribución en su caso obra pública o bien obras particulares. Conociendo las diferentes aéreas con la que se deben de asociar la documentación como bien son planeación y facturación.

Asimismo, se conoció la forma de realizar la documentación de la manera correcta en la Secretaria de Obra Pública y Comunicaciones (SOPyC), para solicitar las revisiones de las diferentes estimaciones, el cobro de ellas y por lo consiguiente las diferentes áreas con la que se tiene comunicación o se trabaja.

Los resultados presentados en este proyecto fue la ampliación de la red de distribución de energía eléctrica en el Barrio Zapata del municipio Ángel Albino Corzo. En el cual el objetivo era: llevar el servicio de energía eléctrica de manera eficiente y de calidad a los habitantes, para su mejoramiento en el desarrollo de sus actividades diarias y brindar una mejor calidad de vida.

El objetivo y las metas propuestas se cumplieron con la ayuda de la Secretaria de Obra Pública y Comunicaciones (SOPyC) ya que ellos son lo que brindan los diferentes tipos de recursos a los municipios, en su caso en este municipio se le apoyo con la ampliación de la red de energía eléctrica.

Durante la ejecución del proyecto se analizaron diferentes aspectos, que implica para la perfecta ejecución del proyecto como es la organización, responsabilidad, seriedad y sobre todo la disciplina con la persona que tiene a su cargo el control de la obra en ejecución, de la misma forma la capacidad de comunicación que se debe tener con el personal que labora en la obra.

El perfecto control de la obra se basa en el conocimiento que se tenga de como esta, la magnitud de la obra, las necesidades, la organización y los diferentes procesos de ejecución de cada elemento de ella.

Gracias a la oportunidad de la empresa Comercial Eléctrica Terán S.A de C.V. logre desenvolver los conocimientos durante mi formación laboral y personal, al mismo tiempo la experiencia del personal que labora en la obra y en la empresa, fue de gran ayuda para obtener ese conocimiento al participar en el procedimiento que se debe de desarrollar las diversas actividades.

5. REFERENCIAS

[1] POR SERGIO ALEJANDRO LÓPEZ RUIZ, “**TEMAS: CHIAPAS ESPACIOS MEDIO AMBIENTE**NOTICIAS DE CHIAPAS”,

<http://todochiapas.mx/chiapas/chiapas-la-fuente-mas-importante-de-energia-electrica/11599>

[2] CONTRATO No. HAMCAAC/DOPM/FISM/008/2017 (pág. 3).

<http://www.hostlat.com/angelalbino/obras/CONTRATOS-Y-ACTAS-2017/CONTRATOS008.pdf>

[3] RAMO 33 ACTA DE ENTREGA RECEPCION DE OBRA ESTADO DE CHIAPAS (pág., 1).

<http://www.hostlat.com/angelalbino/obras/CONTRATOS-Y-ACTAS-2017/ACTA008.pdf>

[4] CONTRATO No. HAMCAAC/DOPM/FISM/007/2017 (pág. 3).

<http://www.hostlat.com/angelalbino/obras/CONTRATOS-Y-ACTAS-2017/contratos007.pdf>

[5] RAMO 33 ACTA DE ENTREGA RECEPCION DE OBRA ESTADO DE CHIAPAS (pág., 1).

<http://www.hostlat.com/angelalbino/obras/CONTRATOS-Y-ACTAS-2017/ACTAS007.pdf>

[6] RAMO 33 ACTA DE ENTREGA RECEPCION DE OBRA ESTADO DE CHIAPAS (pág., 1).

http://angelalbinocorzo.gob.mx/images/PDF/Obras/Actas/pdf-enero-sueltos/ACTA_AMPLIACION_DE_ENERGIA_ELECTRICA_B_SAN_ISIDRO.pdf

[7] CONTRATO No. HAMCAAC/DOPM/FISM/022/2016 (pág. 3).

http://www.angelalbinocorzo.gob.mx/images/PDF/Obras/Contrato_Electrificacion_Barrio_San_Isidro.pdf

[8] CONTRATO No. HAMCAAC/DOPM/FISM/026/2016 (pág. 3).

