



RESUMEN

La expansión de las redes de distribución principalmente debido al incremento de usuarios es un hecho, además la necesidad de suministrar energía eléctrica cada vez a más sectores y lugares tratando de brindar este servicio a más y más personas es el objetivo de cualquier empresa grande futurista y seria, siempre pretendiendo que esta expansión sea eficiente, ordenada y con niveles de calidad buenos o excelentes, de ahí que se hace necesario presentar una normativa que sirva como guía para conseguir estos objetivos.

Con estas premisas este estudio presenta una guía para el diseño de las redes eléctricas de medio voltaje, para que los ingenieros ajenos a la empresa puedan tener pautas para la elaboración de proyectos y construcción de las mismos, así como brindar a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. recomendaciones para la revisión de los diseños y construcciones, además de presentar sugerencias para el mantenimiento y operación de los elementos de estas redes.

El contenido de esta tesis se basa en un análisis de los alimentadores primarios, sus tipos, composición, conexiones, protecciones, recorrido y aspectos más relevantes, el análisis consistirá en establecer una serie de observaciones y sobre todo recomendaciones que faciliten y optimicen el diseño, la planificación, la construcción, la operación y el mantenimiento de los elementos que conforman estas redes, para esto se revisará las normas que rigen el sector eléctrico ecuatoriano, pero también se estudiarán las normas internacionales y los organismos que las emiten a fin de encontrar los criterios o consideraciones óptimas en cada situación de estudio.

También se hace un enfoque en el ámbito económico pues en este mundo globalizado no puede quedar de lado este aspecto, se presentan numerosos criterios para la reducción de costos principalmente considerando la reducción de pérdidas de energía, además a lo largo de la esta tesis se realiza simulaciones de flujos de potencia las misas que contribuirán a encontrar estas alternativas de ahorro de energía y para determinar criterios para la correcta selección de los diferentes elementos de la red con el afán de conseguir óptimo funcionamiento a menor costo.



ÍNDICE

RESUMEN	1
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	8
CAPITULO I	11
INTRODUCCIÓN	11
1.1 Antecedentes	11
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 Objetivos Principales	12
1.2.2 Objetivos Secundarios.....	12
1.3 Estructura de la Tesis.....	13
CAPITULO II	16
CONFIGURACIÓN DE ALIMENTADORES PRIMARIOS	16
2.1 Calidad del Suministro Eléctrico.....	16
2.1.1 Importancia.....	16
2.2 Niveles de Voltaje en Redes Primarias	18
2.2.1 Niveles de Voltaje en la CENTROSUR.	18
2.2.2 Niveles de Voltaje en la EEQ.	18
2.2.3 Niveles de Voltaje en Colombia.....	19
2.2.4 Conclusión.....	19
2.3 Configuración de Alimentadores	19
2.3.1 Partes Principales.	19
2.3.1.2 Recomendaciones Constructivas.....	20
2.3.1.3 Pruebas de Cambio de Conductor.....	21
2.3.1.3 Recomendaciones para el Neutro.....	25
2.3.2 Tipos de Alimentadores.....	26
2.3.2.1 Tipos de Alimentadores Utilizados en la CENTROSUR.....	28
2.3.2.2 Tipos de Alimentadores utilizados en la EEQ.	34
2.3.2.3 Conclusión.	34
2.4 Capacidad Nominal y Número de Alimentadores por Subestación.....	34
2.4.1 Factores que Intervienen en la Capacidad de los Alimentadores Primarios	34
2.4.1.1 La Carga.....	34
2.4.1.2 El Tipo y Costo de la Construcción Empleada.....	35



2.4.1.3 La Subestación Distribuidora Usada.	35
2.4.1.4 La Calidad de Servicio.	36
2.4.1.5 Prever Capacidad de Reserva para Emergencias.	36
2.4.1.6 La Regulación de Voltaje.	36
2.4.2 Factores que determinan el número de alimentadores principales	37
2.4.2.1 Densidad de Carga.	37
2.4.2.2 Longitud de alimentadores principales.	37
2.4.2.3 Limitaciones eléctricas.	37
2.4.2.4 Tamaño de Conductores.	37
2.4.2.5 Caídas de Voltaje.	38
2.4.2.6 Capacidad de las Subestaciones.	38
2.4.2.7 Niveles de Voltaje.	38
2.5 Determinación del Conductor Económico.	38
2.5.1 Método para la Elección del Conductor Económico.	39
2.5.1.1 Procedimiento.	39
2.6 Criterios para Definir Puntos de Interconexión y Seccionamiento.	44
2.6.1 Consideraciones para el Ramal Principal y Ramificaciones.	45
2.6.1.1 Protección en la EEQ.	45
2.6.1.2 Protección en Colombia.	46
2.6.1.3 Recomendaciones Libro Técnico.	46
2.6.1.4 Protección en la CENTROSUR.	46
2.6.1.5 Conclusión.	47
2.6.2 Funciones de un Sistema de Protección contra Sobrecorrientes:	48
2.6.3 Localización de Pararrayos:	48
2.6.4 Puntos de Interconexión.	49
2.6.4.1 Parámetros a Considerar en el Diseño Puntos de Interconexión.	49
CAPITULO III.	52
DISEÑO ELÉCTRICO DE ALIMENTADORES PRIMARIOS.	52
3.1 Características Eléctricas del Sistema.	52
3.1.1 Área de Concesión.	52
3.1.2 Características de los Sistemas de Distribución.	53
3.2 Características Principales de la Fuente.	54
3.2.1 Elementos Principales de las Subestaciones.	55
3.2.1.1 Transformador de Potencia.	55



3.2.1.2 Interruptores de Potencia.	56
3.2.1.3 Seccionador.	57
3.2.1.4 Transformadores de instrumento.	57
3.2.1.5 Pararrayos.....	60
3.3 Caída de Voltaje	60
3.3.1 Caída de Voltaje en la CENTROSUR.....	60
3.3.2 Caída de Voltaje en la EEQ.....	61
3.3.3 Normas Internacionales.	61
3.3.3.1 Caída de Voltaje en Colombia	61
3.3.3.2 Caída de Voltaje en Perú.....	62
3.3.3.3 Norma ANSI.....	62
3.3.4 Conclusiones.	65
3.3.5 Cálculo de Caída de Voltaje	66
3.4 Capacidad Máxima Permisible.	67
3.4.1 Carga y Capacidad Máxima en Conductores Eléctricos.....	67
3.4.1.1 Conductores Eléctricos.	67
3.4.1.2 Calibre de los Conductores Eléctricos.....	68
3.4.1.3 Capacidad de Corriente.	69
3.4.1.4 Cálculo de la Capacidad de Corriente en un Conductor desnudo.....	70
3.4.1.5 Principales Conductores Utilizados.....	70
3.5 Pérdidas de Energía.	73
3.5.1 Análisis Económico de Pérdidas en Alimentadores	74
3.5.2 Procedimientos para Reducir las Pérdidas de Energía.	76
3.5.2.1 Corrección del Factor de Potencia (FP).....	76
3.5.2.2 Cambio de Conductores.	77
3.5.2.3 Balance de carga en alimentadores primarios.....	77
3.5.2.4 Incremento de fases	78
3.5.2.4 Transferencia de carga a otros alimentadores.....	78
3.5.2.5 Incorporación de Nuevos Alimentadores.	78
3.5.2.6 Elevación de Voltaje en los Alimentadores.....	79
3.6 Flujos de Potencia.....	79
3.6.1 Beneficios.	79
3.6.2 Aspectos que debe Cumplir un Programa de Flujos de Potencia.....	80



3.6.3 Programa de Simulación Usado	80
3.6.3.1 Tipos de bases de datos admitidas.	81
3.6.3.2 Requerimientos del sistema computarizado.....	81
3.7 Acciones para Controlar el nivel de pérdidas	82
3.7.1 Criterios de Compensación Reactiva.....	82
3.7.1.1 Beneficios de mejorar el Factor de Potencia.....	83
3.7.1.2 Procedimiento Para Utilizar Banco de Capacitores.....	84
3.7.2 Simulación de Incorporación de Bancos de Condensadores.	85
3.7.2.1 Conclusión	87
3.7.3 Simulación Balance de Carga.....	88
3.7.3.1 Conclusión.	92
CAPITULO IV	93
DISEÑO MECANICO DE ALIMENTADORES PRIMARIOS	93
4.1 Diseño Mecánico.....	93
4.1.1 Recorrido de los Alimentadores Primarios.....	93
4.2 Apoyos.....	96
4.2.1 Apoyos de Alineación.	97
4.2.2 Apoyos de Anclaje.	97
4.2.3 Apoyos de Ángulo.	97
4.2.4 Apoyos de Fin de Línea.	97
4.2.5 Apoyos Especiales.....	97
4.3 Aisladores	97
4.3.1 Normas Aplicables	97
4.3.2 Material del Aislador	99
4.3.2.1 Aisladores de Porcelana o Vidrio	99
4.3.2.2 Aisladores Polímeros	99
4.3.3 Composición de los Aisladores.....	100
4.3.3.1 Aisladores Poliméricos de Retención y tipo Line Post (Pilar)	100
4.3.3.2 Núcleo Resistente Dieléctrico de Fibra de Vidrio.....	100
4.3.3.3 Recubrimiento Polimérico Aislante del Núcleo.....	100
4.3.3.4 Campanas Aislantes.....	101
4.3.3.5 Aisladores tipo Line Post (Pilar) con Línea de Fuga Protegida	101
4.3.3.6 Aisladores Polimérico Tipo Pin.....	102
4.4 Distancias de Separación.....	102



4.4.1 Distancias de Separación en Colombia.....	103
4.4.1.1 Normas RETIE.	103
4.4.2 Distancias de Separación en Perú.	103
4.4.2.1 Normas CNE.....	103
4.4.3 Distancias de Separación en Guatemala.	104
4.4.3.1 Normas CNEE.....	104
4.4.4 Distancias de Separación en Ecuador.....	105
4.4.4.1 Normas del CONELEC.	105
4.4.5 Conclusión.....	105
4.4.5.1 Distancias de Seguridad de Conductores a Edificaciones.....	106
4.4.5.2 Distancia mínima de seguridad (Hw).....	106
4.4.5.3 Distancia de Conductores a otras Estructuras de Soporte.	108
4.4.5.4 Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.....	109
4.4.5.5 Distancias de Seguridad entre Conductores y Cables Soportados en una misma Estructura.	111
4.4.5.7 Distancias de Seguridad entre Conductores Soportados por Diferentes Estructuras.	116
4.5 Crucetas.	118
4.5.1 Especificaciones.....	118
4.6 Herrajería.....	119
4.7 Estructuras Tipo.....	120
4.7.1 Estructuras de Retención.....	120
4.7.2 Estructuras de Suspensión.....	120
4.7.3 Estructuras de Suspensión Doble.	120
4.7.4 Estructuras Combinadas.....	121
4.7.5 Estructuras.	121
4.7.5.1 Para Redes Monofásicas:.....	121
4.7.5.2 Para Redes Trifásicas:.....	122
CAPITULO V	123
CONCLUSIONES	123
5.1 Conclusiones	123
5.2 Recomendaciones.	126
5.3 Bibliografía	128
ANEXOS.....	132



LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Comparación de las pérdidas antes y después del cambio de conductor.....	23
Figura 2.2 Participación de cada alimentador en la reducción de pérdidas al cambiar el conductor.....	23
Figura 2.4 Transferencia entre un mismo alimentador.	29
Figura 2.5 Punto de enlace en una transferencia entre un mismo alimentador.	30
Figura 2.6 Transferencia con diferente alimentador en una misma subestación	31
Figura 2.7 Punto de enlace en una transferencia con diferente alimentador de una misma subestación.....	32
Figura 2.8 Transferencia con diferente alimentador de diferente subestación.....	33
Figura 2.9 Punto de enlace en una transferencia con diferente alimentador de diferente subestación.....	33
Figura 2.10 Curvas de costos de los conductores con sus respectivas ecuaciones que las representan.....	43
Figura 3.1 Área de concesión de la empresa CENTROSUR.....	52
Figura 3.2 Ubicación de las subestaciones en el área de concesión de la CENTROSUR....	55
Figura 3.3 Contribución a las pérdidas totales de los diferentes elementos de las redes.	76
Figura 3.5 Reducción de pérdidas con incorporación de banco de condensadores.	87
Figura 3.6 Contribución de cada alimentador a la reducción de pérdidas con balance de cargas.	92
Figura 4.1 Ubicación correcta de transformadores de distribución en la CENTROSUR.....	94
Figura 4.2 Ejemplo de zonas libres de redes de medio voltaje.	95
Figura 4.3 Ubicación de postes: (a) Correcta ubicación (b) Mala ubicación, obstaculiza la entrada.....	95
Figura 4.4 Distribución correcta de luminarias (graficas tomadas del SIG de la CENTROSUR).....	96
Figura 4.5 Distancia de seguridad de conductores a edificaciones con y sin influencia del viento.....	107
Figura 4.6 Distancias de seguridad verticales de conductores a otras estructuras de soporte.	108
Figura 4.7 Distancias de seguridad de conductores a postes ornamentales utilizados en alumbrado público.....	109
Figura 4.8 Distancia de seguridad de conductores a carreteras.....	110
Figura 4.9 Distancia de seguridad de redes a carreteras transitadas.....	110
Figura 4.10 Distancias de separación entre conductores en una misma estructura.....	115
Figura 4.11 Cruce de diferentes tipos de redes.....	116

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 2.1 Aspectos de calidad del servicio eléctrico.....	17
Tabla 2.2 Niveles de voltaje en el Ecuador.....	18
Tabla 2.3 Recomendaciones para diseño de alimentadores primarios en Colombia.	20
Tabla 2.4 Incremento de la capacidad de corriente al aumentar el calibre de un conductor. 21	
Tabla 2.5 Kilómetros de línea por alimentador que son cambiados en la simulación en CYMDIST	22
Tabla 2.6 Pérdidas en los alimentadores de la CENTROSUR.....	22
Tabla 2.7 Recomendaciones de la CENTROSUR para el neutro.....	25
Tabla 2.8 Sección de los conductores usados en distribución	26
Tabla 2.9 Recomendaciones para el uso del neutro	26
Tabla 2.10 Costos de los proyectos con diferente calibre de conductor.....	40
Tabla 2.11 Resistencia de conductores ACSR	41
Tabla 2.12 Comparación de pérdidas anuales entre dos conductores.	42
Tabla 2.13 Límites de corriente para determinar cuando un conductor es económico.	44
Tabla 3.1 Sistemas de medio voltaje.	53
Tabla 3.2 Subestaciones de la CENTROSUR.	54
Tabla 3.3 Tolerancias en el voltaje de estado estable en un sistema de potencia.	63
Tabla 3.4 Rangos de valores aceptable y deseable para diferentes niveles de voltaje.	64
Tabla 3.5 Rango de valores aceptable y deseable para los tres niveles de voltaje utilizados para alimentadores primarios en la CENTROSUR.....	64
Tabla 3.6 Calibre de los conductores eléctricos desnudos.	68
Tabla 3.7 Capacidad de corriente de los conductores ACSR.....	71
Tabla 3.8 Capacidad de corriente de los conductores 5005.....	71
Tabla 3.9 Capacidad de corriente de los conductores ASC.....	72
Tabla 3.10 Capacidad de corriente de los conductores de cobre.	73
Tabla 3.11 Resumen de pérdidas en todos los alimentadores de la CENTROSUR.....	75
Tabla 3.12 Reducción de pérdidas en el alimentador 0425 con incorporación de banco de condensadores	86
Tabla 3.13 Reducción de pérdidas en el alimentador 0426 con incorporación de banco de condensadores	86
Tabla 3.14 Reducción de pérdidas en el alimentador 1222 con incorporación de banco de condensadores	86
Tabla 3.15 Reducción total de pérdidas con banco de condensadores.....	87
Tabla 3.16 Alimentadores en los que existe un mayor desbalance.....	89
Tabla 3.17 Reducción de pérdidas en varios alimentadores al realizar balance de cargas. .90	
Tabla 3.18 Comparación de pérdidas en varios alimentadores con y sin balance de cargas.	91
Tabla 3.19 Reducción total de pérdidas con balance de cargas.....	91



Tabla 4.1 Distancias mínimas de seguridad de conductores en redes de medio voltaje a edificaciones y otras instalaciones sin desplazamiento del viento.....	106
Tabla 4.2 Distancias de seguridad de conductores a otras estructuras de soporte.....	108
Tabla 4.3 Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores sobre vías férreas, el suelo o agua.....	110
Tabla 4.4 Distancia horizontal mínima para conductores del mismo o diferente circuito en soportes fijos.....	111
Tabla 4.5 Distancias verticales de seguridad entre conductores en sus soportes.....	112
Tabla 4.6 Distancia de separación mínima en cualquier dirección de conductores de línea a soportes o a las estructura, a otros conductores o a la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas sujetas a la misma estructura.	114
Tabla 4.7 Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras.	117
Tabla 4.8 Especificaciones técnicas de crucetas.....	118
Tabla 4.9 Listado de estructuras monofásicas para medio voltaje.	122
Tabla 4.10 Listado de estructuras trifásicas para medio voltaje.....	122





CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El crecimiento demográfico acelerado y la necesidad de esta población de contar con el suministro de energía eléctrica hace muy importante la expansión del sistema de distribución que va a ser el medio por el cual se dote de dicha energía a los nuevos usuarios, sin embargo es preciso que esta expansión de las redes no sean realizadas de forma desordenada sino por el contrario es fundamental que las nuevas redes sigan ciertas especificaciones técnicas que faciliten su correcto y óptimo funcionamiento, permitiendo a la vez que el gasto económico no sea excesivo.

Este crecimiento de la población produce cambios muy importantes en los sistemas de distribución debido a las variaciones de carga y por tanto de demanda haciéndose necesario que se tomen decisiones técnicas y económicas para poder satisfacer de mejor manera este incremento de energía.

La necesidad de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. de contar con una documentación que sirva como guía para proyectarse hacia el futuro de una manera ordenada, satisfaciendo los requerimientos de calidad y optimizando los recursos así como lo hacen todas las empresas eficientes que brindan este servicio alrededor del mundo, es lo que ha llamado la atención para presentar este trabajo de tesis de grado estableciendo una serie de criterios y recomendaciones enmarcados como una normativa para la expansión de los sistemas de medio voltaje, para de esta manera



orientar los procesos de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de sus redes de alimentadores primarios.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Principales

- Analizar la normativa técnica existente considerando experiencias y procedimientos utilizados en el área de distribución.
- Establecer normas que orienten y definan los procedimientos y criterios a seguirse en el diseño y construcción de redes de medio voltaje (alimentadores primarios).

1.2.2 Objetivos Secundarios

- Determinar los niveles de calidad, voltajes de suministro, carga a manejar, recorrido de ramales troncales y secundarios, calibre de conductores, estructuras de montaje y herrajería en redes de medio voltaje o alimentadores primarios.

La determinación de cada uno de estos puntos pretende brindar a la CENTROSUR una ayuda para cumplir con las normativas de calidad del servicio eléctrico y lograr una explotación eficiente de los recursos para que sirva de marco para la expansión ordenada del sistema de distribución.

- Definir una normativa técnica y definir los criterios para los diferentes puntos de seccionamiento a lo largo de los recorridos de los alimentadores primarios.



Lo que se busca en este punto es realizar una comparación entre lo que actualmente se tiene en las redes de la empresa y lo que resultaría óptimo, sacando las respectivas conclusiones y recomendaciones.

- Definir las características básicas de los diseños eléctricos de las redes primarias.

Con esto se pretende dotar de un documento que sirva como apoyo para que el crecimiento de las redes de medio voltaje para que se haga de manera adecuada y siguiendo especificaciones técnicas y económicas que permitan el correcto funcionamiento de los alimentadores.

1.3 Estructura de la Tesis.

En el Capítulo I “Introducción”, se presenta una explicación en cuanto al contenido de esta tesis, los motivos o antecedentes que llevaron a la elaboración de la misma, la metodología utilizada para su desarrollo así como los objetivos principales y secundarios con los que cumple éste documento.

En el Capítulo II “Configuración de Alimentadores Primarios”, se hace una descripción de los alimentadores primarios existentes en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. detallando los tipos usados así como ventajas y desventajas de usar diferentes conexiones o disposiciones de las redes. Se detallan los factores principales a considerar en el diseño para precisar el número y capacidad de estas redes. Se analiza el concepto de conductor económico precisando los parámetros fundamentales para el ahorro de energía (reducción de pérdidas) cuando depende solo de este elemento y se realiza un análisis determinando los valores de corriente para los cuales cada



conductor resulta económico con las características de cada alimentador aéreo de la CENTROSUR. Al final de este capítulo se presentan varios conceptos de los elementos más utilizados en la protección de estas redes así como recomendaciones para una óptima protección y seccionamiento tanto de los ramales principales como de sus diferentes tipos de derivaciones.

En el Capítulo III “Diseño Eléctrico de Alimentadores Primarios”, se presenta una descripción de los principales aspectos que rigen las redes de medio voltaje, detallando los elementos eléctricos más importantes utilizados para la distribución de energía eléctrica. Se presenta un método para la correcta elección de un conductor para el diseño y construcción de redes eléctricas atendiendo a los principales aspectos económicos que lo envuelven. Se realiza un análisis de la caída de voltaje en estas redes así como de las normas sobre este tema que rigen tanto el medio local como el internacional. Se presenta el método más adecuado para el cálculo de la capacidad de corriente considerando las recomendaciones de organizaciones internacionales dedicadas al estudio de los sistemas eléctricos en todos sus aspectos. Se presenta un estudio de las pérdidas de energía en los alimentadores, se menciona los principales procesos para la reducción de las mismas y se realiza varias simulaciones con el programa CYMDIST para determinar si los métodos de reducción son significativos para la empresa, también se analiza e introduce las recomendaciones para la compensación reactiva.

En el Capítulo IV “Diseño Mecánico de Alimentadores Primarios”, se precisan las recomendaciones para el trazado de las redes, se hace una descripción de los apoyos, crucetas, herrajes, aisladores y las principales estructuras utilizadas en redes de medio voltaje, así como de las principales normas que rigen sus características. Se analiza las distancias de seguridad establecidas por las normas nacionales y también las recomendaciones que precisan las internacionales. Las características y



especificaciones técnicas de los diferentes elementos y materiales mencionados en este capítulo son detalladas en los anexos.

El Capítulo V “Conclusiones”, como su nombre lo indica se citan las principales conclusiones de esta tesis así como las recomendaciones fundamentales y las referencias bibliográficas consultadas.



CAPITULO II

CONFIGURACIÓN DE ALIMENTADORES PRIMARIOS

2.1 Calidad del Suministro Eléctrico

El tema de la calidad en el servicio de energía eléctrica no es nuevo, por el contrario es común que las empresas distribuidoras no solo del Ecuador sino del mundo en general trabajen para mejorar la calidad de energía suministrada a los consumidores. Los organismos que controlan a estas empresas han creado a lo largo de los años normas, decretos o regulaciones para que las empresas, al cumplirlas, brinden un servicio adecuado y óptimo a los usuarios.

2.1.1 Importancia.

Pero ¿Por qué es importante la calidad del suministro de energía eléctrica? La respuesta está relacionada tanto con los consumidores como las mismas empresas distribuidoras. En cuanto a los consumidores ya sea los residenciales, comerciales o industriales están dotados de equipos y aparatos electrónicos de diversos tipos y que tienen una interminable cantidad de aplicaciones en: procesos industriales, las comunicaciones, procesamiento de información, alimentación, entretenimiento etc. Estos equipos y dispositivos unos más sensibles que otros, están diseñados según normas internacionales para soportar sólo ciertas fallas o problemas originados por la mala calidad de energía eléctrica es por esta razón que la empresas distribuidoras no deben permitir que los niveles de calidad caigan por debajo de los normados.



La mala calidad del suministro eléctrico puede ocasionar desde el daño de un electrodoméstico hasta grandes pérdidas en la industria por la falta de producción.

Pero como se indicó anteriormente las empresas distribuidoras no están exentas de resultar perjudicadas por un deficiente suministro de energía, pues esto puede ocasionar problemas técnicos en las redes eléctricas, lo que daría como consecuencia mayores costos por efecto de control, operación y mantenimiento.

El CONELEC es el ente regulador del sector eléctrico en el Ecuador y en la Regulación 004/01¹ divide a la calidad del servicio de distribución en:



Tabla 2.1 Aspectos de calidad del servicio eléctrico.

El tercer aspecto al ser de ámbito administrativo (tabla 2.1) no será considerado en esta tesis en cambio los dos primeros serán abordados continuamente a lo largo de este capítulo y los siguientes, para ello se analizará cuáles son los procedimientos que

¹ La Regulación No. CONELEC 004/01 (referencia bibliográfica [3]), fue aprobada por el Directorio del Consejo Nacional de Electricidad y trata la "Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución".



la empresa CENTROSUR está siguiendo para cumplir con las regulaciones en cuanto a las redes primarias, además se hará recomendaciones y observaciones a estos procedimientos en caso de ser necesario hacerlo, todo esto con el objetivo de encontrar las mejores condiciones para que en el futuro la expansión de los alimentadores primarios no solo cumplan con los reglamentos impuestos, sino también sean los adecuados.

2.2 Niveles de Voltaje en Redes Primarias

En el Reglamento Sustitutivo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad se definen los niveles de voltaje para el Ecuador, en este documento constan los siguientes valores:

Bajo Voltaje	• Inferior a 0,6 kV
Medio Voltaje	• Entre 0,6 y 40 kV
Alto Voltaje	• Mayor a 40 kV

Tabla 2.2 Niveles de voltaje en el Ecuador.

2.2.1 Niveles de Voltaje en la CENTROSUR.

Existe una gran variedad de valores de voltaje en alimentadores primarios, sin embargo en la empresa CENTROSUR se tienen solo tres valores nominales:

- de 22 kV que es el normalmente utilizado para redes aéreas,
- de 6.3 kV que se utiliza para redes subterráneas y
- de 13.8 kV que es el que se utiliza para el suministro en la provincia de Morona Santiago

2.2.2 Niveles de Voltaje en la EEQ.

Los niveles de voltaje para alimentadores primarios que se utilizan en esta empresa son:



- 22.8 kV
- 13.2 kV
- 6.3 kV

2.2.3 Niveles de Voltaje en Colombia.

Los niveles de voltaje que se tienen en Colombia son:

- 13.2 kV
- 33 kV
- 34.5 kV

El nivel de 13.2kV es un nivel normalmente utilizado en nuestro país, mientras que los niveles de 33 y 34.5 kV no son usados en ninguna de las empresas distribuidoras en el Ecuador.

2.2.4 Conclusión.

Elevar el nivel de voltaje y reducir la corriente para transportar potencia eléctrica es el método adoptado por toda empresa de distribución en la actualidad (mediante transformadores), es obvio pensar que mientras más elevado sea este voltaje menor será la corriente debido a la ley de Ohm. La reducción de la corriente significará menores pérdidas por calentamiento del conductor por efecto Joule, entonces podemos concluir que un nivel de voltaje de 13.8kV no es la opción más idónea si se puede disponer de un nivel de 22kV, se recomienda que en lo posible para futuros diseños:

Los niveles de voltaje en la CENTROSUR sean de:

- 22 kV para redes aéreas en las periferias.
- 6.3 kV para redes subterráneas en el centro de la ciudad.

2.3 Configuración de Alimentadores

2.3.1 Partes Principales.

A continuación se define las partes principales que conforman el sistema de distribución eléctrico primario y ciertas recomendaciones para su construcción:



El Alimentador Principal o Troncal. Red eléctrica utilizada en distribución en medio voltaje, pueden ser aéreas o subterráneas, poseyendo la máxima capacidad de toda la red.

Derivación Lateral. Red eléctrica utilizada en distribución en medio voltaje, este tipo de redes son una derivación del alimentador principal mediante equipo de seccionamiento y protección, tienen menor capacidad que los alimentadores principales.

Derivación Sublateral. Red eléctrica utilizada en distribución en medio voltaje, este tipo de redes son una derivación de las redes laterales, sirven a muy pocos transformadores por lo que tienen capacidad mínima.

2.3.1.2 Recomendaciones Constructivas.

A continuación se presentan recomendaciones utilizadas en Colombia para el diseño y construcción de las diferentes partes de las redes que conforman el alimentador primario de medio voltaje:

		Red de Distribución en Colombia
TRONCAL	# Fases	3
	Calibre Conductor	2/0 - 4/0 AWG
DERIVACION LATERAL	# Fases	3, 2 o 1
	Calibre Conductor	1/0 - 2 AWG
DERIVACION SUBLATERAL	# Fases	1
	Calibre Conductor	2 AWG o menores

Tabla 2.3 Recomendaciones para diseño de alimentadores primarios en Colombia.²

Se puede observar que dependiendo de la capacidad que tienen las redes va cambiando el calibre de los conductores, disminuyendo la sección de los mismos para las redes de menor capacidad. De la misma forma varía el número de fases que se colocan por cada

² Tomado del libro "Redes de distribución de energía", referencia bibliográfica [1]



tipo de red, esto dependerá además de la carga que lleven del tipo de transformadores de distribución que se instalen, es decir si son trifásicos o monofásicos.

Según datos obtenidos en el SIG, la CENTROSUR trabaja en forma similar a las recomendaciones colombianas presentadas en la tabla 2.4, para los tramos con mayor carga utiliza generalmente el calibre 3/0, el 4/0 y 2/0 también son utilizados pero en menor medida, cuando la carga disminuye considerablemente utiliza el 1/0 y los calibres menores a este lo aplica para pequeños grupos de cargas o solo alguna carga puntual. Sin embargo la CENTROSUR recomienda que se utilice como mínimo al 4 AWG para redes de medio voltaje, por otro lado la EEQ recomienda en sus "Normas para sistemas de distribución" que el calibre menor usado en redes de medio voltaje sea de 2 AWG, evitando así la utilización de calibres que en un futuro deban ser cambiados por el incremento de carga que se presenta continuamente por la expansión de las redes, además de evitar pérdidas grandes de energía en los conductores.

2.3.1.3 Pruebas de Cambio de Conductor

Para encontrar el calibre adecuado se realizaron simulaciones de flujo de carga con el CYMDIST en todos los alimentadores aéreos excepto los correspondientes a las zonas de Morona Santiago, cambiando el conductor de 4 ACSR a 2 ACSR para determinar si en realidad los conductores 4 ACSR no deberían ser usados en redes de medio voltaje y si el procedimiento de caída de voltaje usado para determinar el conductor adecuado para cada proyecto está funcionando en forma correcta.