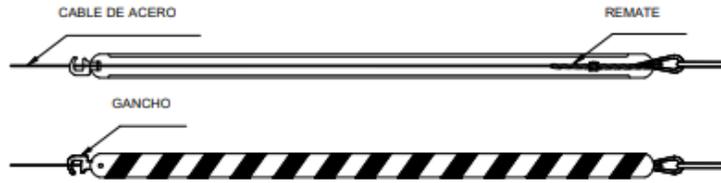
http://www.angelalbinocorzo.gob.mx/images/PDF/Obras/Contrato_Electrificacion_Barrio_La_Pila.pdf

[9] CONTRATO No. HAMCAAC/DOPM/FISM/017/2016 (pág. 3).

http://www.angelalbinocorzo.gob.mx/images/PDF/Obras/Contrato_Electrificacion_Barrio_Emiliano_Zapata.pdf

- [10] [CONTRATO No. HAMCAAC/DOPM/FISM/023/2016 \(pág. 3\).](#)
http://www.angelalbinocorzo.gob.mx/images/PDF/Obras/contratos/CONTRATO_1A_PARTEACTA_DE_ENTREGA_Y_CONTRATOSAMPLIACION_DE_ENERGIA_ELECTRICA_3F-4H_EN_BARRIO_GUADALUPE_AAC_F-A.pdf
- [11] [Sistema eléctrico. \(pág. 3\).](#)
<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/844814807X.pdf>
- [12] <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-hidroelectrica>
- [13]<https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/10/energia-hidraulica.pdf>
(pág. 1.)
- [14]<https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/10/energia-hidraulica.pdf>
(pág. 2.)
- [15] [Sistema eléctrico. \(pág. 2,3\).](#)
<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/844814807X.pdf>
- [16] [González, F. B. \(2004\). *Sistemas de energía eléctrica*. Editorial Paraninfo. \(pág. 7\).](#)
- [17]<https://automatismoindustrial.com/f-redes-subterranas/montaje-de-redes-subterranas/clasificacion-de-las-redes-electricas/>
- [18] [Juárez Cervantes, J. D. \(1995\). *Sistemas de distribución de energía eléctrica*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Energía. \(pág.12, 14\)](#)
- [19]<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/784/A4%20SISTEMAS%20DE%20DISTRIBUCION.pdf?sequence=4>
- [20] <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70003/fichero/Trabajo+Fin+Master.pdf> (pág. 3)
- [21]<http://www.comuval.com/blog/Introduccion-alta-media-baja-tension-electrica.html>
- [22]<https://www.altatecnologia.com.mx/tipos-de-transformadores-y-sus-aplicaciones/>
- [23]<https://www.variacionesdevoltaje.com/transformadores-voltaje/tipos-de-transformadores.html>
- [24] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/t/J6200-03.pdf> (pág. 6).
- [25] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/t/J6200-03.pdf> (pág.7).
- [26] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/t/J6200-03.pdf> (pág. 7,8).

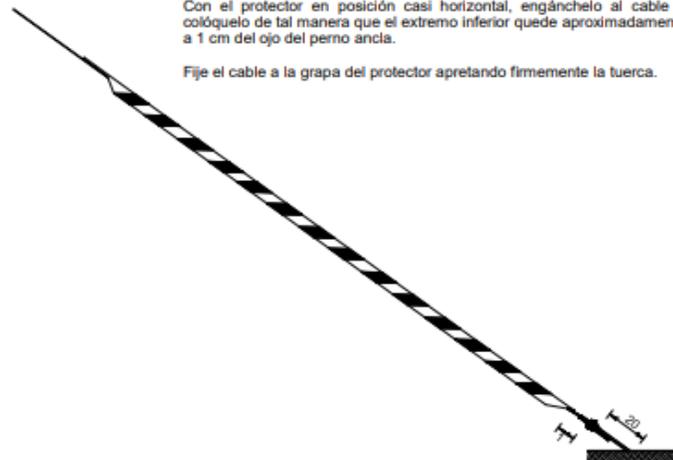
- [27] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/J6200-01.pdf> (pág., 6).
- [28] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/J6200-01.pdf> (pág., 11).
- [29] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/J6200-01.pdf> (pág., 11).
- [30] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/J6200-01.pdf> (pág., 12).
- [31] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/J6200-01.pdf> (pág., 22).
- [32] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 69).
- [33] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 70 71,72).
- [34] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 73).
- [35] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 74).
- [36] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 75).
- [37] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 76).
- [38] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 77, 78).
- [39] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 159-169).
- [40] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 179).
- [41] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 407).
- [42] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 505-508).
- [43] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/52000-91.pdf> (pág. 1-8).
- [44] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/5GE00-01.pdf> (pág. 3-10).
- [45] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 555-559).
- [46] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 686).
- [47] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 767-775).
- [48] <http://roble.pntic.mec.es/jsalinas/factor%20potencia.pdf> (pág. 1-2).
- [49] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 779, 782-791).
- [50] <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/construccion/pdfs/T/DCCIAMBT.pdf> (pág. 62-63)