Como se puede ver en la siguiente tabla aumentar el calibre de los conductores disminuye la resistencia del mismo y por lo tanto aumenta la capacidad de corriente que puede circular por la red.

CALIBRE ACSR	RESISTENCIA 50° C Ω /km	CAPACIDAD A
4	1.390	90
2	0.876	130

Tabla 2.4 Incremento de la capacidad de corriente al aumentar el calibre de un conductor.



Para la reducción de pérdidas mencionada se procedió a simular el cambio de todas las redes de 4 ACSR en cada alimentador, que representan una gran cantidad de kilómetros de línea como se puede observar en la tabla 2.5.

ALIMENTADOR	KM DE LINEA CON CONDUCTOR 4 ACSR
0521	63276,1
0523	40691,3
0525	27607,3
0921	17207,2
1421	78691,1
1521	56894,1
1523	29650,6
1822	8875
1823	63054,9

Tabla 2.5 Kilómetros de línea por alimentador que son cambiados en la simulación en CYMDIST

En la tabla 2.6 se presentan los alimentadores que más pérdidas reducen al realizar este proceso:

ALIMENTADOR	PÉRDIDAS (kW)		Δ kW	kWh	Dólares
	ANTES	DESPUES			
0521	210,99	208,6	2,39	20936,4	1038,4
0523	312,15	309,76	2,39	20936,4	971,4
0525	103,38	101,23	2,15	18834	843,8
0921	68,92	68,07	0,85	7446	333,6
1421	175,31	171,69	3,62	31711,2	1623,6
1521	162,97	161,09	1,88	16468,8	671,9
1523	151,51	142,5	9,01	78927,6	3725,4
1822	35,74	34,79	0,95	8322	319,6
1823	142,97	140,19	2,78	24352,8	1110,5
	TOTAL		26,02	227935,2	10638,2141

Tabla 2.6 Pérdidas en los alimentadores de la CENTROSUR antes y después del cambio de conductores.

La reducción de pérdidas total fue de 26,02kW en las redes de medio voltaje aéreas, esto equivale aproximadamente a 228MWh y a 10638.2 dólares al año, si bien es cierto que el total es representativo como se puede observar en la figura 2.2 sólo el alimentador



1523 tiene más de la tercera parte de esta reducción de pérdidas, los demás alimentadores tienen contribuciones pequeñas para la reducción total.

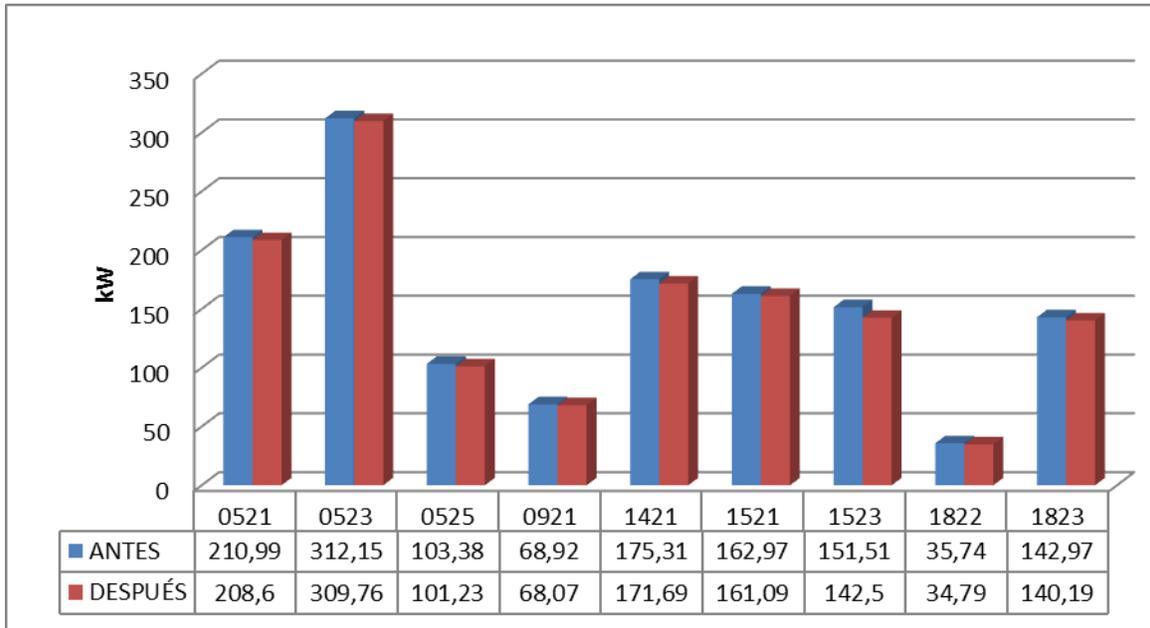


Figura 2.1 Comparación de las pérdidas antes y después del cambio de conductor.

En la figura anterior se puede observar que la reducción de las pérdidas de energía no es tan notoria, en la figura 2.2 se puede ver la contribución de cada alimentador a la reducción total de las pérdidas de potencia.

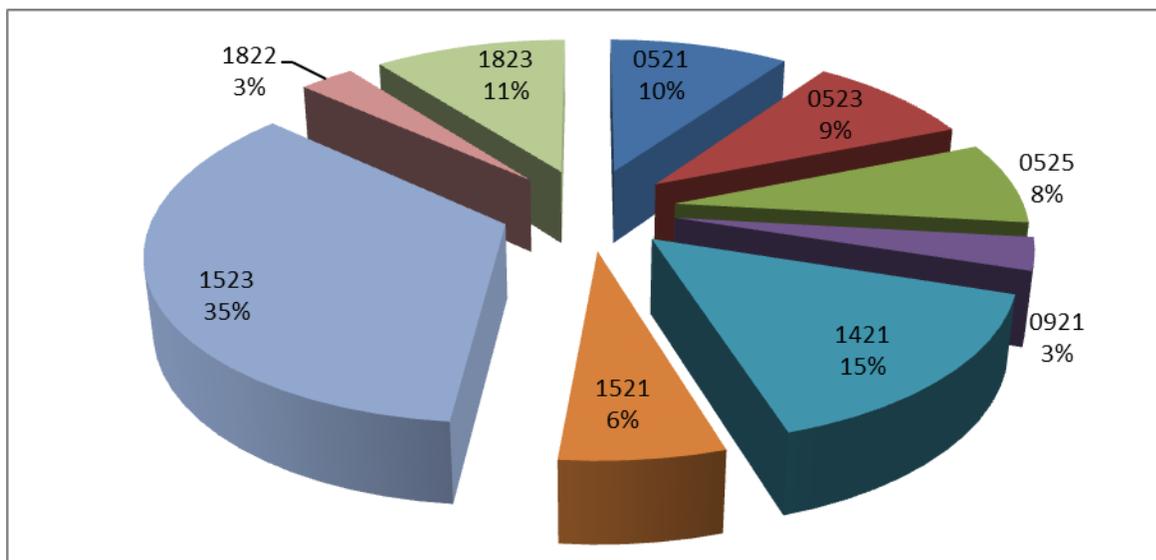


Figura 2.2 Participación de cada alimentador en la reducción de pérdidas al cambiar el conductor.



Luego de las simulaciones se presentaron los siguientes resultados:

- Solo en 7 de más de 30 redes primarias en análisis se pudo obtener una reducción de pérdidas significativa, en el resto de alimentadores el cambio de conductor de 4 a 2 ACSR no representa ninguna variación grande de reducción de pérdidas.
- Como se presentó anteriormente, las redes con conductor 4 ACSR recorren una gran cantidad de kilómetros en cada alimentador, sin embargo el cambio por el 2 ACSR no representa grandes variaciones de pérdidas de potencia en el sistema en la gran mayoría de alimentadores según los resultados mostrados en la simulación de flujos, esto determina que el conductor 4 ACSR no está siendo mal utilizado y usar para redes de medio voltaje sólo desde el calibre 2 AWG en adelante no sería acertado.

2.3.1.2.1 Conclusión

Se determina que el criterio presentado por la CENTROSUR y que también es el aceptado en las recomendaciones colombianas que permiten que el calibre sea menor al 2 AWG para redes pequeñas generalmente aquellas que tengan sólo pocos transformadores monofásicos, puesto que antes de la elección el conductor deberá cumplir con las normas exigidas para caída mínima de voltaje que como se demostró anteriormente tienen resultados adecuados en la gran mayoría de redes de medio voltaje

Con estos criterios se recomienda para el diseño y construcción del alimentador primario de medio voltaje que:

En los alimentadores principales o troncales:

- Los calibres de los conductores estén entre 2/0 y 4/0 AWG para redes aéreas.
- La red principal sea trifásica.

En las derivaciones laterales:

- El calibre utilizado sea de 1/0.



- La red podrá ser trifásica o monofásica.

En las derivaciones sublaterales

- El calibre del conductor sea de 2 AWG, pero para pequeñas redes (poca carga y poca extensión) se acepta el 4 AWG que es el menor calibre que se recomienda utilizar en alimentadores de medio voltaje aéreo.
- La red podrá ser trifásica o monofásica.

2.3.1.3 Recomendaciones para el Neutro.

La EEQ recomienda que el neutro en redes primarias trifásicas sea:

- Aproximadamente del 50% de sección de la fase.
- En redes monofásicas a dos conductores el neutro tendrá igual sección que la fase.
- El mínimo calibre del neutro será de 2 AWG.

La CENTROSUR recomienda que el calibre del neutro cumpla con lo siguiente:

Fase	Neutro
4	4
2	4
1/0	4
2/0	2
3/0	2
4/0	1/0

Tabla 2.7 Recomendaciones de la CENTROSUR para el neutro.

Sin embargo en la práctica para el calibre 3/0 coloca un neutro de 1/0 (datos tomados del SIG). Considerando que la sección del conductor es:

Calibre	mm ²
4	24.71
2	29.22
1/0	62.38
2/0	78.64
3/0	99.23



4/0	125.1
-----	-------

Tabla 2.8 Sección de los conductores usados en distribución

Con estas características se puede determinar que las normas de la EEQ coinciden con las de la CENTROSUR para la elección del calibre del neutro, excepto en dos calibres en el 1/0 cuyo neutro debería ser el 2 AWG y en el 3/0 cuyo neutro debería ser el 1/0 según las aproximaciones determinadas por la EEQ. Es necesario precisar que el calibre 3/0 normalmente utilizado en la troncal de cada alimentador primario de la CENTROSUR lleva precisamente el 1/0 como neutro en casi todas sus configuraciones, así que es recomendable adoptar las recomendaciones de la EEQ en cuanto a este conductor. En cuanto al 1/0 en la práctica se lo suele utilizar junto con un neutro de calibre 4 AWG sin ningún problema, así que no se considera necesario cambiar el 4 por el 2 AWG y mantener las normas de la CENTROSUR.

2.3.1.3.1 Conclusión

Con estos criterios se recomienda para el diseño y construcción del alimentador primario de medio voltaje que:

- El calibre del neutro sea:

Fase	Neutro
4	4
2	4
1/0	4
2/0	2
3/0	1/0
4/0	1/0

Tabla 2.9 Recomendaciones para el uso del neutro

- El mínimo calibre del neutro será de 4 AWG en redes de medio voltaje.

2.3.2 Tipos de Alimentadores

A continuación se presentan los tipos de alimentadores primarios más utilizados en redes de distribución:



Alimentador Primario Tipo Radial Simple. Es aquel que se deriva o empieza en una subestación y en su recorrido no tiene conexión con otra subestación o alimentador, de esta manera suministra potencia a un grupo de transformadores en forma individual.

Es la configuración más utilizada debido a su sencillez constructiva y a su bajo precio inicial, es recomendable este tipo de red para zonas rurales, con densidades de cargas medias y bajas, las mismas que abarcan una gran distancia.

Su principal desventaja es su poca confiabilidad, debido a que una falla en algún punto provoca la desconexión del servicio en una gran cantidad de usuarios, generalmente recuperando el servicio luego de un tiempo considerablemente largo, es por este motivo que no es común encontrar este tipo de alimentadores en la CENTROSUR.

Alimentador Primario Tipo Radial con Respaldo. Mantiene las mismas características que el radial simple, pero adicionalmente incluye enlaces o conexiones con otros alimentadores cercanos, mejorando considerablemente la confiabilidad pues permite reducir las zonas afectadas y por ende la falta de servicio a los usuarios.

Los enlaces con otros alimentadores pueden ser usados aun cuando las condiciones sean las normales, para evitar sobrecargas, realizar algún tipo de mantenimiento, reducir pérdidas y variaciones de voltajes. Se recomienda su uso para zonas urbanas o densidades de carga mayores, es el tipo de alimentador más utilizado en la CENTROSUR.

Alimentador Primario Tipo Mallado. Este tipo de configuración presenta una gran cantidad de interconexiones, es la que brinda mayor confiabilidad y a la vez exige mayor gasto económico, para nuestro caso en particular no es muy utilizada, además demanda mayor dificultad al momento de realizar las protecciones debido a la gran cantidad de enlaces no solo con otros alimentadores adyacentes sino también con las subestaciones aledañas. La regulación de tensión con este sistema es mucho más eficiente.



2.3.2.1 Tipos de Alimentadores Utilizados en la CENTROSUR.

A pesar de que los tipos de alimentadores presentados son los más utilizados por las diferentes empresas distribuidoras en todo el mundo, no todos se utilizan en la CENTROSUR, el tipo de alimentador que se ha implementado a lo largo de los años es el radial con respaldo o varios respaldos, el mismo que tiene diferentes formas dependiendo del tipo de transferencia que tenga, las mismas que se presentan a continuación:

2.3.2.1.1 Transferencia entre un Mismo Alimentador

En la figura 2.4 se presenta un ejemplo de esta transferencia que se tiene en la CENTROSUR, allí se observa que el alimentador 0101 presenta un punto de enlace para transferencia de energía desde el mismo alimentador 0101. En la figura 2.5 se puede observar ese punto más de cerca y allí se observa la unión del alimentador 0101 mediante un seccionador cuchilla que está abierto, el mismo que al cambiar de posición a cerrado permitirá la transferencia de energía en caso de que se requiera mantenimiento o suceda alguna falla de una parte del alimentador que se encuentra en el enlace.

Este tipo de enlace también suele presentarse entre un tramo aéreo y subterráneo en un mismo alimentador.

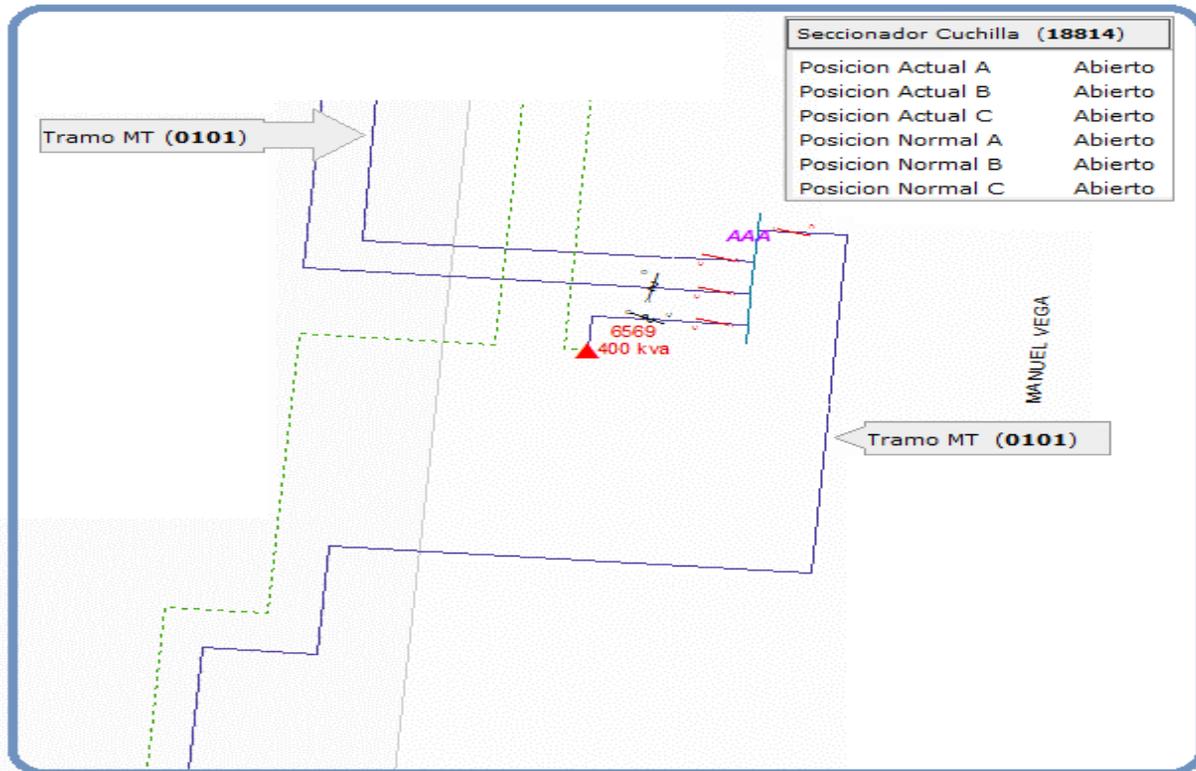


Figura 2.4 Punto de enlace en una transferencia entre un mismo alimentador.

Como se mencionó el objetivo de esta transferencia es eliminar una falla ubicada en el enlace pero este tipo de transferencia presenta las siguientes desventajas:

- El alimentador quedará sin servicio cuando la subestación falle
- El alimentador quedará sin servicio cuando la falla en el alimentador sea antes del enlace.

2.3.2.1.2 Transferencia con Diferente Alimentador de una misma Subestación

En la figura 2.6 se observa un enlace con los alimentadores 0102 y el 0103 de la subestación 1.

Este método permite el respaldo cuando:

- Un tramo del alimentador falle.
- El alimentador falle.

Tiene o presenta la desventaja de si la subestación falla el alimentador no podrá continuar en servicio, desventaja que es eliminada en el siguiente tipo de transferencia.

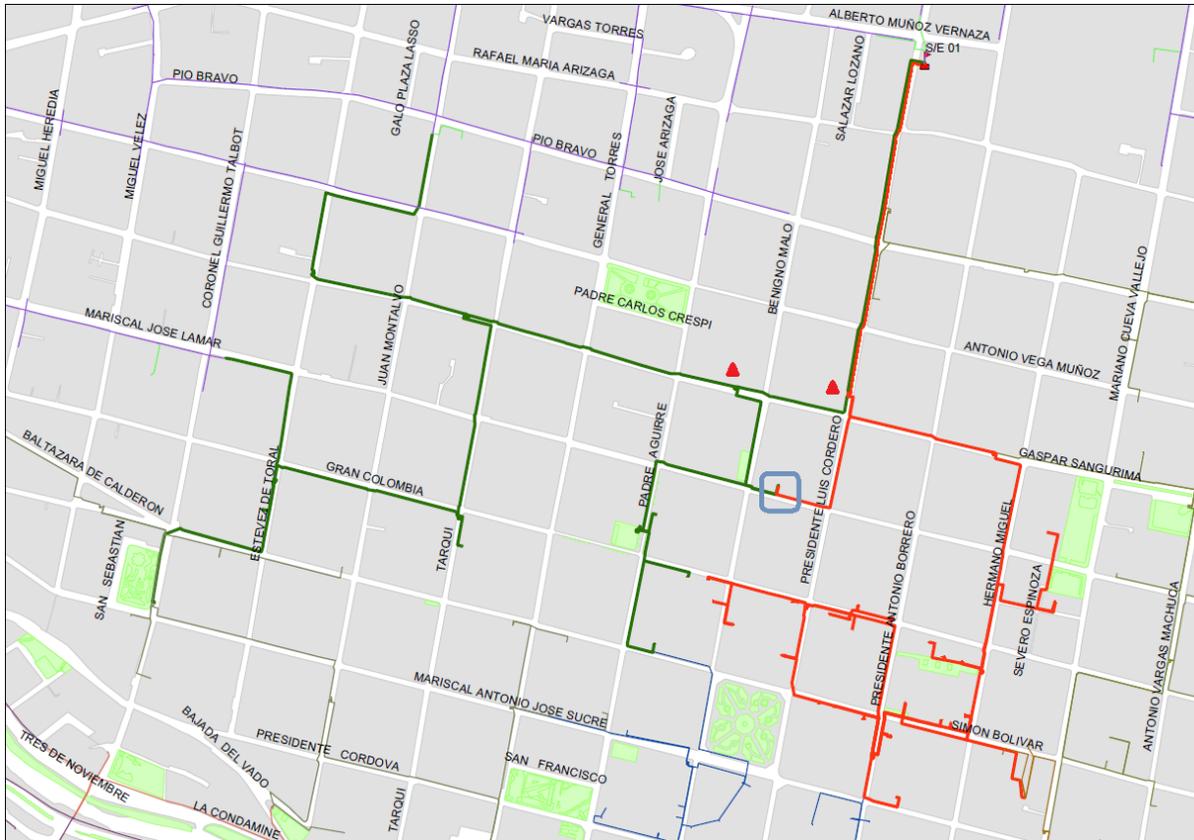


Figura 2.5 Transferencia con diferente alimentador en una misma subestación

En la figura 2.7 se observa la unión de los dos alimentadores mediante un seccionador cuchilla el mismo que permitirá la transferencia de energía cuando se encuentre en la posición de cerrado.

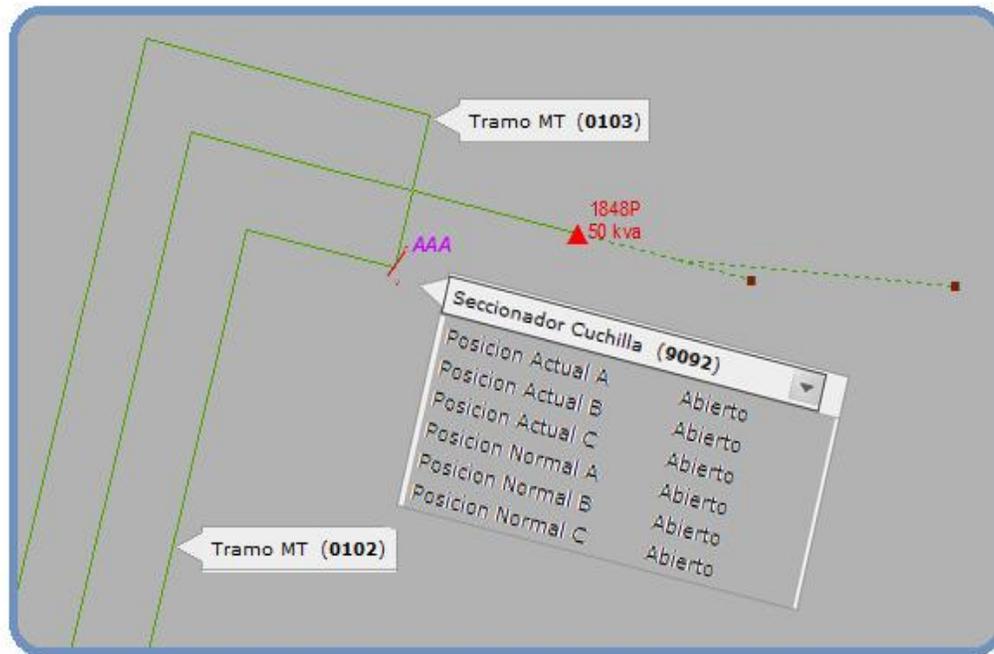


Figura 2.6 Punto de enlace en una transferencia con diferente alimentador de una misma subestación.

2.3.2.1.3 Transferencia con Diferente Alimentador de Diferente Subestación

En la figura 2.8 se observa que el alimentador 0102 de la subestación 1 tiene un punto de enlace con el alimentador 0202 de la subestación 2. A lo largo del recorrido de los diferentes alimentadores se tienen varios puntos de seccionamiento los mismos que servirán junto con el seccionador ubicado en el mismo punto de enlace para seleccionar los tramos o partes de los diferentes alimentadores que se desee sean servidos por el otro alimentador y en este caso por otra subestación.

Este es el mejor método en cuanto a confiabilidad, puesto que permitirá que el transformador continúe prestando servicio cuando:

- Un tramo del alimentador falle.
- El alimentador falle.
- La subestación que sirve al alimentador falle.



Figura 2.7 Transferencia con diferente alimentador de diferente subestación.

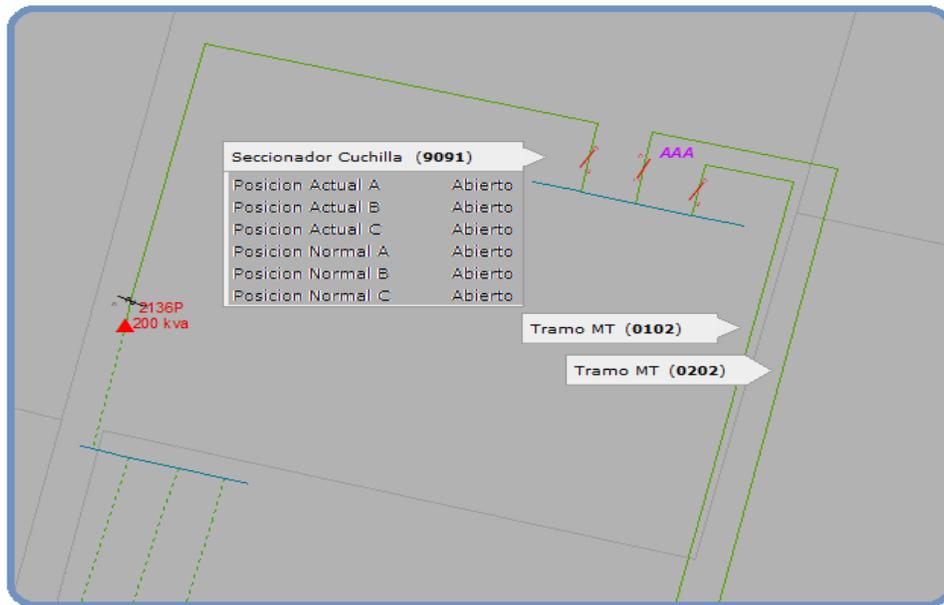


Figura 2.8 Punto de enlace en una transferencia con diferente alimentador de diferente subestación.



2.3.2.2 Tipos de Alimentadores utilizados en la EEQ.

Esta empresa utiliza para redes primarias de medio voltaje la configuración tipo radial a partir del punto de alimentación (subestación), para disponer de un sistema de protección tipo escalonado.

2.3.2.3 Conclusión.

El uso del sistema radial con respaldo por parte de la CENTROSUR disponiendo de muchos puntos de enlace o interconexión le permite reducir al mínimo el tiempo en que una parte del sistema se quede sin servicio, por este motivo se recomienda seguir con esta configuración.

Para la elección del tipo de transferencia atendiendo a los aspectos de confiabilidad se precisa que el orden en que se elija el método de transferencia sea de la siguiente manera:

- 1. Transferencia con diferente alimentador de diferente subestación*
- 2. Transferencia con diferente alimentador de una misma subestación*
- 3. Transferencia entre un mismo alimentador*

2.4 Capacidad Nominal y Número de Alimentadores por Subestación

2.4.1 Factores que Intervienen en la Capacidad de los Alimentadores Primarios

Existe una gran cantidad de factores que afectan la capacidad de los alimentadores primarios, a continuación se hace una recopilación de los parámetros más importantes que deben considerarse.

2.4.1.1 La Carga.

Es el factor más importante y determinante para el diseño de alimentadores, se puede definir a la carga como el consumidor o usuario final de un sistema eléctrico, donde es aprovechada la energía producida y transportada, en diversos equipos y aparatos, en casas, industrias o comercios.



La densidad de carga es la mayor o menor cantidad de carga en un área específica teniendo la misma un crecimiento anual el cual es considerado cuando se diseñan las redes y transformadores, siendo ésta carga dividida según su utilidad en cargas residenciales, comerciales e industriales

2.4.1.2 El Tipo y Costo de la Construcción Empleada.

Entendiéndose en este punto la elección del material conductor (ACSR, ASC, COBRE o 5005) considerando además la sección del conductor elegido, los materiales aisladores, las estructuras de soporte, los elementos de protección y seccionamiento los mismos que serán tratados de manera individual en secciones o capítulos posteriores.

2.4.1.3 La Subestación Distribuidora Usada.

Para el diseño de una subestación eléctrica hay que tomar en consideración una gran cantidad de factores, lo óptimo es conseguir que una subestación requiera de un costo mínimo inicial y final, pero que a la vez presente alta confiabilidad para evitar que todo el sistema quede fuera de servicio o que las interrupciones debidas a fallas sean de tiempos largos y considerables, a la vez la subestación debe ser sencilla, dar facilidad de mantenimiento continuo, además de permitir ampliaciones para cubrir el incremento de la demanda.

Existen varios tipos de clasificación de subestaciones a continuación se presentan dos formas:

- a) **Por su función:** de enlace, radiales, de anillo, elevadoras (son usadas en transmisión más no en distribución), reductoras y de switches.

- b) **Por su construcción:** intemperie, interior y tipo blindada.



Las características operacionales que debe tener una subestación distribuidora, están íntimamente ligadas a: capacidad de carga, nivel de voltaje, criterios ambientales, el terreno entre otros.

2.4.1.4 La Calidad de Servicio.

Engloba tanto la calidad del producto es decir el nivel de voltaje, las perturbaciones y el factor de potencia así como la continuidad del servicio. Es muy utilizado para mejorar las características de voltaje de las redes de distribución el empleo de capacitores o banco de capacitores en paralelo (shunt) los mismos que además mejoran el factor de potencia y reducen las pérdidas de energía.

2.4.1.5 Prever Capacidad de Reserva para Emergencias.

Como su nombre lo indica es necesario que los alimentadores puedan soportar mayor capacidad que la promedio en ciertos momentos de emergencia en los que tendrán que alimentar cargas de otros alimentadores (interconexión). Para esto será necesario considerar las cargas especiales actuales y proyectadas, así como considerar las áreas de expansión urbana y rural.

2.4.1.6 La Regulación de Voltaje.

Debido a la impedancia de las líneas de distribución se producen caídas de voltaje en dichas líneas, esta caída incrementa con la distancia de la línea, y para corregir esto existen reguladores de voltajes que ayudan a evitar este efecto que produce el conductor de la línea. Existen varios métodos para la regulación de voltaje a lo largo de un sistema de distribución, entre estos métodos, algunos suben el voltaje al inicio del alimentador de distribución cuando la carga aumenta, reduciendo de este modo el promedio de diferencia entre carga máxima y carga mínima para todos los consumidores conectados al alimentador, otros métodos disminuyen la impedancia



entre las barras de envío y recepción del alimentador, reduciendo también de esta forma la caída de voltaje.