Aloje la tuerca de la grapa del protector.

Con el protector en posición casi horizontal, engánchelo al cable y colóquelo de tal manera que el extremo inferior quede aproximadamente a 1 cm del ojo del perno ancla.

Fije el cable a la grapa del protector apretando firmemente la tuerca.



Acotaciones en centímetros.

El protector para retenidas se instala en áreas urbanas para proteger a los peatones o en cualquier sitio donde se presente el peligro de daño a la retenida por vehículos

Anexo 4 Sujeción para cable de retenida.

CONECTADORES PARA TIERRA								
ESPECIFICACIÓN CFE 2D100-26 CONECTADOR DE COMPRESIÓN PARA TIERRA								
	Descripción Corta	Diámetro del electrodo (mm)	Rango del diámetro del conductor (mm)	Dimensiones +0.3				Masa aprox. (kg)
				Tolerancias en mm (-0)				
	D	L	A	B				
	Conector CET-16	16	3.25 - 8.25	17.5	53	19.0	23	0.119

CONECTADORES PARA TIERRA									
ESPECIFICACIÓN CFE 2D100-26 CONECTADOR DE COMPRESIÓN PARA TIERRA									
	Descripción Corta	Diámetro del electrodo (mm)	Rango del diámetro del conductor (mm)	Dimensiones +0.59					Masa aprox. (kg)
				Tolerancias en mm (-0)					
	D	L	LI	A	B				
	Conector MET-16	16	3.25 - 8.25	17.5	43	25	22.3	26	0.08

Anexo 3 Conectores para tierra.



Anexo 5 Puntos de ubicación de postes,

COORDENADAS UTM								
WGS 84								
Name	Position X	Position Y	Name	Position X	Position Y	Name	Position X	Position Y
811	530750	1754683	825	530808	1754563	839	530733	1754473
812	530757	1754696	826	530773	1754544	840	530725	1754468
813	530733	1754664	827	530770	1754551	841	530817	1754477
814	530705	1754624	828	530730	1754531	842	530833	1754452
815	530675	1754587	829	530728	1754540	843	530842	1754511
816	530739	1754658	830	530707	1754517	844	530864	1754470
817	530743	1754654	831	530782	1754534	845	530892	1754430
818	530794	1754613	832	530789	1754537	846	530873	1754534
819	530824	1754577	833	530749	1754514	847	530897	1754491
820	530848	1754566	834	530718	1754497	848	530905	1754498
821	530857	1754569	835	530710	1754490	849	530923	1754449
822	530843	1754576	836	530797	1754509	850	530946	1754416
823	530836	1754564	837	530804	1754513	851	530951	1754408
824	530810	1754555	838	530764	1754490			

Anexo 6 Coordenadas UTM.



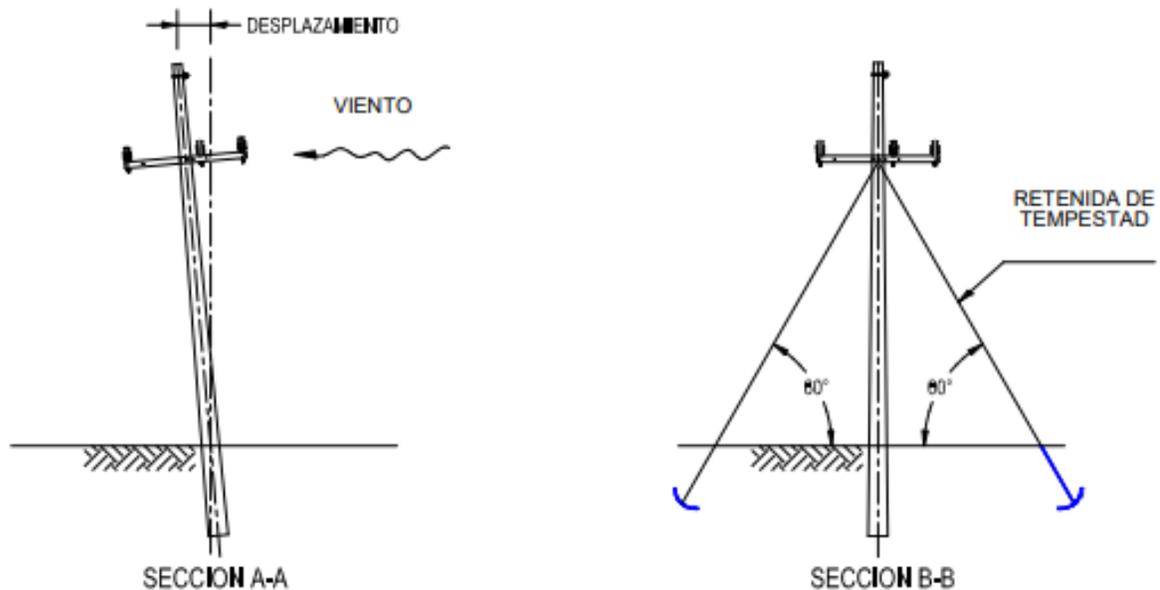
Anexo 7 Plano propuesto.

ALUMINIO DESNUDO.			
CABLE DE ALUMINIO TIPO AAC			
CALIBRE	Kgr/Km	NOMBRE	\$/Kgr
6.00	36.40	PEACHBE	82.72
4.00	58.05	ROSE	77.27
2.00	92.41	IRIS	76.64
1/0	146.90	POPPY	73.44
3/0	233.40	PHLOX	72.00
4/0	294.60	OXLIP	71.66
266.80	371.50	DAISY	71.18
336.40	469.20	TULIP	73.44
477.00	664.60	COSMOS	72.49
795.00	1112.00	DAHLIA	72.00

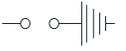
Anexo 8 Cable de aluminio tipo AAC.

CABLE DE ACERO GALVANIZADO PARA RETENIDA (CON PROTOCOLO DE C.F.E.).								
ART	CAL	\$/Kgr	\$/100m		CALIBRE	Kgr/100m	\$/Kgr	\$/100m
J421	1/2	57.07	4383.00		1/4	18.10	63.06	1141.00
J420	3/8	59.38	2375.00		3/16	10.80	94.17	1017.00
J417	5/16	59.58	1787.00		ACERO GRADO COMUN. EMPAQUE: CARR. 500mts			

Anexo 9 Cable de acero galvanizado.



Anexo 10 Retenida de tempestad.

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	POSTE DE CONCRETO EXISTENTE.
	POSTE DE CONCRETO PROYECTO
	VANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO DE 25 KVA-2F,13200/220-127 V
	TRANSFORMADOR EXISTENTE.
	LINEA DE MEDIA TENSION 3F-4H AAC 3/0, 13.2 KV PROYECTO
	LINEA DE MEDIA TENSION 2F-3H AAC 3/0 EXISTENTE
	LINEA DE BAJA TENSION NEUTRANEL(2+1) AAC 1/0 PROYECTO.
	LINEA DE BAJA TENSION EXISTENTE.
	LINEA DE NEUTRO CORRIDO ACSR 1/0.
	APARTARRAYO RISE POOLE PARA 13.2 KV.
	SISTEMA DE TIERRA.
	CORTA CIRCUITO FUSIBLE SIMPLE 13.2 KV.
	CORTA CIRCUITO FUSIBLE TRIPLE DISPARO 13.2 KV.
	RETENIDA SENCILLA DE ANCLA (RSA).
	RETENIDA DE DOBLE ANCLA (RDA).
	RETENIDA DE POSTE A POSTE (RPP).
	POSTE DE CONCRETO REUBICADO.
	RETENIDA DE BANUQUETA Y ANCLA.
	RETENIDA A ESTACA Y ANCLA.