2.4.2 Factores que determinan el número de alimentadores principales

2.4.2.1 Densidad de Carga.

Dependerá de varios factores como el tipo de usuarios si son residencial comercial o industrial, además se considera el sector o recorrido de los alimentadores pues en los centros de ciudades existe mayor densidad de carga que en las afueras, y es mayor la carga en zonas de alto comercio o en donde existan fábricas como en el Parque Industrial.

2.4.2.2 Longitud de alimentadores principales.

Es un factor que también está involucrado con la carga, pues no resulta igual comparar una red primaria que atraviesa toda la ciudad con una que apenas abarca un pequeño sector de la misma o recorre una pequeña área rural. Lo óptimo es colocar varios alimentadores con ciertas características eléctricas para que cada uno de ellos cubra una zona determinada de esta manera además es lo que desde el aspecto de la confiabilidad es lo adecuado.

2.4.2.3 Limitaciones eléctricas.

Entre las limitaciones eléctricas tenemos las que presentan los conductores debido a los materiales de construcción de los mismos, así como también dependerá de la capacidad los transformadores de potencia y de las subestaciones de distribución.

2.4.2.4 Tamaño de Conductores.

Es claro que dependiendo del calibre o sección del conductor se podrá ya sea incrementar o disminuir la carga, esto se hace considerando una proyección de la demanda, para de esta manera encontrar la mejor opción para el presente y futuro.



2.4.2.5 Caídas de Voltaje.

Los alimentadores deben cumplir con las normas emitidas por las empresas distribuidoras además de cumplir con los reglamentos estipulados por el CONELEC, el procedimiento de cálculo será citado en secciones siguientes.

2.4.2.6 Capacidad de las Subestaciones.

Aspecto que será determinado por la empresa distribuidora de acuerdo a las necesidades de los usuarios y que dependerá además de los transformadores de potencia existentes en las subestaciones.

2.4.2.7 Niveles de Voltaje.

Es decir si los voltajes de los alimentadores primarios son de 6.3, 13.8, o 22KV. Para mejorar el perfil del voltaje se utilizan capacitores en paralelo que además mejoran el factor de potencia, reducen las caídas de voltaje y las pérdidas, sin embargo los valores de capacitores deben ser cuidadosamente seleccionados para evitar sobre voltajes.

2.5 Determinación del Conductor Económico

Para encontrar el conductor económico es necesario realizar un análisis optimizando los costos derivados de la implementación de un determinado conductor, para esto hay que considerar varios aspectos entre los que destacan: el costo mismo del material conductor, la resistencia eléctrica que provoca las pérdidas de energía por efecto Joule y la caída de voltaje que influye significativamente en el funcionamiento de los receptores y las redes en general.

La elección del conductor está íntimamente ligada a la intensidad de corriente prevista, esto dependerá de las características eléctricas que presenten los diferentes tipos de conductores. Esto limita la utilización de conductores cuya sección a pesar de tener menor costo no son los adecuados para soportar las corrientes establecidas que calentarán el material pudiendo llegar a niveles peligrosos.



2.5.1 Método para la Elección del Conductor Económico

Los costos por energía perdida en los conductores son mayores cuando menor es la sección del conductor, esto hace pensar que la elección de un conductor de mayor sección es ideal para cualquier proyecto, sin embargo es necesario considerar que cuanto mayor es la sección más elevado es el costo de los conductores, accesorios y materiales asociados con el conductor. Estas dos ideas opuestas deben ser consideradas al unísono para encontrar una sección adecuada que además de cumplir con las exigencias eléctricas recupere la inversión o costo inicial en el menor tiempo posible.

Con estas premisas se realizó un análisis de los conductores que se utilizan en las redes de medio voltaje en la CENTROSUR, con el objetivo de establecer las características del conductor atendiendo a la economía, sección y densidad más económica, para con los resultados que se obtengan permitir la elección del conductor en los diferentes diseños y proyectos de construcción de redes primarias. El método utilizado se base en el que ha sido presentado en "Power Distribution Planning Reference Book" de H. Lee Willis, mismo que ha sido modificado a las condiciones y características que presenta la CENTROSUR.

2.5.1.1 Procedimiento.

Para la elección del conductor que presente las mejores ventajas económicas se establecen los costos por implementación de los distintos tipos de conductores de los que dispone la empresa, considerando tanto los costos del conductor, materiales y accesorios así como mano de obra y montaje de las redes. A estos costos se les denomina costos iniciales del proyecto y se les añade cada año los costos producidos por las pérdidas de energía que se darían en el conductor seleccionado. No se consideran los costos por mantenimiento de las redes porque estos costos no dependen del conductor utilizado.

A continuación se explica el proceso realizado:



- Primero se establecen los costos iniciales del proyecto con cada uno de los conductores utilizados en redes de medio voltaje. Para esto se consideraron los costos que determina la empresa para la implementación de los diferentes conductores ACSR estos son:

Conductor ACSR	Costo del proyecto \$
3/0	20151,52
2/0	17988,94
1/0	15222,32
2	13603,26
4	12608,22

Tabla 2.10 Costos de los proyectos con diferente calibre de conductor.

Datos proporcionados por la CENTROSUR.

A continuación se determinan las pérdidas de potencia debidas al calentamiento del conductor o efecto Joule para esto tenemos que:

$$P_p = I^2 \times R \times L \quad (2.1)$$

Dónde:

P_p = Pérdidas de potencia en vatios

I = Corriente en A

R = Resistencia del conductor en Ω por km

L = Longitud en km

- Con las pérdidas de potencia se determinan las pérdidas de energía de la siguiente manera:

$$P_e = \frac{N \times P_p \times 8760}{1000} \times F_p \quad (2.2)$$

Dónde:

P_e = Pérdidas de energía en kW/h



N = Número de conductores (fases)

Fp = Factor de pérdidas

En la ecuación (2.2), 8760 es el número de horas que tiene el año, 1000 es un factor de cambio de unidades para pasar de vatios-hora a kilovatios-hora. El Factor de pérdidas de cada alimentador se lo determinó con la ayuda del CYMDIST.

Conductor ACSR	Resistencia Ω
4	1,39
2	0,876
1/0	0,552
2/0	0,439
3/0	0,398

Tabla 2.11 Resistencia de conductores ACSR

- Para determinar los costos por pérdidas de energía se procede como sigue:

$$Pe \text{ en dólares} = \frac{Pe \times c}{100} \quad (2.3)$$

Dónde:

C = Costo de la energía eléctrica en cents por kW/h

En la ecuación (2.3), 100 es un factor de cambio de unidades para pasar de centavos a dólares.

- El siguiente paso es sumar los costos iniciales del proyecto a los costos por pérdidas de energía año tras año en forma acumulativa.
- Con las ecuaciones presentadas y una hoja de cálculo se puede elaborar tablas de resultados similares a la tabla 2.12.



KVA	CORRIENTE	ACSR 2	ACSR 4
		PÉRDIDAS TOTALES EN \$	PÉRDIDAS TOTALES EN \$
952.63	25.0	14270.88	13667.57
994.54	26.1	14330.92	13762.84
1038.30	27.2	14396.36	13866.68
1083.99	28.4	14467.69	13979.86
1131.68	29.7	14545.43	14103.22
1181.48	31.0	14630.17	14237.68
1233.46	32.4	14722.53	14384.22
1287.74	33.8	14823.19	14543.95
1344.40	35.3	14932.90	14718.04
1403.55	36.8	15052.49	14907.79
1465.31	38.5	15182.82	15114.61
1529.78	40.1	15324.88	15340.02
1597.09	41.9	15479.72	15585.71
1667.36	43.8	15648.48	15853.49
1740.73	45.7	15832.42	16145.36
1817.32	47.7	16032.90	16463.48

Tabla 2.12 Comparación de pérdidas anuales entre dos conductores.

- Una vez determinadas los costos por pérdidas de energía y elaborado las tablas adecuadas se procede a encontrar el conductor económico y el rango de corrientes o KVA en el que el conductor se mantiene como el económico. Para ello se procedió a graficar las tablas de resultados en una hoja de cálculo de Excel comparando los costos asociados con dos conductores adyacentes en calibre a la vez, encontrando el punto en que las líneas que simulaban el incremento de los costos en cada conductor se cruzaban con las líneas del siguiente conductor, mismo punto que precisa hasta cuando un conductor resulta económico comparado con otro. Para encontrar el punto en cuestión se utilizó las herramientas con las que cuenta el Excel para representar a las líneas de costos de cada conductor por ecuaciones cuadráticas y luego determinar los valores que presenten resultados similares en ambas ecuaciones, estos valores



son los que representan los costos y kVA necesarios para que un conductor sea igual de económico que otro.

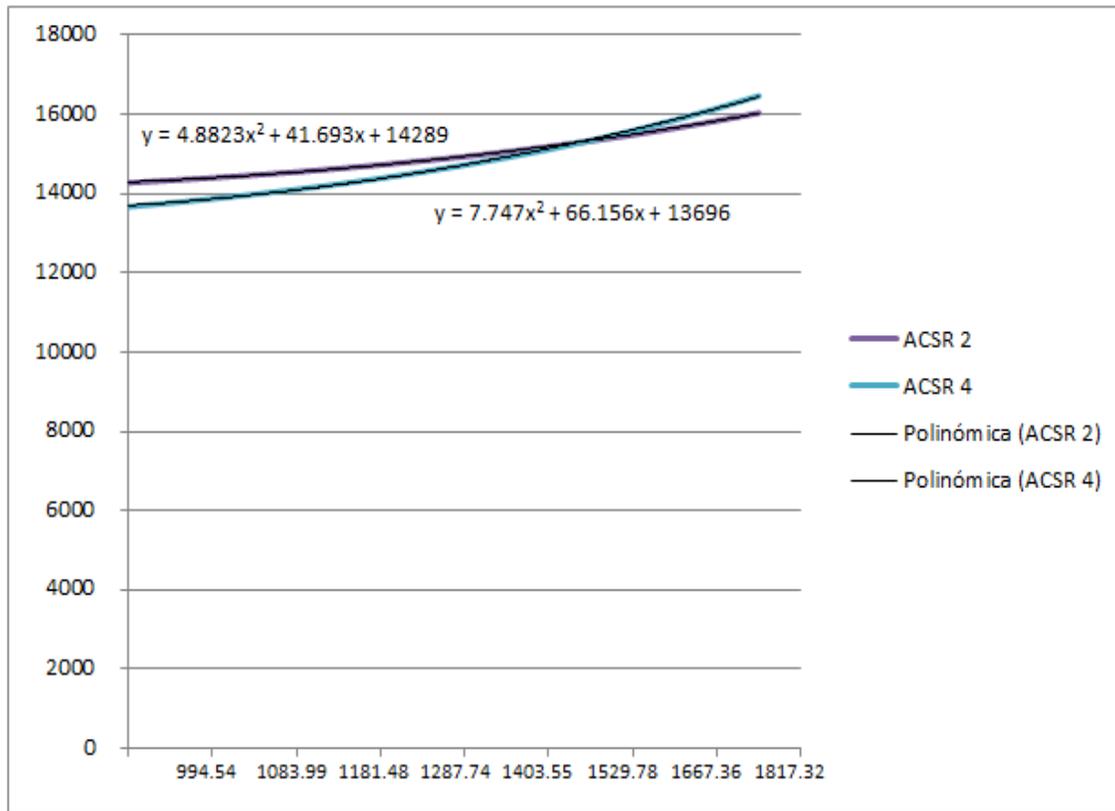


Figura 2.9 Curvas de costos de los conductores con sus respectivas ecuaciones que las representan.

En la figura 2.10, se observa las líneas de costos de dos conductores para el alimentador 1824, además de las respectivas ecuaciones cuadráticas que las representan, además se puede apreciar el cruce de las líneas que indica cuando el conductor 4 ACSR deja de ser el conductor económico con respecto al 2 ACSR.

El estudio se lo realizó a todos los alimentadores primarios aéreos de la CENTROSUR, en el anexo I se presentan las respectivas tablas que indican el rango de valores en que los conductores son económicos, para cada alimentador en estudio.

De las tablas presentadas en el anexo I se puede elaborar un promedio que indicaría los rangos generales de corriente y kVA que determinan cuando un conductor es o deja de ser económico, esta tabla es la siguiente:



PROMEDIO ALIMENTADORES				
CONDUCTOR	CORRIENTE			
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	38,1468421	0	1453,57053
2	38,14684211	61,2815789	1453,57053	2335,02737
1/0	61,28157895	135,664211	2335,02737	5169,43211
2/0	135,6642105	199,173158	5169,43211	7589,52526
3/0	199,1731579	240	7589,52526	9145,2

Tabla 2.13 Límites de corriente para determinar cuando un conductor es económico.

2.6 Criterios para Definir Puntos de Interconexión y Seccionamiento

A continuación se presentan algunas definiciones de los dispositivos que normalmente se utilizan a lo largo del recorrido de un alimentador primario:

- **Disyuntor.** Normalmente ubicado al inicio de un alimentador primario en la subestación de distribución, es utilizado para interrumpir corrientes de fallas, es utilizado con relés de sobrecorriente o con reconectores automáticos, para eliminar el arco eléctrico utiliza algunos medios como el aceite, gas, SF₆, aire y vacío. A diferencia del fusible este elemento se puede cerrar una vez eliminada la falla no siendo necesaria su sustitución.
- **Reconector Automático.** Es un interruptor con reconexión automática que censa fallas teniendo la capacidad de distinguir entre fallas transitorias o permanentes para de esta manera interrumpir corrientes de falla o reconectar el circuito evitando en el primer caso el daño de los diferentes equipos y elementos de la red y en el otro pérdidas económicas por interrupción del servicio, además este dispositivo permite la eliminación de corrientes de carga mediante su accionamiento en forma manual.
- **Seccionalizador.** Dispositivo que interrumpe la circulación de corriente en una parte de la línea cuando se produce una falla permanente, es decir cuando el



reconectador que está ubicado aguas arriba, ha cumplido con un número predeterminado de operaciones. De forma manual es utilizado para eliminar corrientes de carga.

- **Seccionador.** Dispositivo que se utiliza para la apertura de circuitos sin carga, aísla determinados tramos de la red para permitir en condiciones seguras el acceso a las mismas. Deben ser operados cuando no circule corriente por ellos o esta sea despreciable.
- **Fusible.** Normalmente ubicado en las derivaciones de los alimentadores primarios, son dispositivos que con un incremento considerable de la corriente (puede ser por cortocircuitos o sobrecorrientes), interrumpe por completo el paso de la misma. Es un medio automático que permite de manera sencilla y con un bajo costo censar y eliminar fallas, pero al no tener la capacidad de reconexión presenta la desventaja de tener que ser reemplazado demorando el reinicio de suministro a los usuarios.

2.6.1 Consideraciones para el Ramal Principal y Ramificaciones.

2.6.1.1 Protección en la EEQ

Utilizar juegos de seccionadores fusibles para:

- En el ramal principal localizados en puntos intermedios que permitan el seccionamiento y protección de bloques de potencia comprendidos entre 300 y 400 kVA, o en todo caso conjuntos de cinco a seis transformadores de distribución
- En todas las derivaciones del ramal principal que alimenten dos o más transformadores de distribución.
- En todas las derivaciones de líneas aéreas a cable aislado en instalación subterránea.
- Utilizar reconectador automático o seccionalizador para demandas máximas sobre 800 kVA para 6.3 kV y sobre 1000 para 22.8 kV
- Utilizar seccionador tripolar para operación bajo carga para demandas máximas entre 300 y 800 kVA para 6.3 kV y entre 400 y 1000 kVA para 22.8 kV



- Utilizar un dispositivo de seccionamiento al lado de la alimentación para operar sin carga.

2.6.1.2 Protección en Colombia.

Deberá haber puntos de seccionamiento:

- Cuando la red a construir tenga una longitud mayor o igual a 150 m se deberá seccionar la línea
- Cando en la red entre un nuevo transformador a instalar y el cortacircuitos existente más cercano sea igual o mayor a 120 m. se deberá seccionar la línea sin perjuicio de las protecciones del transformador.
- Cuando se construya un ramal que se derive directamente de una red principal de EDEQ S.A. E.S.P., sin importar la longitud, se exige el seccionamiento del ramal.

2.6.1.3 Recomendaciones Libro Técnico.

Se recomienda para mayor confiabilidad utilizar

- Seccionamiento en toda derivación lateral mediante cortacircuitos fusible.
- Seccionamiento en toda derivación sublateral mediante cortacircuitos fusible
- Utilizar dispositivos de reconexión en el alimentador principal
- Utilizar el neutro como cable de guardia en zonas rurales

2.6.1.4 Protección en la CENTROSUR.

- En las cabeceras se tienen en el tablero de protección y control un interruptor con cámara de interrupción en vacío, seccionadores de barra y de línea y en algunos se tiene bypass, no se tiene reconectores excepto en Morona Santiago en donde se maneja un sistema de reconexión mediante operador el mismo que cuando el sistema SCADA le indique que es una falla PT (posible temporal) no interrumpirá el servicio pero cuando el SCADA le indique que es una falla PP (posible permanente) interrumpirá la circulación de corriente. En los demás alimentadores no se ha implementado el sistema de reconexión a pesar de que se dispone de dispositivos con los que se puede realizar este tipo de protección. Para las funciones de sobrecorriente de fase y neutro se dispone de



IED (dispositivos electrónicos inteligentes) que hacen el control de interrupción y medición.

- No se utiliza fusibles en las redes para interconexión
- En las derivaciones que tienen demandas mayores a 100 kVA se recomienda colocar un seccionador fusible con cámara apagachispas.
- Se utiliza seccionadores monopolares bajo carga en las troncales.
- En todas las bajantes a redes subterráneas deberá colocarse un seccionador fusible.
- No existe un criterio base para el seccionamiento a lo largo del recorrido del alimentador, aunque se suele colocar seccionamiento cada un tercio de la carga total.
- Se colocan para transformadores de distribución en el lado primario juegos de seccionadores fusibles dependientes de potencia nominal del transformador.

2.6.1.5 Conclusión.

La utilización de los elementos de protección es fundamental en redes eléctricas y es necesario dividir al alimentador principal mediante el uso adecuado de los dispositivos de seccionamiento, para de esta manera minimizar las zonas que quedarían sin servicio en caso de falla, además esto permite encontrar y corregir la falla con mayor rapidez.

Las recomendaciones y conceptos presentados a continuación son una recopilación de los procedimientos más idóneos y que contribuyen a mejorar la confiabilidad de las redes de distribución primaria.

- En las cabeceras se recomienda la incorporación del sistema de reconexión, puesto que no involucra un gasto en la incorporación de equipos debido a que la empresa dispone de estos elementos que harían posible este procedimiento.
- Utilizar un dispositivo de seccionamiento al lado de la alimentación para operar sin carga.
- Para los tramos de red que tengan puntos de transferencia se recomienda colocar seccionador fusible con bypass con seccionador cuchilla.



- Utilizar seccionadores tripolares bajo carga en las troncales.
- En todas las derivaciones en donde exista una conexión de red aérea a subterránea deberá colocarse un seccionador fusible.
- En todas las derivaciones es recomendable que se coloquen elementos de seccionamiento.
 - En las derivaciones que tengan demandas mayores a 100 kVA se recomienda colocar un seccionador fusible con cámara apagachispas
- Se recomienda colocar puntos de seccionamiento (seccionadores cuchilla) cada 33% (1/3), de la capacidad en las redes principales del alimentador.
- En zonas rurales se puede colocar el neutro por encima de las fases para que sirva como cable de guarda
- Se colocaran para transformadores de distribución en el lado primario juegos de seccionadores fusibles dependientes de potencia nominal del transformador.

2.6.2 Funciones de un Sistema de Protección contra Sobrecorrientes:

- Aislar fallas permanentes.
- Minimizar en número de fallas permanentes y de salidas
- Minimizar el tiempo de localización de fallas.
- Prevenir contra daño al equipo.
- Minimizar la probabilidad de caída de conductores.
- Minimizar las fallas internas de los equipos.
- Minimizar los accidentes mortales.

2.6.3 Localización de Pararrayos:

Los siguientes criterios son el resultado de las experiencias y prácticas actuales en la CENTROSUR, esto ha permitido necesario recomendar la instalación de pararrayos en los siguientes puntos:

- En todas las estructuras que tengan transformadores de distribución o equipos instalados a la intemperie.



- En todas las salidas de líneas principales (troncales).
- Para las bajantes subterráneas.
- Cuando ocurra un cambio de línea en estructuras de transición (es decir en un cambio de línea de convencional a protegida y viceversa).
- Cuando exista un cambio de calibre del conductor
- En todos los finales de línea ya sean principales o derivaciones.

2.6.4 Puntos de Interconexión.

Con el objetivo de mejorar la confiabilidad de los sistemas de distribución se utilizan las líneas de enlace entre alimentadores para evitar la paralización del servicio a sectores en donde no se ha producido una falla, las funciones principales de estas líneas de enlace son:

- No permitir la paralización total del servicio de un alimentador primario en caso de emergencia, mediante el suministro de energía por medio de las líneas de enlace desde un alimentador adyacente.
- Es posible también entregar energía en caso de emergencia a subestaciones adyacentes, pudiendo eliminarse la alimentación de reserva que se diseña en cada subestación. Las líneas de enlace se diseñaran cuando dos o más subestaciones cubren un área de servicio al mismo voltaje entrando en funcionamiento generalmente al ser inhabilitado un transformador de distribución.

2.6.4.1 Parámetros a Considerar en el Diseño Puntos de Interconexión.

La CENTROSUR con el afán de brindar un servicio eficiente y confiable, intentando reducir las interrupciones de servicio realiza puntos de interconexión o enlace en sus alimentadores. Para esto es necesario seguir algunos pasos y recomendaciones que la experiencia y práctica ha dejado:

- Realizar los estudios de flujos de potencia y cortocircuito para las disposiciones topológicas que se quieran implementar con las diferentes interconexiones. Para este se utilizara las condiciones críticas del sistema, es decir demanda máxima,



corriente máxima, voltaje máximo, etc. Esto permitirá fundamentalmente establecer si es posible o no la transferencia de energía hacia determinada red.

- Considerar la corriente que deberá circular por los diferentes conductores del sistema, para evitar el daño de los mismos al ser atravesados por corrientes superiores para las que está diseñado, esto se debe realizar considerando las varias formas de suministro a las que el alimentador estará sujeto en caso de emergencia.
- Se debe tener un adecuado sistema de protecciones de tal forma que soporten las corrientes en estado de emergencia.
- Es preferible que en los puntos de interconexión no sean ubicados fusibles debido a que las altas corrientes que se presentarían en una eventual transferencia de carga los activarían, se podría utilizar para protección los seccionadores o reconectores automáticos.
- Se recomienda que los puntos de transferencia por alimentador sean sólo uno o dos representativos, esto si por ellos se transfiere gran cantidad de carga.
- En caso de disponer de un solo punto de transferencia si es posible se recomienda que se enlace con un alimentador de una subestación diferente, esto con el objetivo de si la falla es en la subestación evitar el corte del suministro de energía.
- Si se tienen dos puntos de transferencia se recomienda en caso de ser posible tener un punto de transferencia a un alimentador de la misma subestación y otro a un alimentador de otra subestación, presentando alternativas para realizar las transferencias y de esta manera poder seleccionar la que presente menores problemas a la red y a la empresa.
- Los puntos de transferencia se deben realizar solamente a través del ramal principal o troncal debido a que estas redes están diseñadas para soportar grandes cargas (conductores con secciones grandes).
- Las redes primarias que estén previstas para interconexión no deberán trabajar al máximo de su capacidad en ningún momento (horas pico), sino guardar una reserva para transferencia en caso de emergencia, esta reserva dependerá de la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

cantidad que carga que adquirirían en la transferencia generalmente oscilará entre un 30 a 33% de la capacidad total del alimentador.

CAPITULO III

DISEÑO ELÉCTRICO DE ALIMENTADORES PRIMARIOS

3.1 Características Eléctricas del Sistema.

3.1.1 Área de Concesión.

En la Figura 3.1 se presenta el área de concesión de la empresa CENTROSUR (área pintada), la misma que cubre las provincias de Azuay, Morona Santiago y Cañar excepto los cantones Azogues, Déleg y la Troncal de la última provincia.



Figura 3.1 Área de concesión de la empresa CENTROSUR.³

³ Figura tomada del sitio web oficial de la Empresa Eléctrica regional Centro Sur C.A. (www.centrosur.com.ec).



3.1.2 Características de los Sistemas de Distribución

Las redes de distribución primaria son trifásicas a tres conductores, el neutro es puesto sólidamente a tierra en las diferentes subestaciones, con tres tipos de sistemas de voltajes 6.3kV, 13.8kV y 22kV a frecuencia de 60Hz. Los alimentadores primarios son aéreos en las zonas rurales y en gran parte de las zonas urbanas, existen alimentadores subterráneos que recorren el centro de la urbe (Centro Histórico) y determinados sectores con alta densidad de carga.

A continuación en la Tabla 3.1 se presentan las características eléctricas utilizadas por los diferentes sistemas de la CENTROSUR:

SISTEMA	6.3Kv	13.8kV	22kV
Voltaje Nominal	6.3kV	13.8kV	22kV
Voltaje máximo del sistema	6.9kV	15kV	24kV
Nivel básico de aislamiento	95kV a nivel del mar	95kV a nivel del mar	150kV a nivel del mar
Voltaje de corta duración, 60Hz, seco, 60s	34Kv	34kV	70kV
Voltaje de corta duración, 60Hz, húmedo, 60s	-	-	60kV
Frecuencia nominal	60Hz para todos los sistemas		
Nivel de polución	Mediano II, según IEC 60071-2 1996.20 mm/kV		
Distancia de fuga mínimo	138 mm	300mm	480 mm
Altura sobre el nivel del mar	3000 m	1000m	3000 m

Tabla 3.1 Sistemas de medio voltaje.



3.2 Características Principales de la Fuente

La empresa CENTROSUR tiene 14 subestaciones con 49 alimentadores primarios para el suministro de energía eléctrica, en la Tabla 3.2 se muestra los voltajes con los que se trabaja, si son subestaciones interiores o exteriores, además se presenta en la Figura 3.2 la ubicación de cada una de ellas en el área de concesión.

S/E	Subtipo	Nombre	Dirección	Voltaje Primario	Voltaje Secundario
1	Interior	Luis Cordero	Luis Cordero y Rafael María Arizaga	22 kV	6.3 kV
2	Interior	Puente del Centenario	Benigno Malo y Calle Larga	22 kV	6.3 kV
3	Exterior	Monay	Max Uhle y Pumapungo	69 kV	22 kV
4	Exterior	Parque Industrial	Av. del Toril y Barrial Blanco	69 kV	22 kV
5	Exterior	Arenal	Tarquino Cordero y Cornelio Crespo Vega	69 kV	22 kV
7	Exterior	Ricaurte	Molinopamba (Ricaurte)	69 kV	22 kV
9	Exterior	Huablincay	Shishiquin (Azogues)	69 kV	22 kV
12	Exterior	El Descanso	El Descanso	69 kV	22 kV
14	Exterior	Lentag	Lentag (Santa Isabel)	69 kV	22 kV
15	Exterior	Chiquintur	Chiquintur (Gualaceo)	69 kV	22 kV
18	Exterior	Cañar	Loma Narin (Cañar)	69 kV	22 kV
21	Exterior	Macas	Rio Blanco (Macas)	69 kV	13.8 kV
22	Exterior	Méndez	Bella Unión (Méndez)	69 kV	13.8 kV
23	Exterior	Limón	Plan de Milagro (Limón)	69 kV	13.8 kV

Tabla 3.2 Subestaciones de la CENTROSUR⁴.

⁴ Datos tomados del SIG en el sitio web oficial de la empresa CENTROSUR.

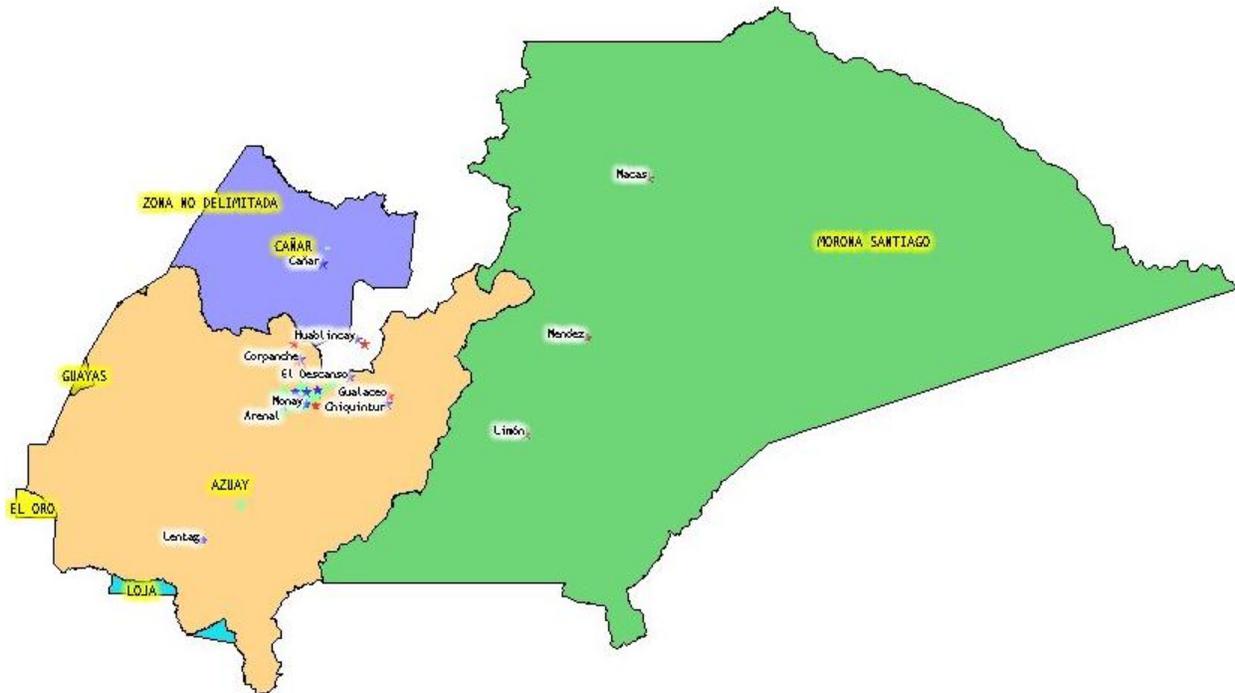


Figura 3.2 Ubicación de las subestaciones en el área de concesión de la CENTROSUR.