Anexo 11 Simbología.



**SECRETARIA DE OBRA PUBLICA Y COMUNICACIONES
SUBSECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS**



OBRA: RED DE ENERGIA ELECTRICA EN EL BARRIO ZAPATA (AMPLIACION)

DOCUMENTO

No. 4

LOCALIDAD: JALTENANGO DE LA PAZ (ANGEL ALBINO CORZO)

FECHA: 29 DE NOVIEMBRE DEL 2017

MUNICIPIO: ANGEL ALBINO CORZO, CHIAPAS.

CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPUESTA

Nº. Prog.	CODIGO	CONCEPTO DE OBRA DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO CON LETRA	CON NUMERO	IMPORTE EN PESOS
A RED DE ENERGIA ELECTRICA							
1	2303000020	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CORTACIRCUITO FUSIBLE DE 15 KV. CON ESLABON FUSIBLE TIPO K DE 10 AMPER'S; INCLUYE: ACARREO, ELEVACION, MANIOBRAS DE COLOCACION, CONEXIONES, PRUEBAS, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	26.0000	(* UN MIL CUATROCIENTOS UN PESOS 20/100 M.N. *)	1,401.20	36,431.20
2	2310000010	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VARILLA DE TIERRA COOPER- WELLD CON CONECTOR DE 3.00 DE LONGITUD X 5/8" DE DIAMETRO; INCLUYE: ACARREO, CONEXIONES, MANIOBRAS DE COLOCACION, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	47.0000	(* DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 95/100 M.N. *)	299.95	14,097.65
3	1712000130	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE VINANEL XXXI THW-LS/THHW-LS, 600 VOLTS, CALIBRE 1/0 MARCA CONDUMEX, LATINCASA, CONDUCTORES MONTERREY, IUSA; INCLUYE: ACARREOS, TENDIDO, CINTA AISLANTE, LUBRICACION, GUIAS, AISLAMIENTO DE PUNTA, CONEXIONES, ANDAMIOS, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	M	115.0000	(* CIENTO SESENTA Y SEIS PESOS 29/100 M.N. *)	166.29	19,123.35
Parcial:							\$69,652.20
Acumulada:							\$69,652.20

Página 1

4	2303000030	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVO TIPO 2CCF, CON CORTACIRCUITO FUSIBLE 15 KV, ESLABON FUSIBLE, CABLE DE COBRE DESNUDO, CONECTOR AC-505-82, HERRAJES NECESARIOS; INCLUYE: ACARREO, MANOBRAS DE COLOCACION, CONEXIONES, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	3.0000	(* CUATRO MIL OCHOCIENTOS SETENTA PESOS 45/100 M.N. *)	4,870.45	14,611.35
5	2312000030	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CRUCETA DE FIERRO GALVANIZADO TIPO PR-200; INCLUYE: ACARREO, MANIOBRAS DE COLOCACION, CONEXIONES, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	5.0000	(* UN MIL CIENTO TREINTA Y UN PESOS 61/100 M.N. *)	1,131.61	5,658.05
6	S/c-001	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CRUCETA PV-200; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	46.0000	(* NOVECIENTOS TRECE PESOS 53/100 M.N. *)	913.53	42,022.38
7	S/c-002	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CRUCETA PT-200; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	5.0000	(* NOVECIENTOS TRECE PESOS 53/100 M.N. *)	913.53	4,567.65
8	S/c-003	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TIRANTE T2; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	36.0000	(* QUINIENTOS DOCE PESOS 06/100 M.N. *)	512.06	18,434.16
						Parcial:	\$85,293.59
						Acumulado:	\$154,945.73

Anexo 13 Catalogo de materiales 2.