3.2.1 Elementos Principales de las Subestaciones.

Los principales elementos de una subestación de distribución son:

3.2.1.1 Transformador de Potencia. Es el elemento principal de toda subestación eléctrica, su objetivo es la transformación de voltaje en distintos niveles manteniendo constante la potencia, en este caso realizará la reducción del voltaje de valores utilizados en transmisión o subtransmisión (alto voltaje), a valores utilizados en redes primarias (medio voltaje). En la empresa CENTROSUR se mantiene relaciones de 22kV a 6.3Kv, de 69kV a 13.8kV y de 69kV a 22kV.

Los principales parámetros que debe tener en cuenta un diseñador para la instalación son:

- Tipo de equipo, si es transformador o autotransformador.



- Frecuencia nominal (Hz).
- Número de devanados.
- Número de fases.
- Capacidad (MVA).
- Voltajes nominales (alto voltaje, bajo voltaje, terciario).
- Al ser elementos que trabajarán a la intemperie se considerará las condiciones ambientales que soporta, viento, altura, humedad, temperatura, contaminación, etc.
- Clase de aislamiento.
- Conexión en devanados.

3.2.1.2 Interruptores de Potencia. Es el elemento que abre o cierra un circuito interrumpiendo o permitiendo respectivamente la circulación de corriente. Se lo utiliza para abrir circuitos en presencia de carga o corrientes de falla.

Los principales parámetros que debe tener en cuenta un diseñador para la instalación son:

- Voltaje nominal (kV).
- Frecuencia nominal (Hz).
- Medio de extinción del arco eléctrico.
- Corriente nominal (A).
- Corriente nominal de interrupción de corto circuito (kA).
- Tipo de mecanismo de apertura.
- Al ser elementos que trabajarán a la intemperie se considerará las condiciones ambientales que soporta, viento, altura, humedad, temperatura, contaminación, etc.
- Distancia de fuga (mm).
- Secuencia nominal de operación.
- Nivel básico de aislamiento al impulso por rayo (kV).
- Nivel básico de aislamiento al impulso por maniobra (kV).



3.2.1.3 Seccionador. Ubicados generalmente antes del interruptor para aislarlo, son utilizados en las subestaciones para abrir en forma manual o automática un circuito sin carga por su deficiente o poca extinción del arco eléctrico, generalmente usados cuando ya haya actuado el interruptor.

Los principales parámetros que debe tener en cuenta un diseñador para la instalación son:

- Voltaje nominal (kV).
- Frecuencia nominal (Hz).
- Corriente nominal (A).
- Al ser elementos que trabajarán a la intemperie se considerará las condiciones ambientales que soporta, viento, altura, humedad, temperatura, contaminación, etc.
- Nivel básico de aislamiento al impulso por rayo (kV).
- Nivel básico de aislamiento al impulso por maniobra (kV).
- Fuerza mecánica nominal sobre las terminales (kg).
- Distancia específica mínima de fuga (mm/kV).

3.2.1.4 Transformadores de instrumento. Se utilizan en subestaciones principalmente para medición y protección. Se denominan de instrumento porque transforman la tensión o corriente a valores que aparatos de medición o relés de protección puedan soportar, además aislar de altos voltajes a personas que van a manejar determinados equipos.

Existen dos tipos de potencial o voltaje y de corriente.

3.2.1.4.1 Transformadores de Corriente (TC). Son dispositivos que se utilizan para reducir altas corrientes a valores bajos con el propósito de medición, control o



protección. La corriente en el secundario tiene un ligero desfase respecto a la del primario. Los valores en el secundario están normalmente entre los valores de 1 a 5A. Existen algunos tipos de acuerdo a su función.

- **TC de Medida.** Su función es la medición para lo cual es necesario que la magnitud y el ángulo de fase sean representadas de manera precisa. En consecuencia la precisión debería estar garantizada desde un valor pequeño como 10 % de su corriente nominal hasta sobrepasar la corriente nominal en un 20 %.
- **TC de Protección.** Su función es la protección, su precisión debe estar hasta 20 veces por encima del valor de la corriente nominal (trabaja en condiciones de falla).
- **TC Mixtos.** Se los utiliza para medición y protección, consta de un circuito con un núcleo de alta precisión para efectuar la medición y uno o dos circuitos con núcleos para efectuar la protección.

Para la instalación de los TC es necesario que los diseñadores conozcan ciertos parámetros de funcionamiento, los más importantes son:

- Voltaje nominal (kV).
- Nivel básico de aislamiento al impulso.
- Frecuencia nominal (Hz).
- Corriente nominal primaria (A).
- Corriente nominal secundaria (A).
- Relación de transformación
- Carga y clase de exactitud para protección y medición en cada devanado secundario. Este parámetro está determinado en la norma internacional ANSI C57.13.



- Al ser elementos que trabajarán a la intemperie se considerará las condiciones ambientales que soporta, viento, altura, humedad, temperatura, contaminación, etc.

3.2.1.4.2 Transformadores de Potencial o de Voltaje (TP). Son dispositivos que se utilizan para reducir altos voltajes a valores bajos con el propósito de medición, control o protección. Normalmente la reducción del voltaje se lo realiza del orden de los kV a un valor de 120V.

Los TP los hay de dos clases, inductivos y capacitivos, siendo los más adecuados para protección los inductivos debido a que responden muy bien a los cambios rápidos de voltaje. Los TP capacitivos se usan en teleprotección porque permiten filtrar y sintonizar diferentes frecuencias. [7]

Para la instalación de los TP es necesario que los diseñadores conozcan ciertos parámetros de funcionamiento, los más importantes son:

- Si el TP es inductivo o capacitivo
- La frecuencia de trabajo (Hz).
- El voltaje nominal primario (kV).
- El voltaje nominal secundario (kV).
- Relación de transformación.
- La clase de precisión y carga nominal en cada devanado secundario. Este parámetro está determinado en la norma internacional ANSI C57.13.
- Nivel básico de aislamiento al impulso.
- Al ser elementos que trabajarán a la intemperie se considerará las condiciones ambientales que soporta, viento, altura, humedad, temperatura, contaminación, etc.



3.2.1.5 Pararrayos. Este elemento aísla a los dispositivos, equipos de la subestación e incluso al personal de sobrevoltajes de origen interno y externo (rayos) descargándolos a tierra.

Los principales parámetros que debe tener en cuenta un diseñador para la instalación son:

- Voltaje nominal.
- Voltaje de operación continua (kV).
- Al ser elementos que trabajarán a la intemperie se considerará las condiciones ambientales que soporta, viento, altura, humedad, temperatura, contaminación, etc.
- Distancia de fuga mínima a tierra.
- Tipo de pararrayos.

3.3 Caída de Voltaje

3.3.1 Caída de Voltaje en la CENTROSUR

La Regulación No. CONELEC – 004/01, es la que impone los parámetros a seguir en lo referente a la calidad del servicio eléctrico de distribución, aquí se establecen los límites de variaciones de voltaje para medio voltaje enunciando que tales variaciones pueden estar en el orden de $\pm 8\%$ situación que en la práctica es muy difícil de cumplir como se puede observar en el anexo IV donde se presentan las caídas de voltaje en los alimentadores primarios de la CENTROSUR en el 2009. La empresa sin embargo, en los Procedimientos para los Trámites de Revisión y Recepción de Obras Ejecutadas por Ingenieros y Compañías Eléctricas del Ejercicio Particular, establece lo que considera los lineamientos básicos para poder aceptar una obra como válida. En este documento se establece que el límite máximo de caída de voltaje en alimentadores primarios será de:

Área Urbana 3%



Área Rural 5%

3.3.2 Caída de Voltaje en la EEQ

Por otra parte la Empresa Eléctrica Quito S.A. en sus Normas para Sistemas de Distribución en lo referente a caída de tensión para alimentadores primarios divide sus consideraciones para el caso de subestaciones que no tengan cambiadores de taps bajo carga y aquellas que si las tengan teniendo los siguientes datos:

S/E sin cambiador de taps bajo carga

Área Urbana 3%

Área Rural 3,5%

S/E con cambiador de taps bajo carga

Área Urbana 3%

Área Rural 4%

Como se puede observar los límites son iguales para ambas empresas en cuanto a las áreas urbanas, pero difiere en las áreas rurales hasta en un 1.5%, pues la EEQ sólo permite una caída de voltaje de 3.5% Y 4% mientras la CENTROSUR tiene el límite en 5%, lo lógico sería pensar que 4% sería la mejor opción ya que involucra mejores características eléctricas para el sistema.

3.3.3 Normas Internacionales.

3.3.3.1 Caída de Voltaje en Colombia

En Colombia las empresas distribuidoras adoptan la Norma NTC 1340: "Electrotecnia. Tensión y Frecuencia Nominales en Sistemas de Energía Eléctrica en Redes de Servicio Público", para determinar los niveles de calidad del voltaje, donde se estipula que la variación de voltaje que se deberá tener en las redes de medio voltaje (1kV hasta 69kV en Colombia) será de +5% y de -10%.



Comparando estos valores con los establecidos por el CONELEC se puede observar que en Colombia se permite una caída mayor de voltaje un 2% más que en el Ecuador, esto determina que la norma ecuatoriana es mejor porque exige mejores condiciones para el sistema de distribución. El incremento de voltaje máximo permitido en Colombia es sin embargo un 3% menor que en el Ecuador.

3.3.3.2 Caída de Voltaje en Perú

En Perú el Ministerio de Energía y Minas establecen las tolerancias para las máximas variaciones de voltaje en las diferentes zonas cubiertas por las empresas distribuidoras en este país, de esta manera en la “Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos” se establece que las tolerancias son para:

Área Urbana	±5%
Área Rural	±7.5%

Comparando estos valores con los establecidos por el CONELEC se observa que en Perú se exige mejores condiciones en cuanto a las variaciones de voltaje en el sistema de distribución, reduciendo en un 0.5% en las zonas rurales y en un 3% para zonas urbanas.

3.3.3.3 Norma ANSI

Entre las normas internacionales se encuentra la ANSI (American National Standard Institut) que es la norma a la que responde el sector eléctrico en Estados Unidos, además de ser una norma de consulta por muchos países alrededor de mundo, entre sus documentos se puede encontrar a la ANSI C84.1, donde se especifica las tolerancias en el voltaje de estado estable en un sistema de potencia, esta norma presenta una tabla que contiene los valores deseables y aceptables de variación de voltaje para diferentes valores nominales.



VALOR NOMINAL (V)	RANGO DESEABLE (V)	RANGO ACEPTABLE (V)
120	126 – 114	127 – 110
208	218 – 197	220 – 191
240	252 – 228	254 – 220
277	291 – 263	293 – 254
480	504 – 456	508 – 440
2400	2525 – 2340	2540 – 2280
4160	4370 – 4050	4400 – 3950
4800	5040 – 4680	5080 – 4560
13800	14490 – 13460	14520 – 13110
34500	36230 – 33640	36510 – 32780

Tabla 3.3 Tolerancias en el voltaje de estado estable en un sistema de potencia⁵.

Se puede observar en la Tabla 3.3 que existe un valor nominal igual a uno de los valores que tenemos en nuestros alimentadores (13800V), sin embargo los otros valores no existen pero como hay cercanos a esos valores se puede hacer interpolación obteniéndose la siguiente tabla:

VALOR NOMINAL (V)	RANGO DESEABLE		RANGO ACEPTABLE	
	(V)	(%)	(V)	(%)
120	126 a 114	5 a -5	127 a 110	5.8 a -8.3
208	218 a 197	4.8 a -5.3	220 a 191	5.8 a -8.2
240	252 a 228	5 a -5	254 a 220	5.8 a -8.3
277	291 a 263	5.1 -5.1	293 a 254	5.8 a -8.3
480	504 a 456	5 a -5	508 a 440	5.8 a -8.3
2400	2525 a 2340	5.2 a -2.5	2540 a 2280	5.8 a -5
4160	4370 a 4050	5 a -2.6	4400 a 3950	5.8 a -5
4800	5040 a 4680	5 a -2.5	5080 a 4560	5.8 a -5
6300	6615 a 6143.3	5 a -2.5	6653.3 a 5985	5.6 a -5
13800	14490 a 13460	5 a -2.5	14520 a 13110	5.2 a -5
22000	23102 a 21454	5 a -2.5	23231 a 20902	5.6 a -5
34500	36230 a 33640	5 a -2.5	36510 a 32780	5.8 a -5

⁵ Tomado de Norma ANSI C84.1.

**Tabla 3.4** Rangos de valores aceptable y deseable para diferentes niveles de voltaje.

En la Tabla 3.4 se han puesto los valores en porcentajes correspondientes, en cada uno de los rangos para indicar de mejor manera la tolerancia deseable y aceptable que la norma estadounidense permite.

Como se observa en la tabla anterior existen dos rangos que determina la norma ANSI C84.1, el deseable y el aceptable, teniendo un valor de -2.5% y 5% como deseable para los tres valores de alimentadores que se tienen en la CENTROSUR, incrementando a -5% (el doble) en caída de voltaje para los tres valores en rango aceptable y de 5% a 5.6% para 6300V, de 5% a 5.2% para 13800V y de 5% a 5.6% para 22000V, usualmente se considera como 6% para todos los valores superiores a 600V es decir tendríamos para los valores que nos interesa:

VALOR NOMINAL	RANGO DESEABLE	RANGO ACEPTABLE
(V)	(%)	(%)
6300	5 a -2.5	6 a -5
13800	5 a -2.5	6 a -5
22000	5 a -2.5	6 a -5

Tabla 3.5 Rango de valores aceptable y deseable para los tres niveles de voltaje utilizados para alimentadores primarios en la CENTROSUR.

Hay que considerar que los valores que presenta la norma estadounidense debe ser comparada con la norma del CONELEC 004 presentada previamente, y ahí se puede entender que en USA se exige mejores condiciones para los sistemas eléctricos de potencia, las variaciones van de -5 a 6%, en cambio en nuestro país es aceptable hasta un $\pm 8\%$, los valores de ambas normas se refieren a todo el alimentador considerando las variaciones de voltaje hasta el punto más alejado, sin embargo los porcentajes que a nosotros nos interesa son los que la empresa considera apropiados para que sirvan de guía para diseño y construcción principalmente de expansiones, mejoras o proyectos nuevos pero que no abarcan las grandes distancias que un alimentador total



tiene, sin embargo se ha introducido los valores anteriores para tener un mejor punto de comparación y considerando estos factores parece que un 3% de variación en el sector urbano y un 5% en el sector rural representan cantidades grandes si consideramos la norma ANSI C84.1, así como las Normas establecidas en Perú.

3.3.4 Conclusiones.

Cabe destacar que se ha introducido las normativas internacionales para utilizarlos como parámetros comparativos, pero que para determinar los valores de caída de voltaje adecuados para expansión de redes de medio voltaje en la CENTROSUR se deberá comparar principalmente con las tolerancias estipuladas en la EEQ que tienen funciones similares.

Reducir considerablemente las tolerancias representaría complicaciones para los diseñadores, considerando que el objetivo no es ese sino presentar una guía para mejorar, los valores de caída de voltaje recomendados serían los siguientes:

Área Urbana	3%
Área Rural	4%

Se ha optado por mantener la caída en el área urbana en 3%, valor que también es el utilizado en la EEQ valor que debería ser utilizado para el diseño de proyectos nuevos, es importante anotar que las principales zonas de expansión se presentan en la actualidad en el área rural puesto que el mayor porcentaje de las zonas en el área urbana están ya cubiertas y son energizadas mediante alimentadores aéreos y subterráneos, esto implica que las redes nuevas que se introducirían no tendrían grandes distancias y por ende no es necesario que tengan tolerancias grandes de caídas de voltaje.

Por otro lado en el área rural se ha reducido un 1%, de 5 a 4% tomando también como referencia la norma utilizada en Quito, la reducción de las diferentes tolerancias para redes nuevas (expansión de las actuales) tanto en el área urbana como rural pretende



reducir la caída de voltaje total del alimentador y contribuir para el cumplimiento de los reglamentos ecuatorianos exigidos por el CONELEC.

Es necesario indicar que para cada proyecto deberá quedar al criterio del fiscalizador de la empresa el mismo que tendrá que ponerse de acuerdo con el diseñador dependiendo principalmente de las dimensiones de cada proyecto en particular.

3.3.5 Cálculo de Caída de Voltaje

Para el cálculo de la caída de voltaje se utilizará los procedimientos actuales de la empresa encontrando los valores del momento KVA-m para 1% de caída de voltaje. Se usa este proceso puesto que tanto la EEQ como las empresas de distribución colombianas utilizan un sistema similar para el cálculo de la caída de voltaje para los diferentes conductores que utilizan, demostrando así que el método es el indicado y no amerita cambios significativos.

El proceso consiste en utilizar la siguiente ecuación:

$$\Delta V\% = \frac{(kVA * L) * k * (r * \cos(\varphi) + x * \sin(\varphi))}{10 * (kV)^2 * F} \quad (3.1)$$

Donde:

- KVA = Carga trifásica.
- L = Longitud de la red considerada [Km].
- r = Resistencia del conductor [Ω /Km] a 50° C.
- x = Reactancia del conductor [Ω /Km].
- φ = Desfasaje de la carga.

En la ecuación 3.1 k es un factor de tipo de sistema y tendrá los siguientes valores:

- 2 para 1F2C
- 1 para el resto de casos.



F en la ecuación 3.1 es un factor que tendrá los siguientes valores:

- 1 para 1F2C
- 2 para 1F3C, 2F2C, 2F3C
- 3 para 3F3C, 3F4C

Teniendo que $FDV = kVA \cdot m$

Para encontrar el 1% de caída de voltaje se tiene:

$$FDV = \frac{10 * (kV_{(f-n)})^2 * F}{k * (r * \cos(\varphi) + \text{sen}(\varphi))} \quad (3.2)$$

3.4 Capacidad Máxima Permissible.

3.4.1 Carga y Capacidad Máxima en Conductores Eléctricos.

3.4.1.1 Conductores Eléctricos. La principal característica que debería tener un conductor para ser utilizado en cualquier tipo de instalación eléctrica es la capacidad de conducción de corriente o conductividad. La conductividad del aluminio es aproximadamente un 40% menor que la del cobre pero para un peso similar el aluminio alcanza una conductividad de casi el doble que la del cobre esto sumado al menor costo del aluminio debido principalmente a su abundancia son los factores principales por lo que el aluminio es el material más utilizado para redes de distribución. Las principales características con las que debe cumplir un buen conductor son:

- Elevada conductividad.
- Buena resistencia a la corrosión.
- Buena resistencia a la rotura, el aluminio logra esto aleándose con otros materiales o reforzándolo uniéndolo al acero.
- Ductilidad y Maleabilidad.
- Reducido Peso.



3.4.1.2 Calibre de los Conductores Eléctricos

Para identificar a los conductores se utiliza la designación de la AWG (America Wire Cage), que según la sección del conductor le designa un nombre definidos por una escala numérica siguiendo una progresión geométrica siendo el 4/0 el de mayor grosor y que equivale a un diámetro de 0.46 pulgadas, y para conductores de mayor calibre se utiliza la unidad denominada Circular Mil que se define como el área que correspondería a un círculo de 1 milésima de pulgada de diámetro, normalmente se utiliza un múltiplo el KCM o Kilo Circular Mil o conocido también como Mil Circular Mil (MCM). En la tabla 3.6 se presenta las designaciones de la AWG y CM.

CALIBRE		SECCIÓN		DIÁMETRO	
A.W.G.	M.C.M.	C.M.	MM ²	PULGADAS	MM
8		16510	8.367	0.1285	3.264
6		26250	13.303	0.162	4.115
4		41740	21.148	0.2043	5.189
3		52630	26.67	0.2294	5.827
2		66370	33.632	0.2576	6.543
1		83370	42.406	0.2893	7.348
0 ó 1/0		105500	53.477	0.3249	8.252
00 ó 2/0		133100	67.419	0.3648	9.266
000 ó 3/0		167800	85.032	0.4096	10.403
0000 ó 4/0		211600	107.225	0.46	11.684
250		250000	126.644	0.575	14.605
300		300000	151.99	0.63	16.002
350		350000	177.354	0.681	17.297
400		400000	202.709	0.728	18.491

Tabla 3.6 Calibre de los conductores eléctricos desnudos.⁶

⁶ Tomado de "Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales" escrito por Gilberto Enríquez Harper, referencia bibliográfica [7].



3.4.1.3 Capacidad de Corriente.

Para el cálculo de la capacidad de corriente de un conductor un factor determinante es la temperatura que puede alcanzar el conductor que está en función de:

- El material del que está compuesto el conductor (cobre, aluminio).
- La sección del conductor que está determinada por el diámetro que posea.
- Las condiciones de la superficie del conductor, aquí será de suma importancia si el conductor está desnudo o tiene una cubierta protectora aislante.
- Condiciones ambientales.
- La corriente eléctrica en el conductor.

Para el cálculo de la conducción de corriente en conductores desnudos existen varios métodos que han sido desarrollados en diferentes investigaciones alrededor del mundo considerando al incremento de la temperatura del conductor como el principal factor, estos métodos son válidos y aceptados para este cálculo, los métodos son:

- a) House and Tuttle
- b) House and Tuttle, modificado por East Central Area Reliability (ECAR)
- c) ALCAN
- d) Pennsylvania-New Jersey-Maryland Interconnection
- e) Schurig y Frick
- f) Hilpert
- g) Davis
- h) Morgan
- i) Black y Byrd
- j) Foss, Lin, y Fernández



3.4.1.4 Cálculo de la Capacidad de Corriente en un Conductor desnudo.

El procedimiento más completo y que involucra la mayor cantidad de aspectos relevantes sin las simplificaciones de otros métodos es el de House y Tuttle modificado por ECAR (East Central Area Reliability), en el anexo V se presenta en forma detallada el procedimiento y su formulación.

3.4.1.5 Principales Conductores Utilizados

Los conductores utilizados por la CENTROSUR son el ACSR, 5005, ASC, ACAR y cobre.

- Los conductores de aluminio reforzados con acero (ACSR), son los más utilizados abarcando la gran mayoría de las redes de la empresa, y esto se debe a que aprovecha las buenas características que ofrece el aluminio para el transporte o conducción de energía eléctrica además de la gran resistencia mecánica del acero para evitar la rotura del conductor.

Nombre	Calibre	Sección		Formación	Diámetro Exterior	Peso en Kg/Km			Tensión de Ruptura	Resistencia C.C. A 20°C	Cap. De Corriente
Clave	AWG o MCM	AL	Total	No. de hilos por diámetro mm. AL. St	MM.	AL	Acero	Total	Kg.	ohms/Km.	en Amp.
Turkey	6	13,30	15,46	6x1,68 + 1x1,68	5,04	36,39	17,22	53,61	530,00	2,154	105
Swan	4	21,15	24,71	6x2,12 + 1x2,12	6,36	57,89	27,42	85,31	830,00	1,353	140
Sparrow	2	33,62	29,22	6x2,67 + 1x2,67	8,01	92,02	43,63	135,65	1265,00	0,8507	184
Raven	1/0	53,49	62,38	6x3,37 + 1x3,37	10,11	146,50	69,40	215,90	1940,00	0,5351	242
Quail	2/0	67,43	78,64	6x3,78 + 1x3,78	11,34	184,60	87,50	272,10	2425,00	0,4245	276
Pigeon	3/0	85,01	99,23	6x4,25 + 1x4,25	12,75	232,70	110,20	342,90	3030,00	0,3367	315
Penguin	4/0	107,20	125,10	6x4,77 + 1x4,77	14,31	293,50	139,00	432,50	3820,00	0,2671	357



Tabla 3.7 Capacidad de corriente de los conductores ACSR.⁷

- Entre los conductores de aleación de aluminio (AAAC) el 5005 es uno de los más utilizados está compuesto casi en su totalidad por aluminio conteniendo además en pequeñas cantidades hierro, magnesio, silicón, zinc, entre otros materiales.

Nombre	Calibre	Sección	Formación	Calibre Equival.	Diámetro Exterior	Peso Total	Tensión de Ruptura	Resistencia C.C. A 20°C	Cap. De Corriente
Clave	AWG o MCM	mm ²	No. de hilos por diámetro mm.	En ACSR AWG o MCM	MM.	Kg/Km	Kg.	ohms/Km.	en Amp.
	6	13,30	7 x 1,55		4,65	37,00	359,00	24,734	93
Kazzo	30,58	15,50	7 x 1,68	6	5,04	43,00	418,00	21,210	110
	4	21,16	7 x 1,96		5,88	58,33	562,00	15,545	124
Kaki	48,68	24,67	7 x 2,12	4	6,36	68,00	649,00	13,649	138
	2	33,61	7 x 2,47		7,41	92,70	875,00	0,9971	159
Kench	77,47	45,90	7 x 2,67	2	8,01	108,20	1007,00	0,8773	180
	1/0	53,50	7 x 3,12		9,36	147,46	1333,00	0,6145	210
Kibe	123,3	62,48	7 x 3,37	1/0	10,11	172,16	1560,00	0,5263	246
	2/0	67,40	7 x 3,50		10,50	185,85	1682,00	0,4872	264
Kayak	155,40	78,74	7 x 3,78	2/0	11,34	216,80	1918,00	0,4173	281
	3/0	85,00	7 x 3,93		11,79	234,36	2064,00	0,3868	304
Kopeck	195,70	99,30	7 x 4,25	3/0	12,75	273,30	2276,00	0,3313	347
	4/0	107,20	7 x 4,42		13,26	295,50	2463,00	0,3064	361
Kittle	246,90	125,10	7 x 4,77	4/0	14,31	344,80	2870,00	0,2627	396
	250,00	126,60	19 x 2,91		14,55	349,20	3107,00	0,2595	401

Tabla 3.8 Capacidad de corriente de los conductores 5005.⁸

⁷ Calculada para una temperatura del conductor de 75 °C, temperatura ambiente 25 °C, emisividad de 0.5, viento de 0.61 m/s. y con efecto del sol (1033 watts/m²), datos tomados del sitio oficial de Electrocables.

⁸ Calculada para una temperatura del conductor de 75 °C, temperatura ambiente 25 °C, emisividad de 0.5, viento de 0.61 m/s. y con efecto del sol (1033 watts/m²) datos tomados del sitio oficial de Electrocables.



- Los conductores de aluminio trenzado (ASC) o conductores de aluminio total (AAC), son más ligeros que los ACSR además su costo es menor, comúnmente utilizados cuando no se requiere la resistencia mecánica elevada del ACSR o se precisa de un conductor más liviano, generalmente donde los vanos o distancia entre estructuras son cortas, además son utilizado internamente en subestaciones.

Nombre	Calibre	Sección	Formación	Diámetro Exterior	Peso Total	Tensión de Ruptura	Resistencia C.C. A 20°C	Cap. De Corriente
Clave	AWG o MCM	mm ²	No. de hilos por diámetro mm.	MM.	Kg/Km	Kg.	ohms/Km.	en Amp.
Peachbell	6	13,30	7 x 1,554	4,65	36,59	265,00	2,163	103
Rose	4	21,15	7 x 1,961	5,89	57,70	415,00	1,351	138
Iris	2	33,62	7 x 2,474	7,42	91,80	635,00	0,854	185
Poppy	1/0	53,49	7 x 3,119	9,36	146,10	940,00	0,534	247
Aster	2/0	67,43	7 x 3,503	10,55	184,20	1185,00	0,424	286
Phlox	3/0	85,01	7 x 3,932	11,79	232,20	1435,00	0,336	331
Oxlip	4/0	107,20	7 x 4,417	13,26	292,30	1810,00	0,267	383
Daisy	266,8	135,20	7 x 4,958	14,88	372,20	2190,00	0,212	443

Tabla 3.9 Capacidad de corriente de los conductores ASC.⁹

- Los conductores de aluminio desnudo reforzados con aleación de aluminio (ACAR) tienen mayor capacidad de corriente y soportan mayor esfuerzo mecánico que el ACSR para un mismo peso, esto hace que sea una excelente elección cuando las redes cubren grandes distancias y la resistencia mecánica del material conductor se convierte en un aspecto fundamental.

Calibre AWG O MCM	Sección 1350 H19 mm ²	Sección 6201 T81 mm ²	Sección total mm ²	Formación No. de hilos por diámetro mm.	Diámetro exterior MM.	Peso total Kg/Km	Tensión de ruptura Kg.	Resistencia C.C. A 20°C ohms/Km.	Capacidad de corriente AMP.
-------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	---	-----------------------	------------------	------------------------	----------------------------------	-----------------------------

⁹ Calculada para una temperatura del conductor de 75 °C, temperatura ambiente 25 °C, emisividad de 0.5, viento de 0.61 m/s. y con efecto del sol (1033 watts/m²) datos tomados del sitio oficial de Electrocables.



4	12,09	9,06	21,15	4x1,96 + 3x1,96	5,88	57,90	508,00	1,4481	130
2	19,21	14,41	33,62	4x2,47 + 3x2,47	7,41	77,50	794,00	0,9099	178
1/0	30,57	22,92	53,49	4x3,12 + 3x3,12	9,36	146,82	1220,00	0,5722	236
2/0	38,53	28,90	67,43	4x3,50 + 3x3,50	10,50	185,20	1501,00	0,4538	268
3/0	48,58	36,43	85,01	4x3,93 + 3x3,93	11,79	233,24	1860,00	0,3601	319
4/0	61,26	45,94	107,20	4x4,42 + 3x4,42	13,26	293,93	2350,00	0,2853	360

Tabla 3.10 Capacidad de corriente de los conductores ACAR.¹⁰

- El conductor de cobre cada vez ha sido reemplazado debido principalmente a su costo mayor con relación a los otros conductores, es raro encontrar redes de este material en la actualidad, sin embargo a continuación en la Tabla 3.9 se presentan las características más importantes.

Calibre	Sección	Formación	Diámetro Exterior	Peso Total	Semiduro Tensión de Ruptura	Semiduro Resistencia C.C. A 20°C	Semiduro Resistencia C.C. A 20°C	Cap. De Corriente
AWG o MCM	mm ²	No. de hilos por diámetro mm.	MM.	Kg/Km	Kg.	ohms/Km.	ohms/Km.	en Amp.
4	21,15	7 x 1,96	5,88	192,00	682,00	0,851	0,832	170
2	33,62	7 x 2,47	7,41	305,00	1069,00	0,536	0,519	230
1	42,36	7 x 2,78	8,34	385,00	1330,00	0,428	0,412	275
1/0	53,49	7 x 3,12	9,36	485,00	1681,00	0,337	0,329	310
2/0	67,43	7 x 3,50	10,50	611,00	2103,00	0,267	0,261	360
1/0	53,49	19 x 1,89	9,45	481,00	1722,00	0,337	0,329	319
2/0	67,43	19 x 2,12	10,60	610,00	2149,00	0,267	0,261	371
3/0	85,01	19 x 2,39	11,95	711,00	2715,00	0,212	0,207	427
4/0	107,20	19 x 2,68	13,40	972,00	3395,00	0,168	0,164	500

Tabla 3.10 Capacidad de corriente de los conductores de cobre.¹¹

3.5 Pérdidas de Energía.

Es común separar los causantes de que el total de energía generada no sea aprovechada por los usuarios de las diferentes formas posibles, es decir clasificando

¹⁰ Calculada para una temperatura del conductor de 75 °C, temperatura ambiente 25 °C, emisividad de 0.5, viento de 0.61 m/s. y con efecto del sol (1033 watts/m²) datos tomados del sitio oficial de Electrocables.

¹¹ Calculada para 75 °C de temperatura del conductor, 25 °C de temperatura ambiente, 0.6 m/s. velocidad del viento, sin efecto del sol y para una conductividad IACS del 97.5% datos tomados del sitio oficial de Electrocables.



estas pérdidas en técnicas y no técnicas, siendo las primeras las ocasionadas por aspectos eléctricos como son: efecto Joule, transformadores deficientes, malas condiciones de entrega de carga entre otras, y las condiciones no técnicas que se deben principalmente a la falta de una correcta medición de la energía real que las empresas distribuidoras suministran a los usuarios debidas a equipos defectuosos, errores de medición o al fraude debido al hurto de energía por parte de usuarios no deseados.

En esta sección se analizará las recomendaciones para reducir las pérdidas técnicas.

3.5.1 Análisis Económico de Pérdidas en Alimentadores

Para determinar las pérdidas de potencia y energía que presentan los alimentadores primarios en la CENTROSUR, se realizó un estudio de flujos mediante el CYMDIST, el mismo que presentó los siguientes resultados totales:

Parámetros del estudio				
Nombre del estudio				
Fecha	Wed Mar 30 14h39m47s 2011			
Método de cálculo	Caída de tensión – Desequilibrada			
Precisión	0,01 %			
Factores de carga	Global (P=100,00%, Q=100,00%)			
Factores de motor	Como definido			
Factores de generador	Como definido			
Condensadores shunt	On			
Modelo de carga de sensibilidad	Por tipo (DEFAULT)			
Resumen total	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Producción total	131820,31	18678,96	133137,14	99,01
Carga leída (no regulada)	128183,46	27424,75	131084,39	97,79
Carga utilizada (regulada)	128050,77	27395,13	130948,44	97,79
Condensadores shunt (regulados)	0	8071,26	8071,26	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0



Motores	0	0	0	0
Cargas totales	128050,77	19323,87	129500,63	98,88
Capacitancia del cable	0	605,48	605,48	0
Capacitancia de la línea	0	4438,77	4438,77	0
Capacitancia shunt total	0	5044,25	5044,25	0
Pérdidas en las líneas	1832,29	1938,99	2667,76	68,68
Pérdidas en los cables	97,39	97,15	137,56	70,8
Pérdidas en los transformadores	1839,87	2363,2	2994,97	61,43
Pérdidas totales	3769,55	4399,33	5793,42	65,07

Costo anual de las pérdidas del sistema	kW	MW-h/año	k\$/año
Pérdidas en las líneas	1832,2937	6375,8898	318,7945
Pérdidas en los cables	97,3917	335,6741	16,7837
Pérdidas en los transformadores	1839,8676	6627,1016	331,3551
Pérdidas totales	3769,553	13338,6655	666,9333

Tabla 3.11 Resumen de pérdidas en todos los alimentadores de la CENTROSUR.

En el anexo III se presenta el detalle de las pérdidas alimentador por alimentador.

Las pérdidas de potencia anuales llegan a ser de 3769.6 kW, las pérdidas de energía de 13338.7 MW-h/año, las pérdidas en dólares en el año son 666933.3.

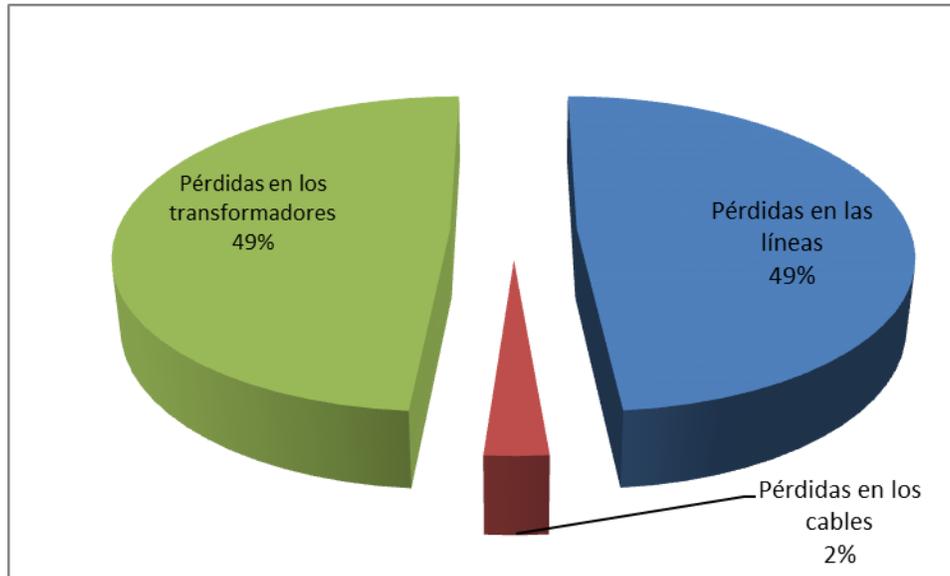


Figura 3.3 Contribución a las pérdidas totales de los diferentes elementos de las redes.

En la figura 3.3 se puede observar que los transformadores y las líneas eléctricas se reparten las pérdidas totales de los alimentadores en la CENTROSUR.

Las pérdidas en las líneas representan el 49% de las pérdidas totales teniendo valores anuales de pérdidas de potencia de 1832.3kW, las pérdidas de energía de 6375.9 MW-h/año, las pérdidas en dólares en el año son 318794.5.

Cantidades grandes que sin lugar a duda es necesario reducir, a continuación presentamos algunas recomendaciones para conseguir este objetivo.

3.5.2 Procedimientos para Reducir las Pérdidas de Energía.

3.5.2.1 Corrección del Factor de Potencia (FP).

Llámesse a esto elevar el nivel del FP existente hasta que sea muy próximo a 1, como es de conocimiento los equipos eléctricos requieren de la potencia activa medida en watts que es la que realmente se convierte en trabajo pero también muchos de ellos (motores, transformadores o en general aparatos que requieren campo magnético) precisan además la potencia aparente medida en voltamperios reactivos que es la que proporciona el flujo magnético para la correcta operación de estos equipos.

La importancia de elevar el FP se da porque un bajo nivel provoca un incremento de la corriente lo que a su vez produce mayores pérdidas de energía por



calentamiento del conductor o efecto joule, además de aumento de las caídas de voltaje en el sistema eléctrico.

La implementación de banco de capacitores a lo largo de los alimentadores primarios ya sea en constante funcionamiento o en intervalos de tiempo (desconectables usados normalmente en horas pico) eleva el valor de FP, sin embargo es necesario conocer cuando es realmente necesario utilizarlos, dependiendo de los beneficios económicos que presenta.

3.5.2.2 Cambio de Conductores.

Es recomendable realizar inspecciones periódicas pudiendo ser estas anuales, a las instalaciones que ya llevan varios años funcionando, el incremento de la demanda ocasiona que el dimensionamiento de los conductores que se hizo al inicio del proyecto ya no resulte óptimo, o que el daño en los conductores ocasionado por el medio ambiente haya provocado que las características eléctricas de estos conductores no sean las adecuadas para brindar un servicio de calidad a los usuarios. Por este motivo es necesario el cambio de conductor, aumentando el calibre del mismo hasta que las condiciones sean apropiadas, realizando un redimensionamiento de las redes eléctricas.

Deberá presentarse un análisis económico que justifique el cambio de conductores, considerando gastos de adquisición e instalación comparados con los beneficios que presentará el uso de los nuevos conductores.

3.5.2.3 Balance de carga en alimentadores primarios.

Se refiere a transferir carga entre las fases de una red para tratar de equilibrar la cantidad de carga que llevaría cada red. El desbalance de cargas es un problema que afecta los sistemas de distribución puesto que incrementa las pérdidas de energía, minora la calidad del servicio así como disminuye la confiabilidad.



3.5.2.4 Incremento de fases

Generalmente utilizado para cambio de circuitos monofásicos por trifásicos, repartiendo la corriente que circulaba por una fase a las 3 fases del nuevo sistema, reduciendo las pérdidas y la caída de voltaje.

3.5.2.4 Transferencia de carga a otros alimentadores.

De manera similar al punto anterior esta es una forma de reconfiguración de las redes, esta solución liberará carga de las redes que lo requieran, este método no tiene la ventaja eléctrica de la creación de nuevas redes para evitar un mayor tiempo las sobrecargas, pero si la ventaja económica del gran ahorro al no tener que realizar la inversión en las nuevas redes (adquisición, instalación, operación y mantenimiento).

Deberá ser prioridad realizar la transferencia al alimentador adyacente más cercano. En caso que esto no fuera posible se continuará con el siguiente más cercano. Cabe resaltar que la dificultad que presenta el no poder realizar la transferencia a un alimentador es debido a que este no se encuentre en condiciones adecuadas para recibir más carga (está sobrecargado o cercano).

3.5.2.5 Incorporación de Nuevos Alimentadores.

Con esto será posible liberar carga de las redes que ya están en funcionamiento, ésta carga además de las nuevas podrán ser conectadas al o los nuevos alimentadores. Si bien es cierto que esta solución retardará considerablemente el tiempo para que vuelvan a estar las redes sobrecargadas (la existencia de más redes provocaría este retraso), también es notorio que es una solución que deberá ser usada en caso de emergencia o si existen otros aspectos a considerar como el conocimiento de incremento fuerte de la demanda por parte de la creación de un punto de consumo elevado (fabrica, industria, centro médico, etc.).



3.5.2.6 Elevación de Voltaje en los Alimentadores.

Este es un proceso que es recomendable al realizar una reconfiguración de redes, normalmente si existe un proyecto para introducir nuevos alimentadores o realizar transferencia de carga se puede utilizar esta solución para reducir pérdidas, con un incremento en el valor del voltaje en los sistemas se puede realizar un mayor transporte de potencia para una misma corriente, reduciendo las pérdidas, además de reducir la necesidad de regulación. Los costos por cambio de transformadores de distribución además de materiales son la dificultad principal que presenta ésta solución.

El incremento de voltaje que se podría dar sería de la siguiente forma:

- Los sistemas de 13.8KV a sistemas de 22 KV

3.6 Flujos de Potencia

Determinar las condiciones de operación del sistema es de gran interés para la planificación, por este motivo se han creado y se siguen perfeccionando programas computacionales para analizar las diferentes partes de un sistema de potencia abarcando la generación, transmisión y distribución. En consecuencia la elección de un programa que modele en forma eficaz las características eléctricas de las redes eléctricas del sistema es de suma importancia.

3.6.1 Beneficios.

Es claro que un programa que presente las mayores ventajas será el adecuado para implementarlo en cualquier empresa, a continuación presentamos la información más importante que se pueden obtener en un programa de flujos de carga al analizar los alimentadores primarios.

- Determinación de flujos de carga balanceados, encontrando los perfiles de voltajes, carga y pérdidas en cada sección del alimentador.
- Determinación de flujos de carga desbalanceados, encontrando los perfiles de voltajes, carga y pérdidas en cada sección del alimentador.
- Análisis de cortocircuitos por fallas trifásicas, bifásicas o monofásicas.



- Coordinación de protecciones.
- Encontrar la mejor ubicación de banco de capacitores, utilizando criterios de pérdidas mínimas o mínimas caídas de voltaje.
- Optimizar las redes primarias, realizando transferencia de carga en alimentadores sobrecargados, reduciendo pérdidas etc.
- Ubicar subestaciones determinando el centro de carga.
- Determinar el mejor recorrido para nuevos alimentadores.

3.6.2 Aspectos que debe Cumplir un Programa de Flujos de Potencia

- No debe tardar demasiado tiempo, pues en muchas ocasiones será necesario más de una corrida del programa, considerando diferentes parámetros, hasta elegir el de mayor beneficio (generalmente económico).
- Los resultados deben ser suficientemente precisos, modelando en forma óptima las redes eléctricas.
- Debería presentar las opciones para modelar condiciones de demanda mínima, media pero sobre todo máxima.
- Debe ser de fácil manejo, presentar una interfaz agradable para el usuario y proporcionar facilidad de interpretación de resultados.

3.6.3 Programa de Simulación Usado

Para los diferentes análisis de reducción de pérdidas y mejoras al sistema de distribución que se han realizado, se ha utilizado el software de análisis de redes de distribución "CYMDIST 5.0 Revisión 11" de CYME, este programa es el utilizado por la CENTROSUR puesto que cumple con los aspectos determinados en los numerales anteriores.

CYMDIST permite realizar varios tipos de estudios en sistemas monofásicos, bifásicos y trifásicos, balanceados o desbalanceados, con configuración radial, en anillo o mallada. El módulo de base abarca el análisis de caída de tensión por fase, de flujo de carga, el cálculo de corrientes de cortocircuito (flujos de falla y tensiones de falla), la



coordinación de protecciones, el dimensionamiento y ubicación óptima de condensadores, el balance y distribución de cargas.

CYME es un programa de análisis de ingeniería eléctrica muy poderoso para las redes eléctricas compuestas de numerosos tipos de dispositivos. Los cálculos empleados en los análisis de CYME pueden ser sumamente precisos y se pueden generar resultados muy efectivos, pero la calidad de los resultados depende principalmente de la calidad y de la precisión de la información que describe cada uno de sus componentes.

3.6.3.1 Tipos de bases de datos admitidas.

La versión 5.0 de CYME y siguientes admite la base de datos de tipo MS Access. Con el módulo Base de datos del servidor CYME, también admite: MS SQL (2000, 2005) y Oracle (9, 10 y 11). El módulo Base de datos del servidor CYME está incluido con CYMDIST

El sistema eléctrico que se tiene en el área de cobertura de la CENTROSUR, es monitoreado en forma constante con el sistema SCADA, cuya información es almacenada por la empresa y utilizada para las simulaciones. En el anexo II se presenta información respecto de los alimentadores aéreos usados en la simulación.

Cuando usted trabaja en un estudio con CYME, el programa accede las bases de datos para:

1. Mostrar el diagrama unifilar de la red;
2. Llevar la cuenta de las cargas y equipos conectados a los tramos de alimentador; y
3. Registrar los cambios hechos a los alimentadores durante el estudio.

3.6.3.2 Requerimientos del sistema computarizado.

CYME requiere una computadora PC IBM o compatible que corra con el sistema operativo Microsoft Windows 2000, XP o Server 2003. Los requerimientos mínimos de equipo son los siguientes:



- Una computadora Pentium IV.
- Un mínimo de 512 MB de memoria extendida.
- GB de espacio en disco duro.
- Un ratón, monitor e impresora o trazador gráfico compatible con el sistema operativo Windows

3.7 Acciones para Controlar el nivel de pérdidas

3.7.1 Criterios de Compensación Reactiva.

Como ya se mencionó el objetivo de la compensación es la eliminación de la potencia reactiva tratando de que la potencia aparente sea igual que la activa, esta potencia reactiva indeseable es la utilizada para generar el campo electromagnético para el funcionamiento de dispositivos o elementos que tengan bobinas o capacitores y al igual que la potencia activa debe ser generada, transportada y consumida.

Es innegable que al tratar el tema de compensación reactiva el propósito principal es la corrección del factor de Potencia (FP) mediante la utilización de condensadores ubicados en sitios estratégicos. Es necesario precisar que la compensación reactiva así como cualquier problema para mejorar la calidad de energía que se suministra a los usuarios, depende principalmente del factor económico, si y sólo si los resultados al analizar este parámetro son adecuados para la empresa se inician los procesos de implementación de cualquier solución.

Entonces se hace necesario precisar como ya se hizo en la sección anterior que mejorar el factor de potencia es una técnica utilizada principalmente para reducir las pérdidas de energía, lo que involucra beneficios económicos para la empresa pues el bajo FP ocasiona el aumento de consumo de corriente por parte de los usuarios, el no poder utilizar en su totalidad las instalaciones eléctricas, mayores caídas de voltaje entre otros problemas.

Y si bien es cierto que la utilización de banco de condensadores como medida para mejorar las deficiencias en cuanto al factor de potencia ha sido determinada generalmente por criterios de diseñadores que hacen uso de la experiencia adquirida



en años de planeación, es necesario presentar ciertas recomendaciones que puedan ayudar en el futuro a la instalación de los bancos.

El método que se utilizará para corregir el FP será la utilización de bancos de condensadores ya sean fijos o variables al tratarse de la forma más simple y económica, es preciso indicar que los usuarios (generalmente industriales) deben mantener el FP por encima de 0.92 según lo estipula la norma 004/01 del CONELEC, si no serán objetos de multas por parte de la empresa, por este motivo ellos ya los usuarios realizan compensación reactiva pudiendo ser compensación concentrada es decir colocar un banco de condensadores al inicio de la red para toda la empresa, compensación parcial ubicando el o los bancos en sectores o compensación individual colocando condensadores conectados en paralelo al elemento o máquina que mayor potencia inductiva genere. En consecuencia la corrección de la que trata esta sección es la que debe realizar la empresa para eliminar el bajo FP producido por el efecto inductivo provocado por los cables de las redes eléctricas primarias y los bobinados de los transformadores.

3.7.1.1 Beneficios de mejorar el Factor de Potencia

- Liberación de capacidad en las centrales de generación.
- Liberación de capacidad en las subestaciones
- Liberación de capacidad en los alimentadores
- Mejorar el perfil de voltaje
- Mejora la calidad del producto
- Finalización del pago de multas
- Reducción de pérdidas de energía
- La energía que se perdía puede ser utilizada para abastecer la demanda de nuevos usuarios



3.7.1.2 Procedimiento Para Utilizar Banco de Capacitores

Es necesario estipular un procedimiento que indique la forma como ha de ser implementado los bancos de capacitores en los alimentadores primarios, ya sea para expansión o revisión de alimentadores primarios.

Existen tres parámetros fundamentales para la utilización de condensadores para corregir el factor de potencia: La elección del tipo de banco de condensadores es decir si es fijo o variable, para esto se presentará los criterios que deben considerarse en cada caso. Determinar la capacidad del banco de condensadores es otro aspecto importante y encontrar la ubicación que mejor beneficio preste al sistema, a continuación se presenta los pasos que se recomiendan seguir para cumplir estas condiciones:

1. Elección del banco de capacitores fijo.

Para este propósito se utilizará como criterio determinante que no exista sobrecompensación en ningún punto, evitando con esto también sobrevoltajes. Para esto se deberá considerar que el valor del banco de capacitores deberá ser menor o hasta igual a la mínima potencia reactiva que produce la demanda base.

2. Ubicación de banco de capacitores fijo.

Para encontrar la mejor ubicación del banco de condensadores fijo es preciso realizar simulaciones en un programa de flujos de potencia, en el cual se ubicará el banco en puntos seleccionados donde exista problema de reactivos, siempre teniendo en cuenta lo expresado en los puntos anteriores, una vez obtenido los resultados elegir el que mejores consecuencias o beneficios haya presentado al sistema, para la simulación es preciso:

- Realizar el análisis con demanda mínima, media y máxima.
- El mejor resultado deberá estar libre de sobrecompensación.



- Se recomienda ubicar al banco de condensadores cerca de los puntos de mayor demanda.

3. Elección y Ubicación de bancos de capacitores variables

Se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- Se espera que con la adición de bancos variables la potencia reactiva mínima en demanda media sea menor o igual a la suma de las capacidades de los bancos.
- Se deberá justificar la utilización de los bancos variables, según el número de horas que este vaya a estar en funcionamiento, lo recomendable es que sea por un período de tiempo no inferior a 8 horas con lo cual estarían funcionando prácticamente en el total de tiempo de la demanda media.
- Es correcto utilizar el banco variable cuando las mediciones de potencia reactiva que están entre el mínimo y promedio no superan a un 20% y el horario en que estas suceden son horas seguidas.
- Para la ubicación de estos bancos variables considerar criterios similares a los utilizados en los bancos de condensadores fijos.

3.7.2 Simulación de Incorporación de Bancos de Condensadores.

La simulación en CYMDIST dio como resultados que se podrían ubicar bancos de condensadores de tal forma que representen verdaderos beneficios económicos para la empresa en los alimentadores 0425, 0426 y 1222, con los siguientes valores:

Para el alimentador 0425

Nombre del tramo	Fase	Condensadores (kVAR total)	Reducción (kW total)	DV (%)	Economías (\$)
92184_MTA	ABC	1350	3,27	0,63	1924,96



92147_MTA	ABC	450	0,61	0,08	359,09
Total		1800	3,88		2284,05

Tabla 3.12 Reducción de pérdidas en el alimentador 0425 con incorporación de banco de condensadores

Para el alimentador 0426

Nombre del tramo	Fase	Condensadores (kVAR total)	Reducción (kW total)	DV (%)	Economías (\$)
35220_MTA	ABC	150	0,47	0,02	270,09
35224_MTA	ABC	300	0,76	0,06	436,74
419228_MTA	ABC	150	0,38	0,02	218,37
35551_MTA	ABC	150	0,27	0,02	155,16
35544_MTA	ABC	150	0,24	0,02	137,92
Total		900	2,12		1218,27

Tabla 3.13 Reducción de pérdidas en el alimentador 0426 con incorporación de banco de condensadores

Para el alimentador 1222

Nombre del tramo	Fase	Condensadores (kVAR total)	Reducción (kW total)	DV (%)	Economías (\$)
150371_MTA	ABC	150	2,63	0,22	1050,57
Total		150	2,63		1050,57

Tabla 3.14 Reducción de pérdidas en el alimentador 1222 con incorporación de banco de condensadores

En la siguiente figura se puede observar la reducción de las pérdidas de potencia que se tiene en cada uno de los alimentadores en los que se ha simulado la incorporación de banco de condensadores.

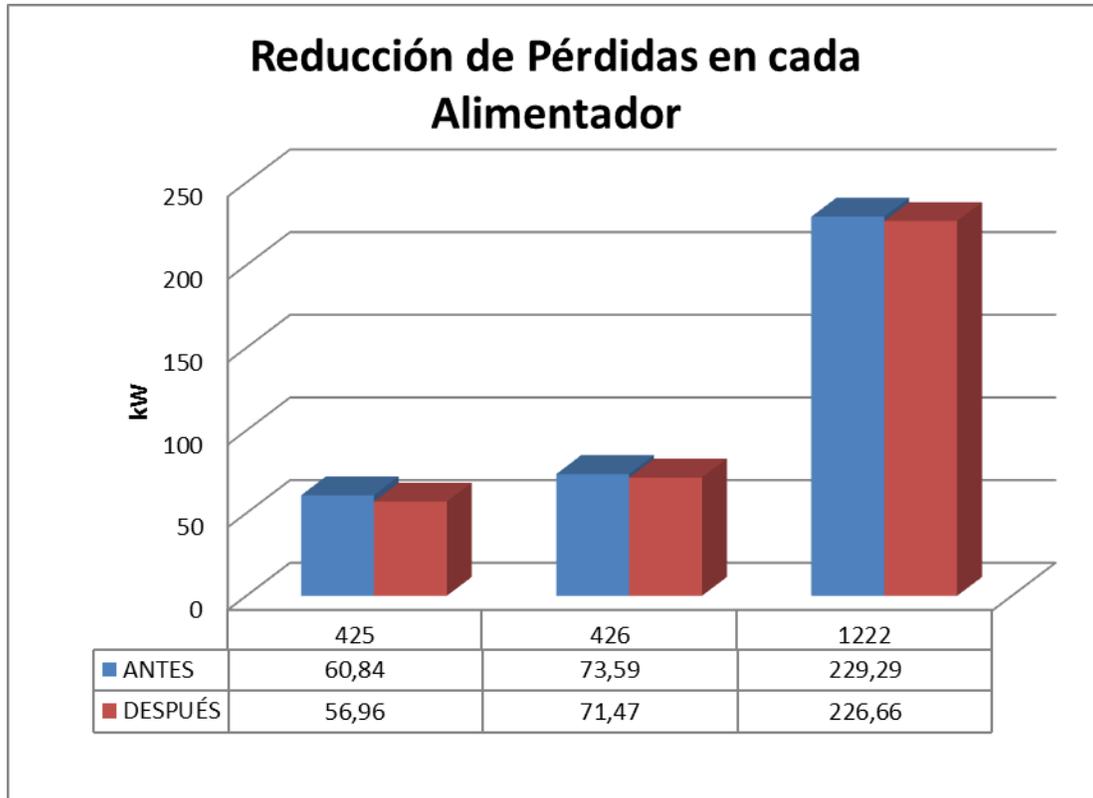


Figura 3.4 Reducción de pérdidas con incorporación de banco de condensadores.

Y se tiene que la reducción total de las pérdidas si implementara bancos de condensadores en estos tres alimentadores sería de:

REDUCCIÓN TOTAL DE PÉRDIDAS		
(kW)	(kWh)	Dólares
8,63	75598,8	4552,887

Tabla 3.15 Reducción total de pérdidas con banco de condensadores.

3.7.2.1 Conclusión

La incorporación de bancos de condensadores es una solución relativamente fácil y barata, por este motivo se recomienda la incorporación de estos en los puntos determinados por el CYMDIST, para de esta forma reducir las pérdidas de potencia y energía.



3.7.3 Simulación Balance de Carga

Mediante la utilización del CYMDIST se realiza la función “Balance de carga” para determinar que cargas es necesario reconectar a las diferentes fases para minimizar las pérdidas den kW.

CYMDIST ejecuta un análisis de caída de tensión por cada cambio hecho y retiene el cambio que reduce más las pérdidas o el que equilibra mejor la carga o la corriente y repite todo el proceso para encontrar el siguiente cambio que reducirá las pérdidas restantes y así consecutivamente. El proceso continúa hasta no encontrar ningún cambio que pueda optimizar la solución.

El análisis se lo realizó a todos los alimentadores aéreos de la CENTROSUR excepto a los que corresponden al área de Morona Santiago, debido a que en estos alimentadores se están realizando modificaciones para disminuir las pérdidas.

Los resultados que presentó el CYMDIST mostraron que en todas las subestaciones existen alimentadores que requieren un balance de carga pero que no en todos esto significaría un gran beneficio en la reducción de pérdidas y por ende un ahorro económico significativo, sin embargo en 12 de 30 alimentadores que corresponden a 6 subestaciones de las 8 en análisis es posible realizar un balance de cargas y obtener resultados que reduzcan las pérdidas de potencia significativamente.

A continuación se presenta un resumen de los 6 alimentadores que mayor desbalance presentan.

ALIMENTADOR 1823							
	Capacidad	Fase A	Fase B	Fase C	Pérdidas	Promedio	Promedio
	(MVA)	(kVA)	(kVA)	(kVA)	(kW)	kVA deseq.	I deseq.
Antes	15,24	525,35	931,58	524,2	142,97	0,2738	0,2738
Después	15,24	621,97	717,14	615,61	123,29	0,0671	0,0671
ALIMENTADOR 1423							



	Capacidad (MVA)	Fase A (kVA)	Fase B (kVA)	Fase C (kVA)	Pérdidas (kW)	Promedio kVA deseq.	Promedio I deseq.
Antes	15,24	682,79	576,25	394,3	59,14	0,1897	0,1897
Después	15,24	582,26	538,99	536,86	51,29	0,0356	0,0356
ALIMENTADOR 1421							
	Capacidad (MVA)	Fase A (kVA)	Fase B (kVA)	Fase C (kVA)	Pérdidas (kW)	Promedio kVA deseq.	Promedio I deseq.
Antes	15,24	961,96	1429,55	822,97	175,31	0,2228	0,2228
Después	15,24	1048,1	1098,1	1084,88	157,59	0,0179	0,0179
ALIMENTADOR 0525							
	Capacidad (MVA)	Fase A (kVA)	Fase B (kVA)	Fase C (kVA)	Pérdidas (kW)	Promedio kVA deseq.	Promedio I deseq.
Antes	15,24	1064,75	914,17	999	103,38	0,0527	0,0527
Después	15,24	1068,06	967,27	932,23	85,65	0,0532	0,0532
ALIMENTADOR 0523							
	Capacidad (MVA)	Fase A (kVA)	Fase B (kVA)	Fase C (kVA)	Pérdidas (kW)	Promedio kVA deseq.	Promedio I deseq.
Antes	15,24	3351,75	2521,79	2365,69	312,15	0,1469	0,1469
Después	15,24	3182,99	2562,95	2500,26	285,93	0,1053	0,1053
ALIMENTADOR 0521							
	Capacidad (MVA)	Fase A (kVA)	Fase B (kVA)	Fase C (kVA)	Pérdidas (kW)	Promedio kVA deseq.	Promedio I deseq.
Antes	15,24	1219,47	1199,08	1383,04	210,99	0,0609	0,0609
Después	15,24	1251,65	1255,28	1297,96	201,26	0,0156	0,0156

Tabla 3.16 Alimentadores en los que existe un mayor desbalance.

Se observa que los alimentadores que mayor desbalance tienen son los que están en las subestaciones 18, 14 y 5. La reducción de las pérdidas de energía y los beneficios económicos que esto involucra se presenta en la siguiente tabla.

ALIMENTADOR 1823				
PÉRDIDAS		REDUCCIÓN		
Antes (Kw)	Después (kW)	kW	kWH	Dólares
142,97	123,29	19,68	172396,8	7861,29



ALIMENTADOR 1423				
PÉRDIDAS		REDUCCIÓN		
Antes (Kw)	Después (kW)	kW	kWH	Dólares
59,14	51,29	7,85	68766	3135,73
ALIMENTADOR 1421				
PÉRDIDAS		REDUCCIÓN		
Antes (Kw)	Después (kW)	kW	kWH	Dólares
175,31	157,59	17,72	155227,2	7947,63
ALIMENTADOR 0525				
PÉRDIDAS		REDUCCIÓN		
Antes (Kw)	Después (kW)	kW	kWH	Dólares
103,38	85,65	17,73	155314,8	6958,10
ALIMENTADOR 0523				
PÉRDIDAS		REDUCCIÓN		
Antes (Kw)	Después (kW)	kW	kWH	Dólares
312,15	285,93	26,22	229687,2	10657,49
ALIMENTADOR 0521				
PÉRDIDAS		REDUCCIÓN		
Antes (Kw)	Después (kW)	kW	kWH	Dólares
210,99	201,26	9,73	85234,8	4227,65

Tabla 3.17 Reducción de pérdidas en varios alimentadores al realizar balance de cargas.