9	S/c-004	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TIRANTE HI; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	7.0000	(* QUINIENTOS TREINTA Y TRES PESOS 23/100 M.N. *)	533.23	3,732.61
10	S/c-005	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ABRAZADERA 1AG; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	22.0000	(* DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO PESOS 72/100 M.N. *)	255.72	5,625.84
11	S/c-006	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ABRAZADERA UL; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	7.0000	(* CIENTO CINCUENTA PESOS 89/100 M.N. *)	150.89	1,056.23
12	S/c-007	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ABRAZADERA 1BS; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	40.0000	(* CIENTO SESENTA Y CUATRO PESOS 44/100 M.N. *)	164.44	6,577.60
13	S/c-008	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ABRAZADERA 2BS; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	50.0000	(* CIENTO OCHENTA PESOS 48/100 M.N. *)	180.48	9,024.00
14	S/c-009	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ABRAZADERA 3BS; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	20.0000	(* CIENTO NOVENTA Y SIETE PESOS 29/100 M.N. *)	197.29	3,945.80
						Parcial:	\$29,962.08
						Acumulado:	\$184,907.87

Anexo 14 Catalogo de materiales 3.

15	S/c-010	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ABRAZADERA UC; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	18.0000	(* CIENTO CUARENTA Y CINCO PESOS 78/100 M.N. *)	145.78	2,624.04
16	S/c-011	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BASTIDOR B1; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	15.0000	(* CIENTO SESENTA Y SEIS PESOS 79/100 M.N. *)	166.79	2,501.85
17	S/c-012	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BASTIDOR B3; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	52.0000	(* TRESCIENTOS ONCE PESOS 22/100 M.N. *)	311.22	16,183.44
18	S/c-013	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNO DOBLE ROSCA 16 X 457 MM.; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	63.0000	(* CIENTO OCHENTA Y CINCO PESOS 52/100 M.N. *)	185.52	11,687.76
19	S/c-014	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TORNILLO MAQUINA 16 X 64 MM.; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	63.0000	(* CUARENTA Y SEIS PESOS 18/100 M.N. *)	46.18	2,909.34
20	S/c-015	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLACA IPC; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	63.0000	(* QUINCE PESOS 41/100 M.N. *)	15.41	970.83
						Parcial:	\$36,877.26
						Acumulado:	\$221,785.13

Anexo 15 Catalogo de materiales 4.

21	S/c-016	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLACA 2PC; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	63.0000	(* TREINTA Y UN PESOS 10/100 M.N. *)	31.10	1,959.30
22	S/c-017	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRAPA RAL 8; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	45.0000	(* DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 47/100 M.N. *)	282.47	12,711.15
23	S/c-018	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRILLETE GA1; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	50.0000	(* CIENTO OCHENTA Y DOS PESOS 01/100 M.N. *)	182.01	9,100.50
24	S/c-019	SUMINISTRO Y COLOCACION DE AISLADOR SINTETICO DE SUSPENSION; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	45.0000	(* TRESCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 42/100 M.N. *)	392.42	17,658.90
25	S/c-020	SUMINISTRO Y COLOCACION DE AISLADOR 13 PD; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	34.0000	(* QUINIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS 39/100 M.N. *)	574.39	19,529.26
26	S/c-021	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GUARDALINEA CAL. 3/0; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	30.0000	(* CIENTO DIECIOCHO PESOS 77/100 M.N. *)	118.77	3,563.10
						Parcial:	\$64,522.21
						Acumulado:	\$286,307.34

Anexo 16 Catalogo de materiales 5.

27	S/c-022	SUMINISTRO Y COLOCACION DE AISLADOR 3R; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	30.0000	(* CIENTO CUARENTA Y DOS PESOS 77/100 M.N. *)	142.77	4,283.10
28	S/c-023	SUMINISTRO Y COLOCACION DE AISLADOR 1R; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	175.0000	(* CUARENTA Y NUEVE PESOS 63/100 M.N. *)	49.63	8,685.25
29	S/c-024	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNO ANCLA 1PA; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	20.0000	(* TRESCIENTOS DIECISEIS PESOS 17/100 M.N. *)	316.17	6,323.40
30	S/c-025	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ANCLA CONICA C3; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	20.0000	(* QUINIENTOS OCHENTA PESOS 88/100 M.N. *)	580.88	11,617.60
31	S/c-026	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GUARDACABO G2; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	40.0000	(* TREINTA Y SEIS PESOS 02/100 M.N. *)	36.02	1,440.80
32	S/c-027	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MOLDURA RE; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	40.0000	(* OCHENTA Y NUEVE PESOS 38/100 M.N. *)	89.38	3,575.20
						Parcial:	\$35,925.35
						Acumulado:	\$322,232.69

Anexo 17 Catalogo de materiales 6.