Esto se puede visualizar de mejor manera en la siguiente gráfica:

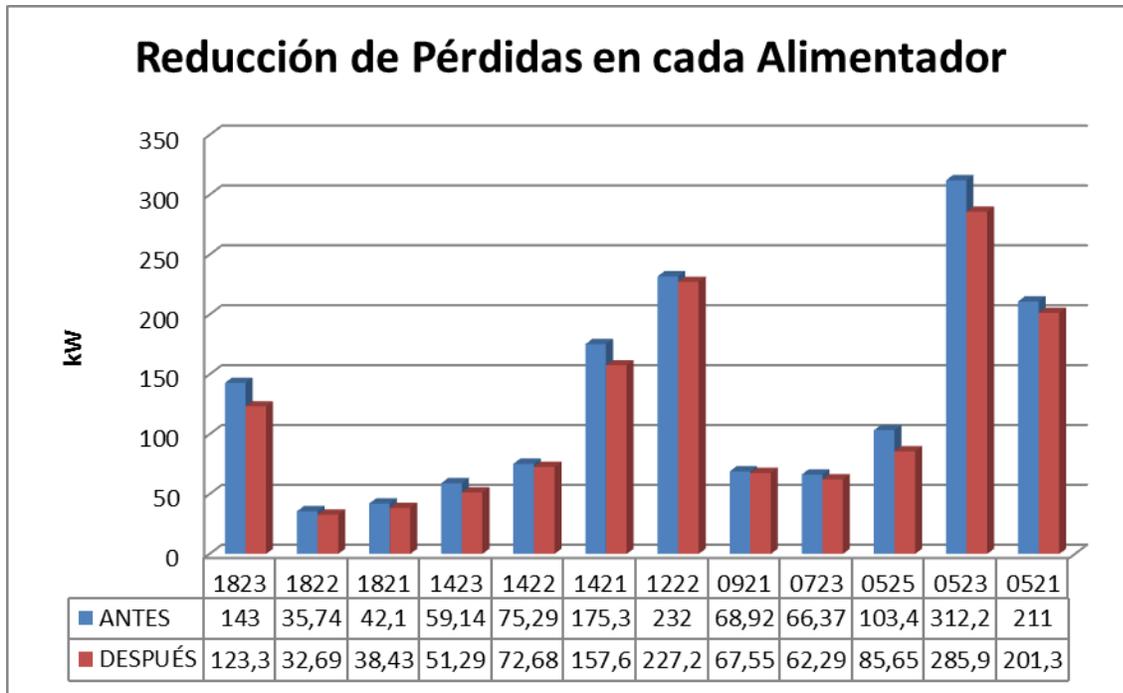


Tabla 3.18 Comparación de pérdidas en varios alimentadores con y sin balance de cargas.

Y se tiene que la reducción total de las pérdidas si se realizará un balance de cargas en los 12 alimentadores es:

REDUCCIÓN TOTAL DE PÉRDIDAS		
(kW)	(kWh)	Dólares
118,44	1037534,4	48324,01

Tabla 3.19 Reducción total de pérdidas con balance de cargas.

En la siguiente figura se presenta la contribución de cada uno de los 12 alimentadores a la reducción de pérdidas totales.

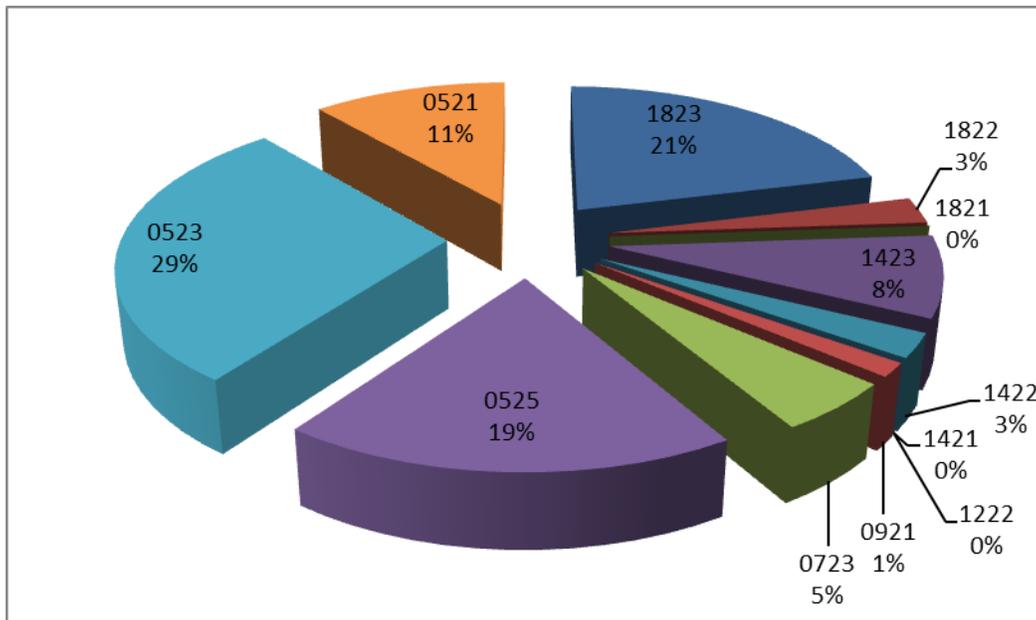


Figura 3.5 Contribución de cada alimentador a la reducción de pérdidas con balance de cargas.

3.7.3.1 Conclusión.

La simulación de balance de cargas en los alimentadores aéreos presenta reducciones significativas en las pérdidas de potencia y energía, su implementación depende de las características y recorrido de las redes, lo que amerita un análisis mayor, sin embargo los resultados presentados demuestran que es un buen método para reducir pérdidas en los alimentadores primarios.

El balance de cargas y los demás métodos presentados en este capítulo para reducción de pérdidas de energía pueden ser simulados mediante el CYMDIST, por tal motivo se recomienda estudios periódicos pudiendo ser estos anuales para encontrar soluciones que hagan un sistema eléctrico de potencia más eficiente y presente las mínimas pérdidas económicas a la empresa distribuidora.



CAPITULO IV

DISEÑO MECANICO DE ALIMENTADORES PRIMARIOS

4.1 Diseño Mecánico.

4.1.1 Recorrido de los Alimentadores Primarios.

Es necesario encontrar la mejor opción para el trazado de las redes eléctricas, evitando obstáculos, precautelando la seguridad para las personas, manteniendo las distancias de seguridad recomendadas y a la vez el diseño debe ser el que presente los mejores beneficios eléctricos y económicos, el camino de las redes deberá ser el menor posible, además de estar cercano a los puntos de consumo o presentar facilidades para la conexión a transformadores de distribución (bajo voltaje) para el suministro a usuarios.

Estos criterios han sido considerados para presentar las siguientes recomendaciones que son una recopilación de conceptos y prácticas utilizadas en la CENTROSUR y en la EEQ así como considerando criterios del libro "Redes de Distribución de Energía" con el objetivo de conseguir el mejor trazado de las redes primarias.

- Se recomienda la ubicación de los transformadores de distribución en estructuras tangentes no en estructuras localizadas en curvas o que ocasionen cambios grandes de dirección (formación de ángulos entre estructuras) en las líneas para evitar esfuerzos transversales sobre la estructura, y generalmente evitar esfuerzos longitudinales al colocar al final de los circuitos, evitar colocar en lugares en donde están expuestos a choque de vehículos (lugares de alto tráfico) evitando intersecciones de vías y accesos a edificios.



Figura 4.1 Ubicación correcta de transformadores de distribución en la CENTROSUR.

- Para el recorrido de redes primarias, es conveniente que se instalen en vías en donde se pueda mantener la separación mínima a edificios postes de alumbrado público, pancartas y demás objetos mismas que están establecidas en las siguientes secciones de este documento, para lugares en donde es difícil cumplir esta premisa la elección de la estructura adecuada será muy importante.
- Es recomendable a medida de lo posible evitar los cruces entre redes y estructuras, además es preferible evitar cruces por autopistas, avenidas o vías principales, sin embargo en caso de ser necesario o no haber otro camino se debe cumplir las distancias mínimas de seguridad especificadas.
- Las redes primarias aéreas no deben atravesar escalinatas, ni vías que sean solo para cruce de peatones, además de evitar colocar estas redes en callejones o puentes pequeños.



Figura 4.2 Ejemplo de zonas libres de redes de medio voltaje.

- Las estructuras no deberán estar ubicadas en lugares que obstaculicen el tráfico vehicular, la segura circulación de las personas o entrada a edificios.

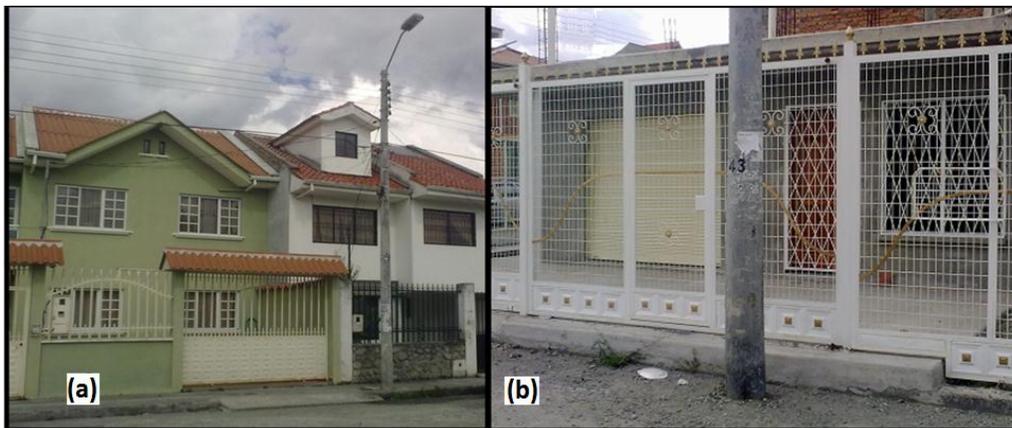


Figura 4.3 Ubicación de postes: (a) Correcta ubicación (b) Mala ubicación, obstaculiza la entrada.

- Anclajes o tensores no debería ir en lugares que obstruyan o estorben el paso de las personas o vehículos, sino por el contrario deberían ir en lugares que causen mínima interferencia en el tránsito a peatones y vehículos, se recomienda tener especial cuidado con las estructuras que requieren más de un tensor.



- Para mantener un buen nivel de iluminación es recomendable que las distancias sean uniformes entre estructuras o postes.



Figura 4.4 Distribución correcta de luminarias (graficas tomadas del SIG de la CENTROSUR).

4.2 Apoyos

Uno de los elementos más importantes en la construcción de redes aéreas pues sobre el van montados todos los elementos y dispositivos de la red eléctrica.

Los postes que se utilizan son:

- Postes circulares de hormigón armado
- Postes circulares de plástico reforzados con fibra de vidrio

Para redes de medio voltaje se recomienda:

- En zonas urbanas la utilización de postes no inferiores a 12 m.
- En zonas rurales la utilización de postes no inferiores a 10 metros.
- Los huecos para el anclaje de estructuras tendrán una profundidad igual al 15 % de la longitud del poste.

Las características de estos postes que son los utilizados por la CENTROSUR se presentan en el anexo VII.



Entre los apoyos tenemos la siguiente clasificación:

4.2.1 Apoyos de Alineación.

Su función es solamente soportar los conductores y cables de tierra; son empleados en las alineaciones rectas.

4.2.2 Apoyos de Anclaje.

Su finalidad es proporcionar puntos firmes en la línea, que limiten e impidan la destrucción total de la misma cuando por cualquier causa se rompa un conductor o apoyo.

4.2.3 Apoyos de Ángulo.

Empleados para sustentar los conductores y cables de tierra en los vértices o ángulos que forma la línea en su trazado. Además de las fuerzas propias de flexión, en esta clase de apoyos aparece la composición de las tensiones de cada dirección.

4.2.4 Apoyos de Fin de Línea.

Soportan las tensiones producidas por la línea; son su punto de anclaje de mayor resistencia.

4.2.5 Apoyos Especiales.

Su función es diferente a las enumeradas anteriormente; pueden ser, por ejemplo, cruce sobre ferrocarril, vías fluviales, líneas de telecomunicación o una bifurcación.

4.3 Aisladores

Estos elementos diseñados para impedir la circulación de corriente y soportar los conductores son indispensables para la construcción de redes eléctricas, a continuación se presentan las normas y características más importantes.

4.3.1 Normas Aplicables

Para el diseño, fabricación y pruebas, tanto los aisladores como sus componentes deberán cumplir íntegramente con las prescripciones de la última



versión de las normas ANSI C29. No obstante, aquellos requerimientos que no sean cubiertos por las normas ANSI C29 podrán ser abordados por normas IEC equivalentes. En particular, para el ensayo de características específicas a materiales poliméricos se permite el uso de las normas IEC 61109 e IEC 61952.

A continuación se indica un listado con las normas de referencia utilizadas en esta especificación.

- **ANSI C29.1:** Test Methods for Electrical Power Insulators.
- **ANSI C29.2:** Wet Process Porcelain and Toughened Glass – Suspension type.
- **ANSI C29.5:** Wet Process Porcelain Insulators (Low and Medium Voltage Pin type).
- **ANSI C29.6:** Wet Process Porcelain Insulators (High Voltage Pin type).
- **ANSI C29.7:** Wet Process Porcelain Insulators (High Voltage Line Post type).
- **ANSI C29.13:** Composite Distribution Dead-End Type.
- **IEC 60815:** Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions.
- **IEC 60507:** Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on A.C. systems.
- **IEC 61109:** Composite insulators for A.C. overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria.
- **IEC 60587:** Test method for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions.
- **IEC 61952:** Insulators for Overhead Lines - Composite line post insulators for a.c. with a nominal voltage greater than 1000 V.
- **IEC 60410:** Sampling plans and procedures for inspection by attributes.
- **ASTM A153:** Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware.
- **ASTM D2240:** Standard test method for rubber property – durometer hardness.
- **ASTM D2303:** Standard test methods for liquid-contaminant, inclined-plane tracking and erosion of insulating materials.



4.3.2 Material del Aislador

4.3.2.1 Aisladores de Porcelana o Vidrio

Los aisladores de porcelana deber ser fabricados según la norma mediante procesos húmedo.

Toda la superficie expuesta de los aisladores de porcelana debe cubrirse con un vitrificado de tipo compresión duro, liso, brillante e impermeable a la humedad; que le permita, por medio del lavado natural de las aguas lluvias, mantenerse fácilmente libre de polvo o suciedades residuales ocasionadas por la contaminación ambiental. La superficie total del aislador, con excepción de la superficie de quema, deberá estar esmaltada. La superficie total deberá estar libre de imperfecciones.

La porcelana utilizada no tiene que presentar porosidades; debiendo ser de alta resistencia dieléctrica, elevada resistencia mecánica, químicamente inerte y elevado punto de fusión.

Serán rechazados los aisladores con fallas en el vitrificado; independiente si estos han sido retocados con esmalte, sometidos a una nueva quema, o retocados con pintura.

En caso que los aisladores sean de vidrio, este deberá ser templado

El vidrio utilizado en la fabricación de aisladores será de preferencia de tipo sodio-calcio, recocido o temperado, homogéneo e incoloro.

4.3.2.2 Aisladores Polímeros

Todos los aisladores poliméricos serán livianos, resistentes a los actos de vandalismo e inmunes a daños causados por agua, rayos ultravioletas o radiación solar.

Los aisladores deben presentar aletas de diseño aerodinámico, que faciliten su auto limpieza por el viento y lluvia. Se preferirán aquellos aisladores que sean de goma de silicona de alta performance.

El material polimérico utilizado debe poseer un nivel de tracking a lo menos de 3,5kV según IEC 60587 ó ASTM D-2303. Excepcionalmente, en nuestro caso para la



CENTROSUR se requerirá un nivel de tracking de 6,9kV.

4.3.3 Composición de los Aisladores

4.3.3.1 Aisladores Poliméricos de Retención y tipo Line Post (Pilar)

Estarán formados por:

1. Núcleo resistente dieléctrico de fibra de vidrio
2. Recubrimiento polimérico aislante del núcleo
3. Campanas aislantes

4.3.3.2 Núcleo Resistente Dieléctrico de Fibra de Vidrio.

Este núcleo transmite los esfuerzos mecánicos producidos por los conductores y proporciona el necesario aislamiento eléctrico.

El núcleo terminado deberá ser resistente al ataque ácido e hidrólisis, para evitar el ingreso de humedad y provocar su rotura por corrosión. En sus extremos dispondrá de los herrajes de sujeción que se indican más adelante.

El núcleo deberá estar constituido por fibras de vidrio dispuestas dentro de una resina epóxica y resistente a la hidrólisis, de tal forma que se obtenga máxima resistencia a la tensión mecánica y eléctrica.

La distribución de las fibras de vidrio, en la sección transversal del núcleo, deberá ser uniforme, libre de vacíos y de sustancias extrañas.

4.3.3.3 Recubrimiento Polimérico Aislante del Núcleo.

Alrededor del núcleo de fibra de vidrio deberá haber un recubrimiento de aislante en goma de silicona, de una sola pieza, sin juntas ni costuras. Este recubrimiento deberá ser uniforme alrededor de la circunferencia del núcleo, en toda la longitud del aislador, formando una superficie hidrófuga protectora, aún bajo condiciones de contaminación severa, que no se degrade en largos períodos de tiempo.



El recubrimiento aislante estará firmemente unido al núcleo de fibra de vidrio, y deberá ser suave y libre de imperfecciones. La resistencia de las interfaces entre el recubrimiento y el cilindro de fibra de vidrio será mayor que la resistencia al desgarramiento del recubrimiento del núcleo.

4.3.3.4 Campanas Aislantes

Las campanas aislantes serán construidas de goma de silicona, moldeadas bajo presión y estarán firmemente unidas a la cubierta del núcleo, por un procedimiento donde el fabricante asegure que la resistencia entre las campanas y el recubrimiento polimérico del núcleo, sea mayor que la resistencia al desgarramiento del material aislante.

Las campanas serán suaves y libres de imperfecciones; resistentes a la contaminación; buena resistencia a la formación de caminos de descarga superficial de banda seca (tracking), la erosión, la temperatura, inflamabilidad y la acción de la radiación ultravioleta.

Los aisladores serán de color gris o azul. El diseño será simétrico al eje transversal.

Los tipos de goma a utilizar serán, con aditivos de relleno totalmente libre de EPDM o de otros cauchos orgánicos.

Los tipos de goma de silicona a utilizar serán:

- HTV: Un componente de goma de silicona sólida con vulcanización a elevada temperatura (200C aproximadamente).
- LSR: Dos componentes de goma de silicona líquida que se mezclan y vulcanizan a elevada temperatura (entre 100 y 200 °C).

4.3.3.5 Aisladores tipo Line Post (Pilar) con Línea de Fuga Protegida

Este aislador está compuesto de dos partes:

- Un núcleo central y una cubierta polimérica.
- El núcleo central del aislador podrá ser de porcelana o fibra de



vidrio.

Debe acomodarse adecuadamente a conductores hasta 240mm^2 , además debe proporcionar firme retención bajo condiciones de corto circuito.

En conjunto con el aislador se debe suministrar el perno espiga (pin), y sus complementos, necesarios para una correcta instalación en cruceta.

4.3.3.6 Aisladores Polimérico Tipo Pin

El aislador será de una sola pieza, de polietileno de alta densidad, resistente a la radiación ultravioleta.

El acabado del aislador deben ser liso y sin rebabas. Deben acomodarse a los distintos tamaños de conductores, además deben proporcionar firme retención bajo condiciones de corto circuito.

Los aisladores utilizados en nuestro caso son los siguientes:

AISLADOR TIPO	TENSIÓN NOMINAL KV	CLASE ANSI	NORMA ANSI
Suspensión	22,8	52-1	C.29.2
	13,8		
	6,3		
Espiga	22,8	55-5	C.29.5
	13,8	56-1	C.29.6
Retenida	22,8	54-3	C.29.4
	13,8	54-2	C.29.4
	6,3		
POLÍMERO	15	DS-15	C.29.13
	25	DS-25	C.29.13

Tabla 4.1 Aisladores de porcelana y polímeros

Las especificaciones técnicas y características están dadas a conocer en el Anexo VI.

4.4 Distancias de Separación.



Conocidas también como distancias de seguridad establecen las diferentes distancias entre conductores, partes energizadas y los diferentes elementos físicos que lo rodean, fundamentalmente para preservar la seguridad de las personas.

En todos los casos las distancias aquí presentadas deberán ser medidas de superficie a superficie y los espacios de centro a centro.

4.4.1 Distancias de Separación en Colombia.

4.4.1.1 Normas RETIE.

Las distancias establecidas en esta normativa son como en ella mismo se indica adoptadas del National Electrical Safety Code, ANSI C2 versión 2002. Se determinan las distancias para las siguientes circunstancias:

- a. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones.
- b. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones.
- c. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura.
- d. Distancias mínimas para prevención de riesgos por arco eléctrico.
- e. Distancias mínimas verticales en cruces de líneas

4.4.2 Distancias de Separación en Perú.

4.4.2.1 Normas CNE.

Para este país el Ministerio de Energía y Minas establece en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2001 (CNE), las distancias de seguridad para las líneas aéreas de suministro eléctrico o de comunicaciones, las normas del NESC también son la base para las distancias presentadas. A continuación se enuncian estas distancias para las diferentes situaciones que constan allí:

- a. Distancias de seguridad verticales de alambres, conductores, cables y equipo sobre el nivel del piso, calzada, riel o superficies de agua
- b. Distancias de seguridad entre los alambres, conductores y cables tendidos en diferentes estructuras de soporte.



- c. Distancias de seguridad de los alambres, conductores y cables a otras estructuras de soporte.
- d. Distancias de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas bajo tensión a edificaciones, letreros, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones a excepción de puentes
- e. Distancia de seguridad de alambres, conductores, cables y partes rígidas bajo tensión no protegidas desde puentes

4.4.3 Distancias de Separación en Guatemala.

4.4.3.1 Normas CNEE.

En este país la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) establece en sus Normas Técnicas De Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución (NTDOID), las distancias de separación para diferentes circunstancias, para ello también utiliza como referencia base las normas del NESC. Las distancias para diferentes situaciones que se tienen son las siguientes:

- a. Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.
- b. Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras.
- c. Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones.
- d. Distancia de conductores y partes energizadas a edificios, anuncios, carteleras, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes.
- e. Distancia de Conductores y cables a otras estructuras de soporte.
- f. Distancias de seguridad entre conductores y cables soportados en la misma estructura.
- g. Distancia horizontal entre conductores y cables de línea en la misma estructura



4.4.4 Distancias de Separación en Ecuador.

4.4.4.1 Normas del CONELEC.

En Ecuador la regulación 002/10 del CONELEC¹² establece las distancias de seguridad entre las redes eléctricas y edificaciones, basándose para esto en las normas establecidas en el National Electrical Safety Code, ANSI-C2¹³, a continuación se presentará estas normas.

- a. Distancias de Seguridad de Conductores a Edificaciones.
- b. Distancia de conductores y partes energizadas a edificios, anuncios, carteleras, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes, bajo viento.
- c. Distancia de Conductores a otras estructuras de soporte.
- d. Distancias de seguridad Conductores adheridos a edificaciones.
- e. Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.

4.4.5 Conclusión

Es evidente que cuando se trata el tema de distancias de seguridad las normas NESC entran en consideración puesto que son la referencia más importante para los países alrededor del mundo, precisamente el Ecuador y los demás países considerados en este tema, utilizan estas normas para determinar las diferentes distancias de separación a diferentes objetos en diferentes circunstancias. Es por este motivo que no existe variación mayor en las distancias utilizadas por los diferentes países, sino por el contrario coinciden en las distancias principales, en lo que difieren es en el número de distancias que han adoptado, considerando ciertos países un mayor número de circunstancias que otros. Es por este motivo que se ha hecho una recopilación de las

¹² La Regulación No. CONELEC 002/10 fue aprobada por el Directorio del Consejo Nacional de Electricidad y trata las "Distancias de seguridad", este documento se puede descargar desde el sitio web oficial: www.conelec.gov.ec.

¹³ Las tablas que se presentan a continuación son tomadas de la norma internacional National Electrical Safety Code Ansi-C2, referencia bibliográfica [8].



distancias para diferentes objetos y situaciones realizando un complemento a las distancias presentadas por el CONELEC.

4.4.5.1 Distancias de Seguridad de Conductores a Edificaciones.

En primer lugar presentamos las distancias sin considerar la influencia del viento, en consecuencia las distancias deben ser mayores que cuando si se considera el viento.

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD Hr		Conductores 0 a 750 V.	Conductores 750 V-22 kV.	Partes Rígid ^{as} Energizadas No protegidas de 0V-750 V.	Partes Rígid ^{as} Energizadas No protegidas de 750V-22kV.
		m	m	M	m
Edificios	Horizontal a paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	1.7	2.3	1.5	2.0
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas no accesibles a personas	3.2	3.8	3.0	3.6
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas accesibles a personas y vehículos, además de vehículos pesados.	3.5	4.1	3.4	4.0
	Vertical arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados.	5.0	5.6	4.9	5.5
Anuncios, chimeneas	Horizontal	1.7	2.3	1.5	2.0
	Vertical arriba o abajo de cornisas y otras superficies sobre las cuales pueden caminar personas	3.5	4.1	3.4	4.0
	Vertical arriba o abajo de otras partes de tales instalaciones	1.8	2.3	1.7	2.45

Tabla 4.1 Distancias mínimas de seguridad de conductores en redes de medio voltaje a edificaciones y otras instalaciones sin desplazamiento del viento.

4.4.5.2 Distancia mínima de seguridad (Hw).

Se refiere a las distancias mínimas de seguridad de conductores y cables a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones, bajo viento.

4.4.5.2.1 Influencia del Viento

Con la influencia del viento los conductores son desplazados y la distancia se debe considerar tomando en cuenta este desplazamiento, de esta forma es posible reducir la distancia. Considerando una presión de viento de 29 kg/m^2 las distancias no deberán ser inferiores a:

- 1.4 m para conductores o cables con un nivel de voltaje de 750 V a 22 kV y
- 1.1m para conductores o cables con un nivel de voltaje de 0 V a 750 V.
- A carteles, chimeneas, antenas tanques u otras instalaciones que no requieran que personas estén pasando en medio de los conductores y edificios se puede reducir la distancia a 0.6 m.

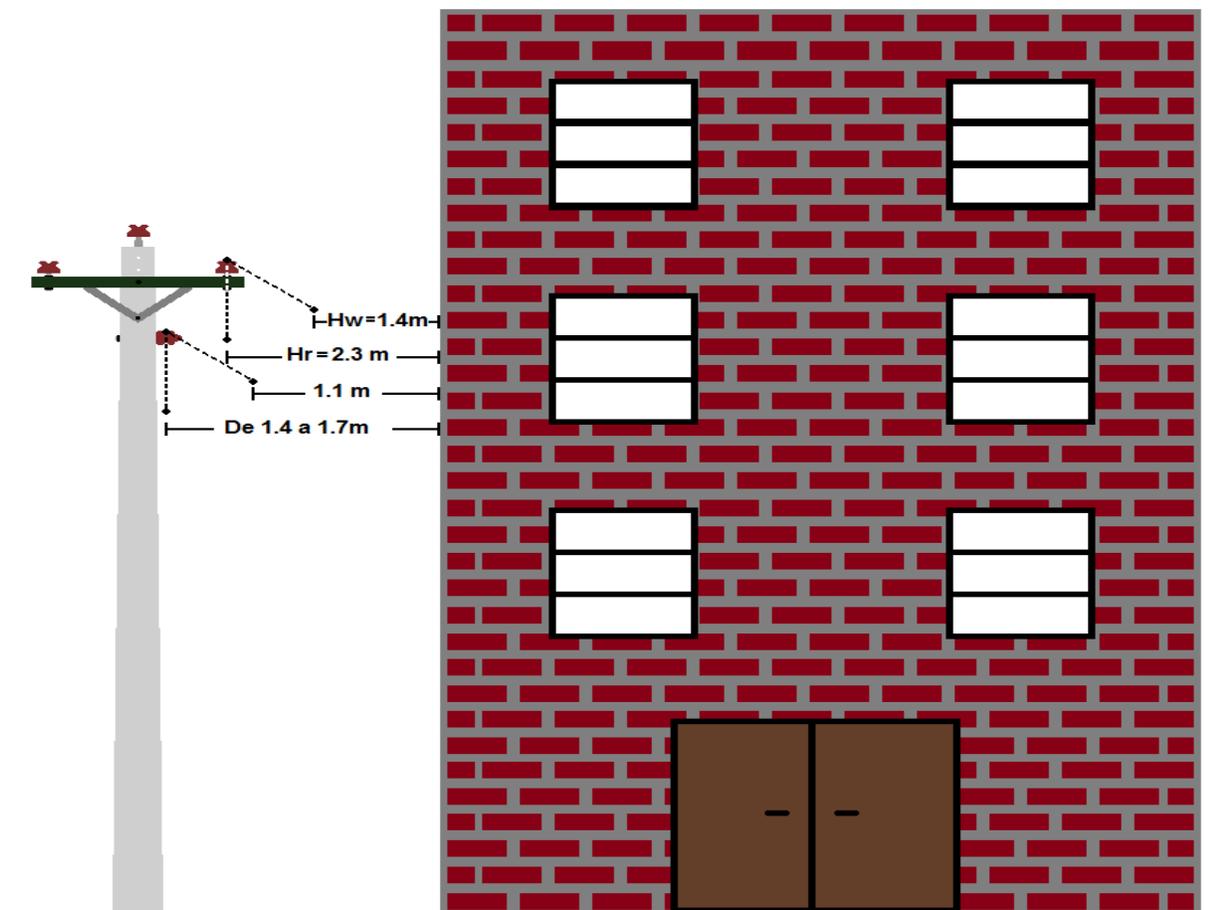


Figura 4.5 Distancia de seguridad de conductores a edificaciones con y sin influencia del viento.



Donde:

- **Hr**- Distancia Mínima de seguridad horizontal requerida cuando el conductor esta en reposo.
- **Hw**.- Distancia Mínima de seguridad horizontal requerida cuando el conductor es desplazado, hacia la edificación, por el viento.

4.4.5.3 Distancia de Conductores a otras Estructuras de Soporte.

Se refiere aquellas conductores o cables que se cruzan en el trayecto ya sea con estructuras utilizadas para el alumbrado público (ornamentales), estructuras que soportan semáforos o estructuras que llevan conductores o cables de diferente circuitos.

	Con viento		Sin viento
Distancia Horizontal	0 - 750 V	22 kV	Hasta 50 kV
	1.1	1.4	1.5
Distancia Vertical	0 – 22 Kv		22 - 50 kV
	1.4		1.7

Tabla 4.2 Distancias de seguridad de conductores a otras estructuras de soporte.

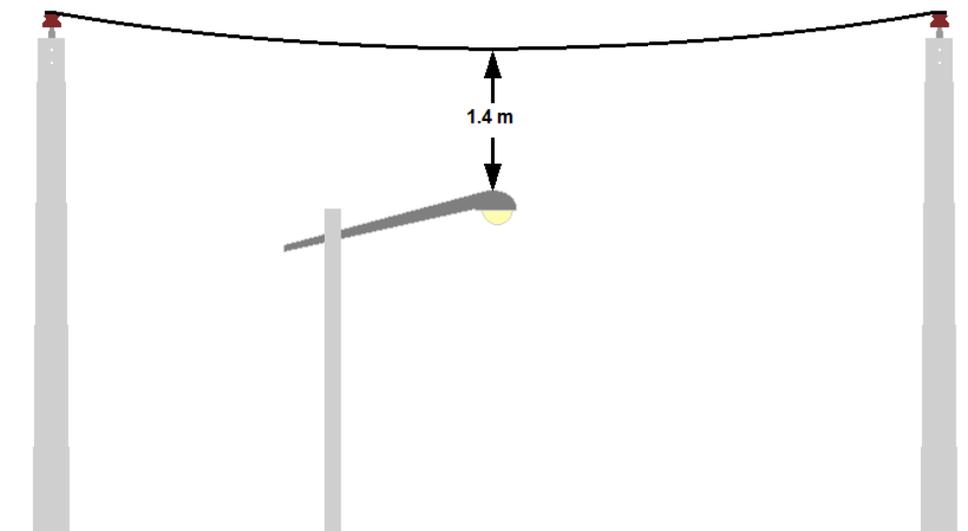


Figura 4.6 Distancias de seguridad verticales de conductores a otras estructuras de soporte.



Figura 4.7 Distancias de seguridad de conductores a postes ornamentales utilizados en alumbrado público.

4.4.5.4 Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.

Las distancias están sujetas a la condición que ocasione la mayor flecha final: temperatura en los conductores de hasta 50°C, sin desplazamiento de viento, o la temperatura máxima del conductor para la cual fue diseñada la operación de la línea sin desplazamiento de viento, cuando esta temperatura es mayor de 50° C.

Naturaleza de la Superficie bajo los conductores	Conductores de 0-750 V.	Conductores de 750 V a 22 Kv
Vías férreas	7.5	8.1
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito	5.0	5.6
Aceras o caminos accesibles sólo a peatones	3.8	4.4
Aguas donde no está permitida la navegación	4.6	5.2

Aguas navegables incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de:		
a) Hasta 8 Km ²	5.6	6.2
b) Mayor a 8 hasta 80 Km ²	8.1	8.7
c) Mayor de 80 hasta 800 Km ²	9.9	10.5
d) Arriba de 800 Km ²	11.7	12.3

Tabla 4.3 Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores sobre vías férreas, el suelo o agua.

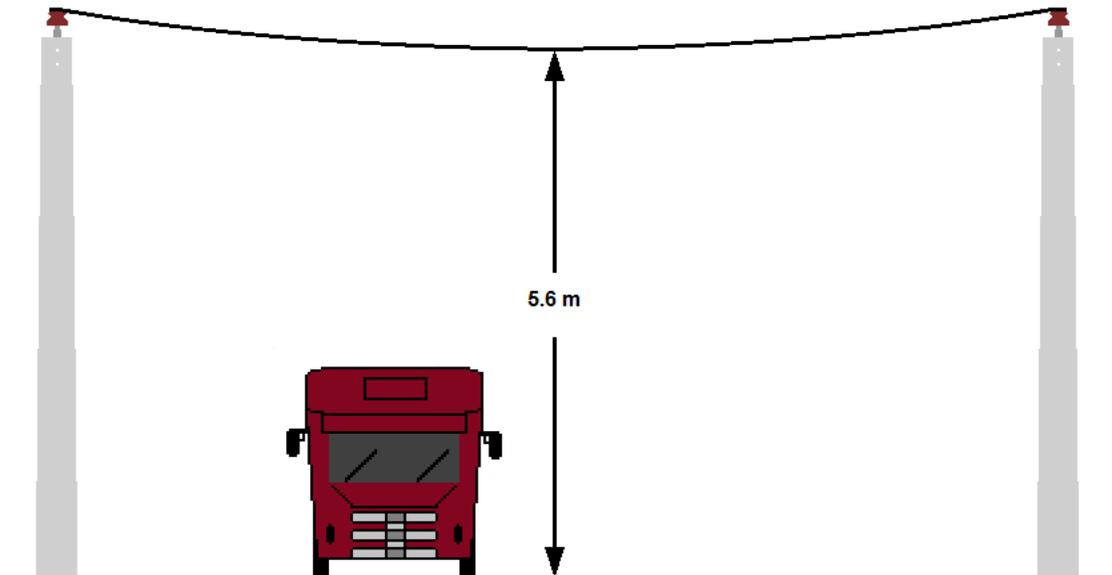


Figura 4.8 Distancia de seguridad de conductores a carreteras.



Figura 4.9 Distancia de seguridad de redes a carreteras transitadas.



4.4.5.5 Distancias de Seguridad entre Conductores y Cables Soportados en una misma Estructura.

Para evitar cualquier tipo de problemas de contacto, las distancias que deben mantenerse entre conductores de diferentes circuitos montados sobre una misma estructura son las que resulten mayores al realizar las dos consideraciones siguientes:

- a) La diferencia vectorial entre los conductores involucrados.
- b) Voltaje de fase a tierra mayor existente.

4.4.5.5.1 Distancia Horizontal entre Conductores y Cables Desnudos para Alimentadores Primarios.

Las distancias mínimas horizontales para diferentes casos de estudio entre conductores y cables desnudos soportados en una misma estructura son los que se presentan en la tabla siguiente, estas distancias serán las obligatorias a menos que se tengan normas más rigurosas.

CLASE DE CIRCUITO		DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD (cm)
Conductores eléctricos del mismo circuito	De 0 a 8.7 kV	30
	De 8.7 a 50 kV	30, más un incremento de 1 cm por cada kV en exceso de 8.7 Kv
Conductores eléctricos de diferentes circuitos	De 0 a 8.7 kV	30
	De 8.7 a 50 Kv	30, más un incremento de 1 cm por cada kV en exceso de 8.7 Kv

Tabla 4.4 Distancia horizontal mínima para conductores del mismo o diferente circuito en soportes fijos



4.4.5.2 Distancia Vertical entre Conductores y Cables Desnudos para Alimentadores Primarios.

Las distancias verticales que deben mantenerse para conductores y cables desnudos ubicados en diferentes niveles en una misma estructura al menos que se indique lo contrario considerando normas o recomendaciones más rigurosas, son las que se indican a continuación:

a. Distancia Vertical Básica entre Conductores, del Mismo o de Diferentes Circuitos.

CONDUCTORES Y CABLES EN NIVELES INFERIORES	CONDUCTORES CABLES EN NIVELES SUPERIORES		
	Conductores de Suministro Abierto		
	De 0 a 8.7 kV (m)	Más de 8.7kV a 50 kV (m)	
		Misma Empresa (m)	Diferente Empresa (m)
De Comunicación En general	1	1	1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Eléctricos con voltaje entre conductores de:			1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Hasta 750 V	0.41 (Para diferentes empresas, una distancia vertical no menor a 1 m es recomendada)	0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Más de 750 V Hasta 8.7 kV	0.41 (Para diferentes empresas, una distancia vertical no menor a 1 m es recomendada)	0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Más de 8.7 kV a 22kV Si se trabaja con línea energizada Si no se trabaja con línea energizada		0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV. 0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Más de 22 kV sin exceder 50 kV		0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.

Tabla 4.5 Distancias verticales de seguridad entre conductores en sus soportes.



NOTA: Distancia de acuerdo a la flecha. Para conductores soportados en la misma estructura, la distancia mínima entre ellos a lo largo del vano no deberá ser mayor al 75% de los valores presentados en la tabla 4.5.

b. Distancia de Separación Mínima de Conductores a Soportes o la Estructura, a otros Conductores Verticales o Derivados y Retenidas.

Estas distancias consideran la instalación de los elementos en una misma estructura y cualquier dirección posible.

- 1) En soportes fijos: La distancia no debe ser menor que la indicada en la Tabla 4.6.
- 2) Cuando se usen aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la distancia mínima debe ser incrementada lo necesario para que, cuando la cadena de aisladores forme su máximo ángulo de diseño con la vertical, la distancia no sea menor que la indicada en la tabla 4.6. El máximo ángulo de diseño debe ser basado en una presión de viento de 29 kg/m² sobre el conductor y a una flecha final de 15° C.

NOTAS:

- ❖ Un conductor neutro que esté efectivamente conectado a tierra a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kV a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura
- ❖ Los conductores de comunicación pueden tener una menor distancia, cuando se sujeten con soportes colocados en la base o lados de las crucetas o en la superficie de postes.
- ❖ Para líneas eléctricas aisladas (no están desnudas) las distancias se pueden reducir considerablemente.



Línea Aérea	Líneas de comunicación		Líneas de suministro		
	En estructuras de soporte		0 a 8.7 kV	8.7 a 50 Kv	50 a 814 kV
	Sólo líneas de comunicación	Líneas de comunicación y eléctricas			
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
Conductores verticales o derivados					
Del mismo circuito	7.5	7.5	7.5	7.5 más 0.65 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV	Valor no especificado
De diferente circuito	7.5	7.5	15	15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV	58 más 1 cm por cada kV en exceso de 50
Retenidas y mensajeros sujetos a una misma estructura					
Cuando estén paralelos a la línea	7.5	15	30	30 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV	74 más 1 cm por cada kV en exceso de 50
Retenidas de ancla	7.5	15	15	15 más 0.65 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV	41 más 0.65 cm por cada kV en exceso de 50
Otros	7.5	15	15	15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV	58 más 1 cm por cada kV en exceso de 50
Superficies de crucetas	7.5	7.5	7.5	7.5 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV	28 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 50
Superficies de estructuras					
Que soporten líneas de comunicación y eléctricas	...	12.5	12.5	12.5 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV	33 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 50
Otros	7.5	...	7.5	7.5 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV	28 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 50

Tabla 4.6 Distancia de separación mínima en cualquier dirección de conductores de línea a soportes o a las estructura, a otros conductores o a la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas sujetas a la misma estructura.



c. Distancias de Separación Entre Circuitos de Diferente Nivel de Voltaje en la Misma Cruceta.

Circuitos de suministro eléctrico, de los niveles de voltajes indicados en la Tabla 4.5, pueden ser instalados sobre la misma cruceta con circuitos de la siguiente clasificación de voltajes sólo si se cumple uno o más de las siguientes condiciones:

- 1) Si los circuitos ocupan posiciones sobre lados opuestos de la estructura.
- 2) Si las distancias permiten los adecuados espacios para escalar y poder darle mantenimiento a las líneas.
- 3) Si los conductores del circuito de mayor tensión ocupan la posición externa y los conductores del circuito de menor tensión ocupan la posición interna.

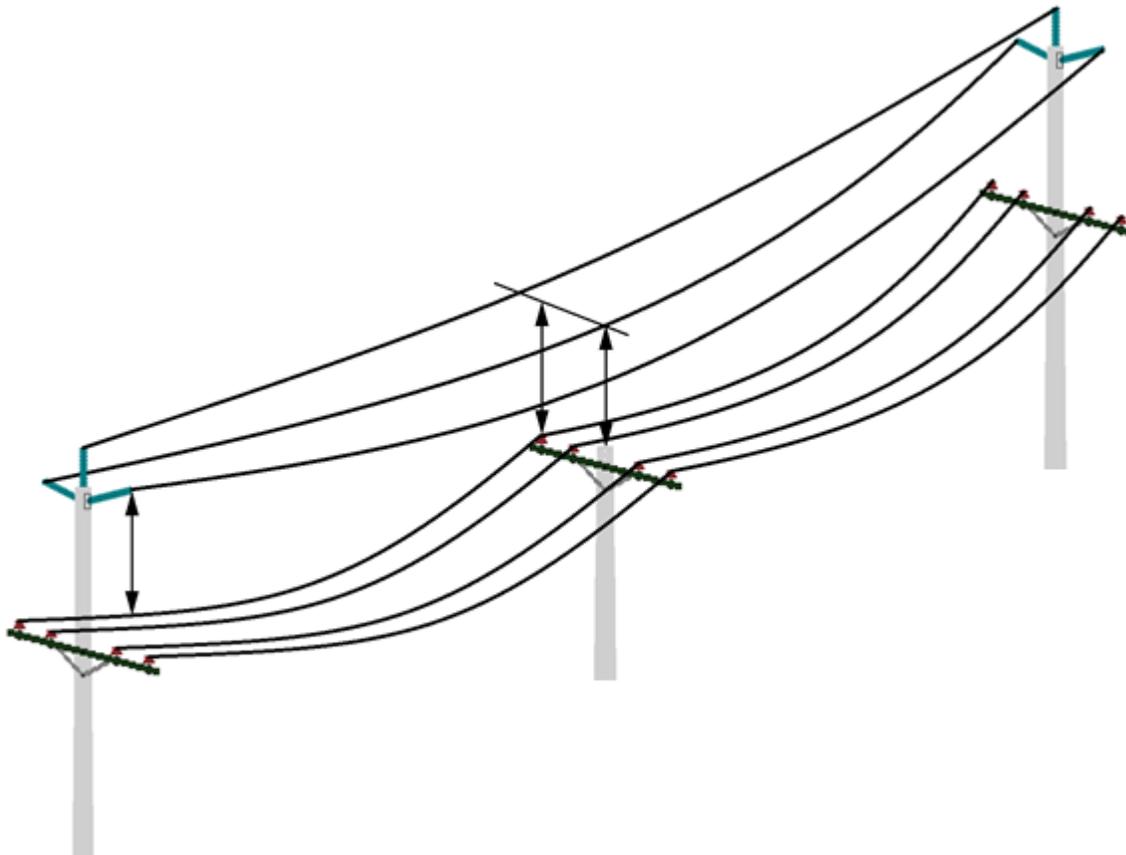


Figura 4.10 Distancias de separación entre conductores en una misma estructura.



Figura 4.11 Cruce de diferentes tipos de redes.

4.4.5.7 Distancias de Seguridad entre Conductores Soportados por Diferentes Estructuras.

4.4.5.7.1 Distancia Horizontal.

La distancia mínima de seguridad horizontal en cruce entre conductores adyacentes soportados por diferentes estructuras no deberá ser inferior a 1.5m.

4.4.5.7.2 Distancia Vertical.

Es preferible que los cruces entre conductores se realicen en una misma estructura, cuando esto no sea posible las distancias mínimas de separación serán las consideradas en la tabla 4.7.



- c. A 15°C, sin desplazamiento de viento, flecha inicial y final sin carga.
- d. Con el conductor desplazado del punto de reposo por una presión de viento de 29 kg/m², con una flecha inicial y final a 15°C.
- e. Flecha final, con una de las siguientes condiciones de carga, aquella que produzca la mayor flecha: a 50°C sin desplazamiento de viento o a la temperatura máxima del conductor para la cual fue diseñada la operación de la línea sin desplazamiento de viento, cuando esta temperatura es mayor de 50°C.
- f. La dirección supuesta del viento, será aquella que produzca la distancia más crítica.

NIVEL INFERIOR	NIVEL SUPERIOR			
	Conductor Neutro (asociados con circuitos de hasta 22kV) M	Cables y conductores de comunicación M	Conductores de suministro de 0 a 750V m	Conductores de suministro de 750V a 22kV m
Conductor Neutro (asociados con circuitos de hasta 22kV)	0.6	0.6	0.6	0.6
Cables y conductores de comunicación		0.6	1.2	1.5
Conductores de suministro de 0 a 750V			0.6	0.6
Conductores de suministro de 750V a 22kV				0.6

Tabla 4.7 Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras.

NOTA: las distancias varían para aquellos casos en los que los conductores estén interconectados.



4.5 Crucetas.

Este elemento que sirve para soportar conductores de línea y redes eléctricas está compuesto de los siguientes materiales:

- Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
- Plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV)

Las normas para fabricación que se utiliza son:

INEN 2215 y 2224 - ASTM A 36 par crucetas de acero.

ASTM D 4923-01 para las crucetas de plástico reforzado.

4.5.1 Especificaciones

ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE CRUCETAS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES ÁNGULO	LONGITUD DE LA CRUCETA
1	CRUCETA DE ACERO GALVANIZADO DE 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	1,50 m (59")
			2,00 m (79")
			2,40 m (95")
			4,00 m (157")
2	CRUCETA DE ACERO GALVANIZADO DE 75 x 75 x 6 mm (2 1/2 x 2 1/2 x 1/4")	75 x 75 x 6 mm (2 1/2 x 2 1/2 x 1/4")	1,50 m (59")
			2,00 m (79")
			2,40 m (95")
			4,00 m (157")
3	CRUCETA DE PLÁSTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO DE 75 x 75 x 9 mm (2 1/2 x 2 1/2 x 23/64")	75 x 75 x 9 mm (2 1/2 x 2 1/2 x 23/64")	1,50 m (59")
			2,00 m (79")
			2,40 m (95")
			4,00 m (157")

Tabla 4.8 Especificaciones técnicas de crucetas

Las características técnicas se dan con mayor detalle en el anexo VII.



4.6 Herrería

Los herrajes serán fabricados de acero estructural de baja aleación laminada en caliente. Las normas que se utilizarán para la fabricación de los diferentes elementos serán tomadas de la INEN y ASTM, mismas que están especificadas en las características de cada elemento.

La herrería utilizada es la siguiente:

- Perno pin 15 Kv
- Perno pin 25 Kv
- Perno tacho 15 Kv simple
- Perno tacho 25 Kv simple
- Perno tacho 15 Kv doble
- Perno tacho 25 Kv doble
- Perno máquina 51mm
- Perno “U” 16mm
- Pletina de unión
- Perno de ojo oval 16mm
- Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 2 pernos
- Abrazadera de acero galvanizado, pletina, con doble ojal espiralado
- Abrazadera de acero galvanizado, pletina, para escalones de revisión
- Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos)
- Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos)
- Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión
- Tuerca de ojo
- Perno de ojo
- Pie amigo pletina de acero galvanizado
- Pie amigo de acero



- Conector de ranuras paralelas
- Conector de compresión
- Grapa pistola
- Estribo para derivación
- Grapa de línea viva
- Conector hammerlock

Las especificaciones técnicas más importantes se presentan en el anexo VII.

4.7 Estructuras Tipo.

A continuación se presentan las estructuras utilizadas para redes en medio voltaje, listando los materiales que se requieren para ensamblarlas así como las consideraciones que deben tomarse en cuenta para su implementación.

Se presentan los diferentes tipos de estructuras:

4.7.1 Estructuras de Retención.- Este tipo de estructuras se utilizan para:

- Cuando se presenten esfuerzos grandes generalmente producto de conductores pesados en vanos grandes.
- En terrenos no planos que presenten significativas diferencias de altitud.
- Al inicio y final de las redes.
- Cambios grandes de dirección generalmente superiores a 20°

4.7.2 Estructuras de Suspensión.- Este tipo de estructuras se utilizan para:

- Es recomendable cuando no existan cambios de dirección, sin embargo se suele usar cuando exista hasta 20° de variación.
- Es recomendable que sean usadas en terrenos planos o en terrenos que no presenten cambios grandes de altitud entre las posiciones donde estén ubicadas las estructuras.

4.7.3 Estructuras de Suspensión Doble.- Este tipo de estructuras se utilizan para:



- Cambios de dirección o ángulos de hasta 40°
- También es recomendable utilizar en terrenos sin grandes variaciones de altitud entre los lugares donde estén ubicadas las estructuras.

4.7.4 Estructuras Combinadas.- Este tipo de estructuras se utilizan para:

- Para soportar diferentes tipos de esfuerzos
- Dependiendo de la estructura en cuestión se puede utilizar en terrenos que presenten cambios de altitud esto depende de otros parámetros como tamaño de conductores, cambio de dirección o si está en área urbana o rural.

4.7.5 Estructuras.

A continuación se listan las principales estructuras para redes aéreas de medio voltaje:

4.7.5.1 Para Redes Monofásicas:

#	CODIGO	NOMBRE
1	EST-1BA	MONOFÁSICA - BANDERA – ANGULAR
2	EST-1BD	MONOFÁSICA - BANDERA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
3	EST-1CA	MONOFÁSICA - CENTRADA – ANGULAR
4	EST-1CD	MONOFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
5	EST-1CP	MONOFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE
6	EST-1CR	MONOFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL
7	EST-1VA	MONOFÁSICA - EN VOLADO – ANGULAR
8	EST-1VD	MONOFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
9	EST-1VP	MONOFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE
10	EST-1VR	MONOFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL
11	ESV - 1BA	MONOFÁSICA - BANDERA – ANGULAR
12	ESV - 1BD	MONOFÁSICA - BANDERA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
13	ESV - 1CA	MONOFÁSICA - CENTRADA – ANGULAR
14	ESV - 1CD	MONOFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
15	ESV - 1CP	MONOFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE
16	ESV - 1CR	MONOFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL
17	ESV - 1VA	MONOFÁSICA - EN VOLADO – ANGULAR
18	ESV - 1VD	MONOFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
19	ESV - 1VP	MONOFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE
20	ESV - 1VR	MONOFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL

**Tabla 4.9** Listado de estructuras monofásicas para medio voltaje.**4.7.5.2 Para Redes Trifásicas:**

#	CODIGO	NOMBRE
1	EST-3CA	TRIFÁSICA - CENTRADA – ANGULAR
2	EST-3CD	TRIFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
3	EST-3CP	TRIFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE
4	EST-3CR	TRIFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL
5	EST-3SA	TRIFÁSICA - SEMICENTRADA – ANGULAR
6	EST-3SD	TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
7	EST-3SP	TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - PASANTE O TANGENTE
8	EST-3SR	TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL
9	EST-3VA	TRIFÁSICA - EN VOLADO – ANGULAR
10	EST-3VD	TRIFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
11	EST-3VP	TRIFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE
12	EST-3VR	TRIFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL
13	ESV-3CA	TRIFÁSICA - CENTRADA – ANGULAR
14	ESV-3CD	TRIFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
15	ESV-3CP	TRIFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE
16	ESV-3CR	TRIFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL
17	ESV-3SA	TRIFÁSICA - SEMICENTRADA – ANGULAR
18	ESV-3SD	TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
19	ESV-3SP	TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - PASANTE O TANGENTE
20	ESV-3SR	TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL
21	ESV-3VA	TRIFÁSICA - EN VOLADO – ANGULAR
22	ESV-3VD	TRIFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL
23	ESV-3VP	TRIFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE
24	ESV-3VR	TRIFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL

Tabla 4.10 Listado de estructuras trifásicas para medio voltaje.

En el anexo VIII se presentan estas estructuras, junto con los materiales que las conforman.



CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

- A lo largo de esta tesis se han recogido las ideas, consideraciones definiciones, acciones y recomendaciones principales para el diseño de redes de medio voltaje, se han analizado para este efecto las normas internacionales como IEC, ANSI, IEEE, NESC, NEMA, se han tomado como referencia regulaciones del CONELEC así como normas o reglamentos rigen el sector eléctrico en diferentes países alrededor del mundo, las normas internas utilizadas en otras empresas distribuidoras como la Empresa Eléctrica de Quito, así como las experiencias y procedimientos plasmados en una gran cantidad de documentos científicos (revistas, papers, tesis, etc.) y libros relacionados con la distribución de energía eléctrica y eficiencia de la misma, para establecer sugerencias criterios, procedimientos y recomendaciones a seguir en el diseño y construcción de alimentadores primarios en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.
- Atendiendo el aspecto de calidad se analizó la caída de voltaje en los alimentadores primarios, considerándose no adecuada las disposiciones de la EERCS C.A. de permitir una caída de voltaje de 5% en zonas rurales, para los proyectos que deben ser aprobados y fiscalizados por la empresa en mención por considerarse excesiva. Luego de analizar las normas en otras empresas y organizaciones se recomienda reducir a 4% en zonas rurales para proyectos de expansión, de esta manera se intentará que la caída total en los alimentadores primarios cumplan con las reglamentos exigidos por el CONELEC que



determinan una caída máxima de 8%, misma que al momento no se cumple en la totalidad de redes en especial aquellas que recorren grandes distancias.

- Dada la gran cantidad de pérdidas de energía en los alimentadores primarios que sólo en las redes de Azuay y Cañar llegaron a un total en el 2009 de 4710957.97 kWh/año, se realizaron diferentes tipos de simulaciones con el objetivo de precisar las principales estrategias de reducción de pérdidas de energía, determinando como acciones necesarias:

Corrección del Factor de Potencia. Para lo cual se estableció el procedimiento óptimo que debe seguirse para la implementación de bancos de condensadores ya sean fijos o variables a lo largo de las redes eléctricas de alimentadores primarios, ya que esta es la forma más simple y económica de mejorar el Factor de Potencia, se determinó luego de la realización de simulaciones en CYMDIST que era necesario la incorporación de bancos de condensadores en los alimentadores 0425, 0426 y 1222, y que la reducción de pérdidas de potencia sería de 8.63 kW lo que equivaldría a una reducción de pérdidas de potencia en 75598.8 y un ahorro aproximado de 4552.9 dólares.

Balancear la carga en circuitos primarios. Para esto se determinó mediante simulaciones con la ayuda del CYMDIST que es necesario realizar el balance de carga en 12 alimentadores, de los cuales los que presentarían mayor reducción de pérdidas son el 0521, 0523, 0525, 1421, 1423, 1823. Se determinó que el balance de cargas en los alimentadores reduciría las pérdidas de potencia en 118.44 kW lo que equivaldría a una reducción de energía de 1037534.4 y un ahorro aproximado de 48324 dólares.

- Se determinaron los criterios principales para el trazado de alimentadores primarios, determinando la correcta ubicación de las estructuras y postes, así como el camino y zonas por los cuales hay que evitar la construcción de este



tipo de redes para preservar principalmente la seguridad de las personas y el correcto funcionamiento del sistema.

- Se establecieron los principales criterios para el seccionamiento y protección de las redes primarias determinando los principales elementos de protección que deben ir en el alimentador principal o troncal y ramificaciones considerando la distancia y carga que tengan. Así como se determinó los aspectos relevantes que deben considerarse para realizar la interconexión con otras redes.
- Se determinó para el diseño y construcción de redes de alimentadores primarios la utilización de las estructuras y diferentes elementos y materiales que establece el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
- Se establecieron las distancias de seguridad entre conductores y cables soportados en una misma estructura, distancia horizontal entre conductores y cables desnudos para alimentadores primarios, distancia vertical entre conductores y cables desnudos para alimentadores primarios, distancia vertical básica entre conductores, del mismo o de diferentes circuitos, distancia de separación mínima de conductores a soportes o la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas, distancias de separación entre circuitos de diferente nivel de tensión en la misma cruceta, completando la información presentada por el CONELEC referente a distancias de seguridad determinadas en la regulación 002/10 que entro en vigencia este año.
- Se determinó los criterios para la selección de los tipos de alimentadores primarios así como de los sistemas de conexión, siendo lo recomendable el tipo radial con respaldo, determinando que la conexión más idónea atendiendo a los parámetros de confiabilidad es la que se realiza con transferencia a un alimentador de otra subestación.



- Se estableció los rangos de corriente en los que cada conductor utilizado en por la CENTROSUR para el diseño y construcción de redes de medio voltaje, es el que presenta mejores beneficios económicos y por lo mismo debería ser considerado para un proyecto, esto permitirá la elección adecuada del conductor para evitar dificultades futuras.

5.2 Recomendaciones.

- Establecer mecanismos para reducir las caídas de voltaje en las redes primarias de la CENTROSUR, empezando por solucionar los problemas que presentan aquellos alimentadores que tienen las mayores caídas de voltaje, para de esta manera conseguir que la caída de voltaje en el recorrido total del alimentador esté en el rango de 8% establecido por el CONELEC en la regulación 004/01.
- Realizar revisiones periódicas de las zonas que presenten mayor número de interrupciones de servicio, así como las zonas de mayor consumo, y en caso de ser necesario implementar alternativas para mejorar la confiabilidad de estos sectores ya sea mediante la interconexión con otras redes o mejorando la protección de las mismas.
- Inspeccionar las redes longevas o que tengan bastantes años de servicio y determinar si los conductores que se instalaron en el pasado son los adecuados para la actualidad, en caso de que no sea así debido a pérdidas o caídas grandes de voltaje realizar el pronto reemplazo del material.
- Realizar revisiones periódicas en aquellas redes que presenten problemas de bajo factor de potencia, y siguiendo los procedimientos estipulados en este documento, determinar las soluciones necesarias para la corrección de este problema.



- Realizar revisiones periódicas para comprobar que las distancias de separación dadas en este documento se cumplan para seguridad de las personas que habitan los diferentes sectores por donde cruzan las redes eléctricas, puesto que las nuevas construcciones, implementación de objetos o el crecimiento de la vegetación pueden causar que se incumplan con estas estipulaciones.
- Realizar simulaciones periódicas de flujos de potencia con el fin de encontrar soluciones para ahorro de energía de entre las muchas posibilidades que se tiene, e implementar las soluciones más favorables ya que esto representaría beneficios significativos para la empresa tanto en el aspecto económico como para mejorar funcionamiento del sistema.