33	S/c-028	SUMINISTRO Y COLOCACION DE OJO RE; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	40.0000	(* NOVENTA Y DOS PESOS 36/100 M.N. *)	92.36	3,694.40
34	S/c-029	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PERNO OJO IPO; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	25.0000	(* CIENTO UN PESOS 56/100 M.N. *)	101.56	2,539.00
35	S/c-030	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONECTOR AC-508; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	200.0000	(* CIENTO VEINTISIETE PESOS 16/100 M.N. *)	127.16	25,432.00
36	S/c-031	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONECTOR VCT-74; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	28.0000	(* CUATROCIENTOS NOVENTA Y OCHO PESOS 46/100 M.N. *)	498.46	13,956.88
37	S/c-032	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LINEA VIVA; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	28.0000	(* DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES PESOS 16/100 M.N. *)	243.16	6,808.48
38	S/c-033	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CARGA CADWELD No. 90; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	47.0000	(* DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES PESOS 86/100 M.N. *)	293.86	13,811.42
						Parcial:	\$66,242.18
						Acumulado:	\$388,474.87

Anexo 18 Catalogo de materiales 7.

39	S/c-034	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALAMBRE DE ALUMINIO CAL. 4; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	KG	50.0000	(* CIENTO NOVENTA Y SIETE PESOS 72/100 M.N. *)	197.72	9,886.00
40	S/c-035	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALAMBRE DE COBRE CAL. 4; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	KG	115.0000	(* DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES PESOS 72/100 M.N. *)	293.72	33,777.80
41	S/c-036	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REMATE PREFORMADO ACSR CAL. 1/0; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	40.0000	(* SETENTA PESOS 39/100 M.N. *)	70.39	2,815.60
42	S/c-037	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REMATE PREFORMADO CAL. 5/16; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	45.0000	(* CIENTO OCHO PESOS 48/100 M.N. *)	108.48	4,881.60
43	S/c-038	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LISTON FUSIBLE 2 AMPER'S.; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	26.0000	(* OCHENTA Y NUEVE PESOS 06/100 M.N. *)	89.06	2,315.56
						Parcial:	\$53,676.56
						Acumulado:	\$442,151.43

Anexo 19 Catalogo de materiales 8.

44	S/c-039	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE AAC CAL. 3/0; INCLUYE: TENDIDO, TENSIONADO, ARRASTRE CON GENTE HASTA EL LUGAR DE POSTES, DESPERDICIOS, EQUIPO, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	KG	563.1600	(* TRESCIENTOS NUEVE PESOS 22/100 M.N. *)	309.22	174,140.34
45	S/c-040	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE AAC CAL. 1/0; INCLUYE: TENDIDO, TENSIONADO, ARRASTRE CON GENTE HASTA EL LUGAR DE POSTES, DESPERDICIOS, EQUIPO, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	KG	100.0000	(* DOSCIENTOS OCHENTA Y SEIS PESOS 18/100 M.N. *)	286.18	28,618.00
46	S/c-041	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE AG CAL. 5/16; INCLUYE: CONDUCTOR A/G, TENDIDO, TENSIONADO, ARRASTRE CON GENTE HASTA EL LUGAR DE POSTES, DESPERDICIOS, EQUIPO, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	ML	700.0000	(* TREINTA Y CINCO PESOS 05/100 M.N. *)	35.05	24,535.00
47	S/c-042	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE NEUTRANEL 2-1 CAL. 1/0; INCLUYE: TENDIDO, TENSIONADO, DESPERDICIOS, EQUIPO, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	ML	2,398.6400	(* CIENTO CUARENTA Y CINCO PESOS 33/100 M.N. *)	145.33	348,594.35
						Parcial:	\$575,887.69
						Acumulado:	\$1,018,039.12

Anexo 20 Catalogo de materiales 9.

48	Stc-043	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ABRAZADERA 2UH; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	14.0000	(* CIENTO OCHENTA Y DOS PESOS 25/100 M.N. *)	182.25	2,551.50
49	Stc-044	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SOPORTE CV1; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	14.0000	(* DOSCIENTOS TREINTA PESOS 49/100 M.N. *)	230.49	3,226.86
50	Stc-045	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE NEUTRANEL 1+1 CAL. 6; INCLUYE: TENDIDO, TENSIONADO, DESPERDICIOS, EQUIPO, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	ML	3,540.2525	(* SETENTA Y UN PESOS 16/100 M.N. *)	71.16	251,924.37
51	Stc-046	SUMINISTRO Y COLOCACION DE AISLADOR 1C; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	330.0000	(* CINCUENTA Y DOS PESOS 70/100 M.N. *)	52.70	17,391.00
52	Stc-047	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONECTOR IPC 4 SERVICIOS (FASE); INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	116.0000	(* UN MIL TRESCIENTOS OCHO PESOS 44/100 M.N. *)	1,308.44	151,779.04
53	Stc-048	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONECTOR IPC 8 SERVICIOS (NEUTRO); INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	58.0000	(* UN MIL SEISCIENTOS PESOS 93/100 M.N. *)	1,600.93	92,853.94
54	Stc-049	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONECTOR CILINDRICO 8-6; INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	660.0000	(* CIENTO TREINTA Y OCHO PESOS 11/100 M.N. *)	138.11	91,152.60
						Parcial:	\$610,879.31
						Acumulado:	\$1,628,918.43

Anexo 21 Catalogo de materiales 10.

55	S/c-050	TRAMITES ANTE LA COMISION FEDERAL DE TRAMITE ELECTRICIDAD PARA LA ENTREGA RECEPCION DE LA OBRA; INCLUYE: FIANZA POR VICIOS OCULTOS,FACTURA NOTARIADA, ELABORACION DE PLANOS DIFINITIVOS		1.0000	(* CINCUENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO PESOS 90/100 M.N. *)	51,455.90	51,455.90	
56	S/c-051	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POSTE DE CONCRETO TIPO PC-12-750, CON PRECIOS DE MATERIALES VIGENTES A LA FECHA EN LUGAR DE SU UTILIZACION; INCLUYE: ACARREO, FLETE, EXCAVACION, MANIOBRAS DE COLOCACION CON EQUIPO HIDRAULICO, PARADO, NIVELADO, AMACIZE, RELLENO, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	8.0000	(* ONCE MIL QUINIENTOS QUINCE PESOS 17/100 M.N. *)	11,515.17	92,121.36	
57	S/c-052	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POSTE DE CONCRETO TIPO PC- 9-400, CON PRECIOS DE MATERIALES VIGENTES A LA FECHA EN LUGAR DE SU UTILIZACION; INCLUYE: ACARREO, FLETE, EXCAVACION, MANIOBRAS DE COLOCACION CON EQUIPO HIDRAULICO, PARADO, NIVELADO, AMACIZE, RELLENO, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	21.0000	(* OCHO MIL SEISCIENTOS VEINTITRES PESOS 31/100 M.N. *)	8,623.31	181,089.51	
58	S/c-053	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 25 KVA, CON RELACION DE TRANSFORMACION 13200/120-240 VOLTS, NORMA K, MARCA PROLEC, IEM, EMSA, CON PRECIOS DE MATERIALES VIGENTES A LA FECHA EN LUGAR DE SU UTILIZACION; INCLUYE: ACARREO, FLETE, MANIOBRAS DE COLOCACION CON EQUIPO HIDRAULICO, CONEXIONES, PRUEBAS, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA Y	PZA	5.0000	(* SESENTA Y TRES MIL CUARENTA Y UN PESOS 58/100 M.N. *)	63,041.58	315,207.90	
Total RED DE ENERGIA ELECTRICA							2,268,793.10	
SUBTOTAL							2,268,793.10	
I.V.A. 16.00%							363,006.90	
Total del presupuesto							2,631,800.00	
(DOS MILLONES SEISCIENTOS TREINTA Y UN MIL OCHOCIENTOS PESOS 00/100 M.N.) IVA INCLUIDO								
							Parcial:	\$639,874.67
							Acumulado:	\$2,268,793.10

Anexo 22 Catalogo de materiales 11.