5.3 Bibliografía

- [1] RAMIREZ C. S. 2004. Redes de distribución de energía. 3 ed. Manizales, Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia. 895 p.
- [2] EMPRESA ELÉCTRICA DE QUITO S.A. 2009. Normas para sistemas de distribución. Guía para Diseño. Quito, s.e. Parte A. (Disponible en: <http://www.eeq.com.ec>. Consultado el: 1 de febrero de 2010).
- [3] CONELEC. 2001. Regulación 004/01. Calidad del servicio eléctrico de distribución. Ecuador. (Disponible en: <http://www.conelec.gov.ec>. Consultado el: 1 de febrero de 2010).
- [4] Erazo P. C. S. 2007. Estudio para la ubicación estratégica de capacitores en las subestaciones de la Empresa EMELNORTE. Tesis Ing. Eléctrico. Escuela Politécnica Nacional, Fac. Ing. Eléctrica. y Electrónica. Quito.
- [5] Hidalgo L. G. F.; Paguay C. G. L. 2009. Reducción de pérdidas de energía eléctrica en los alimentadores mediante compensación reactiva considerando clientes finales industriales. Tesis Ing. Eléctrico. Escuela Politécnica Nacional, Fac. Ing. Eléctrica y Electrónica. Quito.
- [6] CONELEC. 2010. Regulación 002/10. Distancias de seguridad. Ecuador. (Disponible en: <http://www.conelec.gov.ec>. Consultado el: 7 de septiembre de 2010).
- [7] Enríquez H. G. 2005. Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales. 2 ed. México, Limusa. 456 p.



- [8] Marne D. J. 2002. National electrical safety code handbook. Estados Unidos, McGraw-Hill. 719 p.
- [9] Compañía energética del Tolima S.A E.S.P, “Criterios de diseño y normas para construcción de instalaciones de distribución y uso final de la energía eléctrica” año 2007.
- [10] Willis H. L.; Welch G. V.; Schrieber R. R. 2001. Aging power delivery infrastructures. New York, Marcel Dekker. (Original no consultado, citado por: Astudillo M. J.C. 2008. Análisis técnico económico para la reparación o reemplazo de transformadores de potencia. Tesis Ing. Eléctrico. Escuela Politécnica Nacional, Fac. Ing. Eléctrica y Electrónica. Quito.)
- [11] LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA. 1999. Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución. Guatemala, s.e.
- [12] Reglamento técnico de instalaciones eléctricas Colombia “RETIE” –año 2008
- [13] Norma EDEQ Empresa de energía del Quindío S.A E.S.P, Generalidades – año 2009.
- [14] EERCS C.A. 1997. Procedimientos para los trámites de revisión y recepción de obras ejecutadas por ingenieros y compañías eléctricas del ejercicio particular. Cuenca.
- [15] EERCS C.A., Manual de estructuras tipo, Cuenca.
- [16] Willis H. L. 2004. Power distribution planning reference book. 2 ed. New York, Marcel Dekker. 1206 p.
- [17] IEEE. 1993. Standard for calculating the current-temperature relationship of bare overhead conductors. (Norma 738-1993). Estados Unidos. (Disponible en: <http://www.ieee.org>. Consultado el: 8 de agosto de 2010).



- [18] Enríquez H. G. 2005. Elementos de diseño de subestaciones eléctrica. 2 ed. México, Limusa. 625 p.
- [19] EMPRESA ELÉCTRICA DE QUITO S.A. 2009. Normas para sistemas de distribución; Estructuras Tipo. Quito, s.e. Parte B. (Disponible en: <http://www.eeq.com.ec/>. Consultado el: 1 de febrero de 2010).
- [20] Hidalgo J. D. 2008. Guía básica de diseño de subestaciones eléctricas con énfasis en el arreglo de barras colectoras de interruptor y medio. Tesis Ing. Universidad de Costa Rica, Fac. Ingeniería. Costa Rica.
- [21] Romero H. A. C. 2008. Optimización de flujo de carga en los sistemas eléctricos de potencia utilizando algoritmos genéticos. Tesis Ing. de sistemas. Universidad de los Andes. Mérida Venezuela.
- [22] CONELEC. 2010. Estadística del sector eléctrico ecuatoriano; Primer semestre del año 2009. Ecuador. (Disponible en: <http://www.conelec.gov.ec>. Consultado el: 11 de octubre de 2010).
- [23] ENERSIS. 2008. Aisladores de porcelana, vidrio y poliméricos para redes de media tensión, (Norma E-MT-011). (Disponible en: <https://www.coelce.com.br> Consultado el: 10 de septiembre de 2010).
- [24] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD. 2003. Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural. Perú.
- [25] Astudillo B. J. 1985. Normalización de la construcción de líneas de subtransmisión a 69kV y de redes de distribución a 13.8kV para la ciudad de Guayaquil. Tesis Ing. Electricidad. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Fac. Ing. Eléctrica. Guayaquil.
- [26] Ras E. 1994. Transformadores de potencia, de medida y de protección. 7 ed. Barcelona, Marcombo.



- [27] ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA.2003. Reglamentación de líneas aéreas exteriores de media tensión y alta tensión. Argentina.
- [28] ELECTROCABLES C.A. 2010. Capacidad de corriente en amperios. (Disponible en: <https://www.electrocable.com>. Consultado el: 15 de septiembre de 2010).
- [29] Grosso, O. J. 2003. Transmisión y distribución de la energía eléctrica. Línea eléctrica de distribución en media tensión - Tipo Compacta Protegida - Urbana / Rural. 1 ed. El Salvador, San Salvador. (Disponible en: <http://www.ing.unlp.edu.ar/sispot/Libros%202007/libros/le-gro/compacta.htm>. Consultado el 2 de febrero de 2011).
- [30] Sistemas de distribución de energía eléctrica “Apuntes de Clase”, Ing. Esteban Albornoz. Universidad de Cuenca –año 2008
- [31] MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE. 2010. Documento de homologación y estandarización de las unidades de propiedad y unidades constructivas del sistema de distribución eléctrica. Ecuador.
- [32] EMPRESA PROVINCIAL DE ENERGIA DE CORDOBA. 1998. Líneas aéreas de alta tensión. Argentina.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXOS



Anexo I

Tablas de resultados del conductor económico



En las siguientes tablas se presenta los intervalos de corriente donde cada conductor ACSR resulta ser el económico, esto se presenta para cada alimentador aéreo de la CENTROSUR.

1824				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	39.7	0	1512.9
2	39.7	63.8	1512.9	2430.3
1/0	63.8	141.6	2430.3	5394.2
2/0	141.6	208.6	5394.2	7948.6
3/0	208.6	315	7948.6	12003.1

1823				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	40.05	0	1525.94
2	40.05	64.35	1525.94	2451.98
1/0	64.35	142.86	2451.98	5443.83
2/0	142.86	209.4	5443.83	7978.98
3/0	209.4	315	7978.98	12003.1

1822				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	43.71	0	1665.69
2	43.71	70.26	1665.69	2677.26
1/0	70.26	155.42	2677.26	5922.13
2/0	155.42	228.29	5922.13	8699.01
3/0	228.29	315	8699.01	12003.1

1821				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	43.71	0	1665.69
2	43.71	70.26	1665.69	2677.26



1/0	70.26	155.42	2677.26	5922.13
2/0	155.42	228.29	5922.13	8699.01
3/0	228.29	315	8699.01	12003.1

1523				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
	#	DESDE	HASTA	DESDE
4	0	39.37	0	1500.11
2	39.37	63.25	1500.11	2410.08
1/0	63.25	140.01	2410.08	5334.98
2/0	140.01	205.51	5334.98	7831.14
3/0	205.51	315	7831.14	12003.1

1522				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
	#	DESDE	HASTA	DESDE
4	0	38.13	0	1452.77
2	38.13	61.22	1452.77	2332.81
1/0	61.22	135.58	2332.81	5166.31
2/0	135.58	198.88	5166.31	7578.50
3/0	198.88	315	7578.50	12003.1

1521				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
	#	DESDE	HASTA	DESDE
4	0	42.38	0	1615.07
2	42.38	68.08	1615.07	2594.16
1/0	68.08	150.64	2594.16	5740.19
2/0	150.64	221.2	5740.19	8429.03
3/0	221.2	315	8429.03	12003.1

1423				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
	#	DESDE	HASTA	DESDE
4	0	40.05	0	1525.94
2	40.05	64.35	1525.94	2451.98
1/0	64.35	142.86	2451.98	5443.83
2/0	142.86	209.4	5443.83	7978.98



3/0	209.4	315	7978.98	12003.1
------------	-------	-----	---------	---------

1422				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	42.38	0	1615.07
2	42.38	68.08	1615.07	2594.16
1/0	68.08	150.64	2594.16	5740.19
2/0	150.64	221.2	5740.19	8429.03
3/0	221.2	315	8429.03	12003.1

1421				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	37.82	0	1440.98
2	37.82	60.76	1440.98	2315.14
1/0	60.76	134.54	2315.14	5126.57
2/0	134.54	197.38	5126.57	7521.16
3/0	197.38	315	7521.16	12003.1

1223				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	30.25	0	1152.79
2	30.25	48.57	1152.79	1850.61
1/0	48.57	107.57	1850.61	4099
2/0	107.57	157.81	4099	6013.33
3/0	157.81	315	6013.33	12003.1

1222				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	40.05	0	1525.94
2	40.05	64.35	1525.94	2451.98
1/0	64.35	142.86	2451.98	5443.83
2/0	142.86	209.4	5443.83	7978.98



3/0	209.4	315	7978.98	12003.1
------------	-------	-----	---------	---------

1221				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	38.72	0	1475.31
2	38.72	62.22	1475.31	2370.78
1/0	62.22	137.73	2370.78	5248.22
2/0	137.73	202.14	5248.22	7702.40
3/0	202.14	315	7702.40	12003.1

0921				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	40.41	0	1539.69
2	40.41	64.93	1539.69	2474.03
1/0	64.93	143.66	2474.03	5474.36
2/0	143.66	210.9	5474.36	8036.41
3/0	210.9	315	8036.41	12003.1

0723				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	36.95	0	1407.93
2	36.95	59.4	1407.93	2263.28
1/0	59.4	131.39	2263.28	5006.76
2/0	131.39	193.05	5006.76	7356.31
3/0	193.05	315	7356.31	12003.1

0722				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	36.29	0	1382.91
2	36.29	58.09	1382.91	2213.5
1/0	58.09	128.67	2213.5	4902.96
2/0	128.67	188.87	4902.96	7196.94



3/0	188.87	315	7196.94	12003.1
------------	--------	-----	---------	---------

0721				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	43.71	0	1665.69
2	43.71	70.26	1665.69	2677.26
1/0	70.26	155.42	2677.26	5922.13
2/0	155.42	228.29	5922.13	8699.01
3/0	228.29	315	8699.01	12003.1

0526				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	37.82	0	1440.98
2	37.82	60.76	1440.98	2315.14
1/0	60.76	134.54	2315.14	5126.57
2/0	134.54	197.38	5126.57	7521.16
3/0	197.38	315	7521.16	12003.1

0525				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	40.41	0	1539.69
2	40.41	64.93	1539.69	2474.03
1/0	64.93	143.66	2474.03	5474.36
2/0	143.66	210.9	5474.36	8036.41
3/0	210.9	315	8036.41	12003.1

0524				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	37.53	0	1430.09
2	37.53	60.31	1430.09	2297.93
1/0	60.31	133.41	2297.93	5083.59
2/0	133.41	195.81	5083.59	7461.32



3/0	195.81	315	7461.32	12003.1
------------	--------	-----	---------	---------

0523				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	39.7	0	1512.9
2	39.7	63.8	1512.9	2430.3
1/0	63.8	141.6	2430.3	5394.2
2/0	141.6	208.6	5394.2	7948.6
3/0	208.6	315	7948.6	12003.1

0522				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	38.72	0	1475.31
2	38.72	62.22	1475.31	2370.78
1/0	62.22	137.73	2370.78	5248.22
2/0	137.73	202.14	5248.22	7702.40
3/0	202.14	315	7702.40	12003.1

0521				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	38.4	0	1463.37
2	38.4	61.7	1463.37	2350.95
1/0	61.7	136.71	2350.95	5209.43
2/0	136.71	200.52	5209.43	7640.99
3/0	200.52	315	7640.99	12003.1

0427				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	38.13	0	1452.77
2	38.13	61.22	1452.77	2332.81
1/0	61.22	135.6	2332.81	5166.93
2/0	135.6	198.9	5166.93	7579.18



3/0	198.9	315	7579.18	12003.1
------------	-------	-----	---------	---------

0426				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	33.4	0	1272.63
2	33.4	53.83	1272.63	2051.02
1/0	53.83	118.83	2051.02	4528.14
2/0	118.83	174.6	4528.14	6653.09
3/0	174.6	315	6653.09	12003.1

0425				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	32.99	0	1257.2
2	32.99	53.15	1257.2	2025.33
1/0	53.15	117.36	2025.33	4472.21
2/0	117.36	172.44	4472.21	6570.70
3/0	172.44	315	6570.70	12003.1

0424				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	36.85	0	1404
2	36.85	58.95	1404	2246.29
1/0	58.95	130.62	2246.29	4977.27
2/0	130.62	191.7	4977.27	7304.88
3/0	191.7	315	7304.88	12003.1

0423				
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA	
#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	39.7	0	1512.9
2	39.7	63.8	1512.9	2430.3
1/0	63.8	141.6	2430.3	5394.2
2/0	141.6	208.6	5394.2	7948.6



3/0	208.6	315	7948.6	12003.1
------------	-------	-----	--------	---------

0422					
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA		
	#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	38.72	0	1475.31	
2	38.72	62.22	1475.31	2370.78	
1/0	62.22	137.73	2370.78	5248.22	
2/0	137.73	202.14	5248.22	7702.40	
3/0	202.14	315	7702.40	12003.1	

0421					
CONDUCTOR	Corriente (A)		KVA		
	#	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
4	0	43.71	0	1665.69	
2	43.71	70.26	1665.69	2677.26	
1/0	70.26	155.42	2677.26	5922.13	
2/0	155.42	228.29	5922.13	8699.01	
3/0	228.29	315	8699.01	12003.1	



Anexo II

Información de los alimentadores aéreos de la CENTROSUR.



A continuación se presentan los kVA Conectados en los alimentadores aéreos de la CENTROSUR.

Nombre alim.	Factor de carga %	kVA conect. ag. abajo A (kVA)	kVA conect. ag. abajo B (kVA)	kVA conect. ag. abajo C (kVA)	kVA total conect. ag. abajo (kVA)
ALIM-0421	48	4644,7	4694,7	4659,7	13999
ALIM-0422	61	6126,7	6321,7	6126,7	18575
ALIM-0423	58	4124,8	3474,8	3794,8	11394,5
ALIM-0424	68	2566,3	2736,3	2516,3	7819
ALIM-0425	84	2833,3	2833,3	2833,3	8500
ALIM-0426	82	3566,7	3566,7	3566,7	10700
ALIM-0427	63	4123,3	3523,3	3435,8	11082,5
ALIM-0521	62	5413	5377,5	6115	16905,5
ALIM-0522	61	2719,8	3212,3	2852,3	8784,5
ALIM-0523	58	8584,7	6379,7	5972,2	20936,5
ALIM-0524	65	6056,7	6479,2	6429,2	18965
ALIM-0525	56	3310	2837,5	2972,5	9120
ALIM-0526	64	5019,8	5662,3	4704,8	15387
ALIM-0721	48	2043,3	1793,3	2055,8	5892,5
ALIM-0722	70	4161,5	3474	4204	11839,5
ALIM-0723	67	2296,7	1654,2	3214,2	7165
ALIM-0921	56	2233,3	2458,3	2560,8	7252,5
ALIM-1221	61	4081,7	4481,7	3746,7	12310
ALIM-1222	57	4422,3	3689,8	3527,3	11639,5
ALIM-1223	100	73,3	63,3	63,3	200
ALIM-1421	64	4566,7	6588,2	3931,7	15086,5
ALIM-1422	51	3036,3	3276,8	2128,3	8441,5
ALIM-1423	57	2893,3	2450,8	1705,8	7050
ALIM-1521	51	4929,2	4254,7	2741,7	11925,5
ALIM-1522	63	2948,3	2250,8	2953,3	8152,5
ALIM-1523	59	4688,3	4810,8	4380,8	13880
ALIM-1821	48	1489,2	2546,7	1271,7	5307,5
ALIM-1822	48	2325	1205	1110	4640
ALIM-1823	57	1790	3098,5	1808	6696,5
ALIM-1824	58	2700	2002,5	1860	6562,5



Anexo III

Pérdidas de energía en alimentadores



Pérdidas en Alimentadores Primarios en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

Flujo de carga - Reporte sumario

A continuación se presenta los resultados de la simulación para encontrar las pérdidas de potencia y energía en cada uno de los alimentadores de la CENTROSUR.

Nombre de la red: ALIM-0421

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	8,1435	19,1068
Pérdidas en los cables	0,668	1,5674
Pérdidas en los transformadores	58,2044	136,5637
Pérdidas totales	67,0159	157,2379

Nombre de la red: ALIM-0422

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	14,057	50,2145
Pérdidas en los cables	1,4024	5,0097
Pérdidas en los transformadores	60,3141	215,4539
Pérdidas totales	75,7736	270,6781

Nombre de la red: ALIM-0423

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	42,6	139,1853
Pérdidas en los cables	1,367	4,4661
Pérdidas en los transformadores	65,4	213,6637
Pérdidas totales	109,37	357,3151

Nombre de la red: ALIM-0424

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	7,47	32,3951
Pérdidas en los cables	0,43	1,8655
Pérdidas en los transformadores	28,66	124,2919
Pérdidas totales	36,56	158,5526

Nombre de la red: ALIM-0425

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	19,6965	125,2238
Pérdidas en los cables	2,3159	14,7235
Pérdidas en los transformadores	42,7059	271,5097
Pérdidas totales	64,7183	411,457

Nombre de la red: ALIM-0426

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	25,4405	154,7845
Pérdidas en los cables	2,8614	17,4092
Pérdidas en los transformadores	47,4062	288,4275
Pérdidas totales	75,7081	460,6211

Nombre de la red: ALIM-0427

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	10,9553	41,4453
Pérdidas en los cables	0,5836	2,2078
Pérdidas en los transformadores	40,1988	152,0775
Pérdidas totales	51,7377	195,7306

Nombre de la red: ALIM-0521

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	150,5608	553,6002
Pérdidas en los cables	0,3308	1,2162
Pérdidas en los transformadores	60,0952	220,9655
Pérdidas totales	210,9868	775,7819

Nombre de la red: ALIM-0522

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	15,1257	54,0319
Pérdidas en los cables	0,1968	0,7029
Pérdidas en los transformadores	40,5161	144,7313
Pérdidas totales	55,8385	199,4661

Nombre de la red: ALIM-0523

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	198,5207	648,5581
Pérdidas en los cables	8,3544	27,2935
Pérdidas en los transformadores	105,2788	343,9411
Pérdidas totales	312,1539	1019,7926

**Nombre de la red: ALIM-0524**

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	57,3572	229,4307
Pérdidas en los cables	0,0198	0,0791
Pérdidas en los transformadores	96,5171	386,0719
Pérdidas totales	153,8941	615,5817

Nombre de la red: ALIM-0526

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	56,2447	218,8393
Pérdidas en los cables	5,7731	22,4623
Pérdidas en los transformadores	71,8105	279,4031
Pérdidas totales	133,8283	520,7047

Nombre de la red: ALIM-0722

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	43,7218	199,736
Pérdidas en los cables	0,9916	4,5299
Pérdidas en los transformadores	51,423	234,9178
Pérdidas totales	96,1364	439,1837

Nombre de la red: ALIM-0921

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	32,9376	101,1484
Pérdidas en los cables	0	0
Pérdidas en los transformadores	35,9831	110,5006
Pérdidas totales	68,9207	211,649

Nombre de la red: ALIM-1222

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	185,414	587,4259
Pérdidas en los cables	0	0
Pérdidas en los transformadores	46,5373	147,4389
Pérdidas totales	231,9513	734,8648

Nombre de la red: ALIM-1421

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	120,9682	470,6681
Pérdidas en los cables	0,0249	0,0971
Pérdidas en los transformadores	54,3168	211,3381
Pérdidas totales	175,31	682,1033

Nombre de la red: ALIM-0525

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	60,2406	184,9933
Pérdidas en los cables	0,873	2,6808
Pérdidas en los transformadores	42,2711	129,8107
Pérdidas totales	103,3848	317,4848

Nombre de la red: ALIM-0721

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	7,9546	18,6637
Pérdidas en los cables	0,1879	0,4409
Pérdidas en los transformadores	30,8305	72,337
Pérdidas totales	38,9731	91,4417

Nombre de la red: ALIM-0723

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	31,9491	134,9174
Pérdidas en los cables	0,4693	1,9816
Pérdidas en los transformadores	33,9535	143,3819
Pérdidas totales	66,3718	280,2809

Nombre de la red: ALIM-1221

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	4,8603	17,362
Pérdidas en los cables	0,0104	0,0373
Pérdidas en los transformadores	42,8706	153,1423
Pérdidas totales	47,7414	170,5416

Nombre de la red: ALIM-1223

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	0,0118	0,103
Pérdidas en los cables	0	0
Pérdidas en los transformadores	2,044	17,9059
Pérdidas totales	2,0558	18,0089

Nombre de la red: ALIM-1422

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	44,8153	116,8265
Pérdidas en los cables	0,0453	0,118
Pérdidas en los transformadores	30,4275	79,3198
Pérdidas totales	75,2881	196,2643

**Nombre de la red: ALIM-1423**

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	31,3243	99,2411
Pérdidas en los cables	0	0
Pérdidas en los transformadores	27,8126	88,1155
Pérdidas totales	59,1369	187,3566

Nombre de la red: ALIM-1522

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	16,5536	62,6246
Pérdidas en los cables	0,0001	0,0004
Pérdidas en los transformadores	39,9104	150,9865
Pérdidas totales	56,4641	213,6115

Nombre de la red: ALIM-1821

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	16,1832	37,9704
Pérdidas en los cables	0,1612	0,3783
Pérdidas en los transformadores	25,7593	60,4384
Pérdidas totales	42,1037	98,7871

Nombre de la red: ALIM-1823

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	113,7832	360,4863
Pérdidas en los cables	0,3267	1,0351
Pérdidas en los transformadores	28,8599	91,4336
Pérdidas totales	142,9698	452,9549

Nombre de la red: ALIM-1521

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	109,2534	284,8066
Pérdidas en los cables	0,0916	0,2387
Pérdidas en los transformadores	53,6227	139,786
Pérdidas totales	162,9676	424,8313

Nombre de la red: ALIM-1523

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	99,7383	335,8401
Pérdidas en los cables	0,0001	0,0004
Pérdidas en los transformadores	51,7739	174,3338
Pérdidas totales	151,5123	510,1742

Nombre de la red: ALIM-1822

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	12,6745	29,738
Pérdidas en los cables	0,1867	0,4381
Pérdidas en los transformadores	22,8772	53,6763
Pérdidas totales	35,7385	83,8524

Nombre de la red: ALIM-1824

Pérdidas del sistema	kW	MW-h/año
Pérdidas en las líneas	3,8518	12,5836
Pérdidas en los cables	0	0,0001
Pérdidas en los transformadores	28,1446	91,9472
Pérdidas totales	31,9964	104,5309



Anexo IV

Caída de voltaje en alimentadores



Caída de Voltaje en Alimentadores Primarios de la CENTROSUR

	ENERO				FEBRERO				MARZO			
	Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.		
		A	B	C		A	B	C		A	B	C
		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)
S/E 01	6370		6526		6468		6526		6407		6526	
0101	6370	0.99	0.99	0.99	6444	1.01	0.99	1.00	6514	0.99	0.99	0.99
0102	6568	1.71	1.71	1.71	6444	1.40	1.34	1.33	6416	1.35	1.29	1.28
0103	6410	0.69	0.69	0.69	6468	0.67	0.67	0.67	6473	0.68	0.68	0.68
0104	6343	2.44	2.44	2.44	6508	2.57	2.53	2.55	6530	2.46	2.44	2.43
S/E 02	6144				6146				6143			
0201	6390	0.84	0.84	0.84	6073	0.87	0.83	0.82	6148	0.88	0.84	0.83
0202	6135	0.70	0.70	0.70	6146	0.68	0.68	0.68	6115	0.67	0.67	0.67
0203	6172	0.66	0.66	0.66	6146	0.66	0.66	0.66	6221	0.63	0.63	0.63
0204	6155	1.41	1.41	1.41	6112	1.33	1.32	1.32	6143	1.43	1.43	1.43
0205	6183	0.82	0.82	0.82	6103	0.73	0.78	0.70	6125	0.78	0.83	0.74
S/E 03	21405				21687				21461			
0321	21405	5.33	4.22	4.17	21687	5.91	2.98	4.38	21461	6.12	3.14	4.51
0322	21624	0.48	0.48	0.48	21786	0.63	0.32	0.46	21772	0.67	0.35	0.49
0323	21405	3.25	3.25	3.59	21687	2.92	2.36	4.92	21649	2.68	2.33	4.98
0324	22060	0.35	0.35	0.35	21449	0.34	0.35	0.33	21687	0.35	0.35	0.34
0325	21612	0.67	0.67	0.67	21687	0.68	0.65	0.63	21442	0.71	0.67	0.66
S/E 04	22138				21974				21951			
0421	22105	0.28	0.28	0.28	22668	0.29	0.30	0.29	21761	0.29	0.29	0.29
0422	21949	0.68	0.68	0.68	22205	0.62	0.63	0.63	22030	0.62	0.64	0.63
0423	22192	1.35	1.34	1.34	22486	1.52	1.19	1.39	22593	1.56	1.26	1.39
0424	22068	0.56	0.56	0.56	22417	0.54	0.57	0.51	22811	0.53	0.56	0.50
0425	21777	0.61	0.61	0.61	22462	0.59	0.59	0.59	22593	0.58	0.58	0.58
0426	22080	0.47	0.47	0.47	22449	0.57	0.57	0.57	22186	0.56	0.56	0.56
S/E 05	21324				21893				21786			
0521	22243	6.71	6.20	7.32	21774	7.81	3.82	10.47	21867	7.69	3.76	10.29
0522	22243	0.85	0.85	0.85	21749	0.84	0.98	0.69	21786	0.87	1.02	0.72
0523	21324	5.97	4.04	4.04	21906	18.73	4.23	4.48	21786	18.76	3.60	4.14
0524	21505	1.10	1.10	1.10	22024	1.11	1.27	1.13	21786	1.11	1.28	1.13
0525	22243	4.05	3.50	5.79	21937	1.21	3.37	9.44	21799	1.19	3.27	9.18
0526	21649	1.33	1.32	1.32	22008	1.73	1.65	1.24	21761	1.79	1.98	1.18
S/E 07	21362				21900				21800			
0721	21236	1.51	1.53	1.51	21900	1.32	1.69	1.59	21800	1.28	1.64	1.54
0722	22186	1.21	1.21	1.23	21800	1.31	1.14	1.57	21800	1.30	1.14	1.54
0723	21468	2.45	2.42	2.64	21712	3.56	0.65	3.96	22200	3.52	0.65	3.89
S/E 09	22251				22223				22313			
0921	22251	2.36	2.43	2.33	22223	2.14	2.64	2.95	22313	2.14	2.64	2.94
S/E 12	22000				22000				22000			
1221	21990	0.44	0.53	0.53	22207	0.43	0.77	0.64	22493	0.46	0.82	0.68
1222	22512	9.00	8.94	9.11	22238	12.37	6.52	11.98	22133	11.35	6.15	11.21



UNIVERSIDAD DE CUENCA

S/E 14	21160				21295				21690			
1421	21290	7.42	7.88	7.73	21295	5.91	14.94	5.12	21390	5.11	12.63	4.45
1422	21160	4.34	4.34	4.40	21295	6.17	5.30	3.28	21390	6.34	5.55	3.39
1423	20850	1.97	3.02	2.13	21295	3.69	4.50	1.35	21690	3.60	4.39	1.31
S/E 15	21824				21874				21806			
1521	21918	5.54	6.80	5.42	21874	8.56	7.93	2.20	22149	8.21	7.64	2.13
1522	21824	1.44	1.45	1.40	21799	2.10	1.02	1.38	21649	2.15	1.04	1.41
1523	22020	5.20	5.10	5.11	21618	5.49	4.70	4.77	21912	5.23	4.47	4.53
S/E 18	22170				22270				22190			
1821	21960	1.06	1.73	1.21	22270	0.88	2.78	0.67	22260	0.87	2.71	0.66
1822	22180	1.48	1.20	1.27	22040	1.48	1.20	1.13	22120	1.53	1.10	1.03
1823	22280	5.21	7.22	5.49	22170	5.78	10.75	3.08	22490	5.43	10.17	3.12
1824	22170	1.26	1.01	0.97	22470	1.72	0.91	0.68	22170	1.83	0.97	0.73

	ABRIL				MAYO				JUNIO			
	Vnom.	Caída de Tensión Acum.			Vnom.	Caída de Tensión Acum.			Vnom.	Caída de Tensión Acum.		
		A	B	C		A	B	C		A	B	C
		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)
S/E 01	6442		6526		6511		6526		6360		6526	
0101	6442	1.00	0.98	0.99	6558	1.02	1.00	1.01	6451	0.98	0.98	0.98
0102	6437	1.41	1.35	1.34	6519	1.42	1.36	1.35	6275	1.35	1.29	1.28
0103	6442	0.69	0.69	0.69	6447	0.71	0.71	0.71	6351	0.67	0.67	0.67
0104	6530	2.46	2.42	2.44	6476	2.52	2.47	2.49	6339	2.42	2.38	2.40
S/E 02	6105				6159				6148			
0201	6148	0.88	0.84	0.83	6182	0.91	0.87	0.86	6122	0.89	0.85	0.84
0202	6105	0.68	0.68	0.68	6159	0.68	0.68	0.68	6097	0.69	0.69	0.69
0203	6163	0.65	0.65	0.65	6159	0.66	0.66	0.66	6108	0.67	0.67	0.67
0204	6143	1.43	1.43	1.43	6144	1.45	1.44	1.44	6148	1.24	1.24	1.24
0205	6107	0.81	0.87	0.77	6149	0.81	0.87	0.77	6148	0.84	0.90	0.80
S/E 03	21461				21649				21430			
0321	21699	6.36	3.27	4.69	21468	6.68	3.44	4.87	21757	7.04	3.75	5.10
0322	21455	0.69	0.35	0.51	21436	0.69	0.35	0.51	21518	0.69	0.35	0.51
0323	21649	2.66	2.33	4.98	21961	2.39	2.09	4.46	21749	2.42	2.11	4.49
0324	21687	0.35	0.35	0.34	21767	0.35	0.36	0.34	21518	0.34	0.35	0.33
0325	21387	0.71	0.67	0.65	21649	0.69	0.65	0.61	21518	0.69	0.65	0.61
S/E 04	21951				21867				21920			
0421	21761	0.27	0.28	0.27	22199	0.27	0.28	0.27	21812	0.26	0.27	0.26
0422	21824	1.07	1.08	1.08	22199	1.17	1.17	1.18	22228	0.54	0.55	0.54
0423	22593	1.55	1.26	1.39	22624	1.51	1.24	1.38	22730	1.51	1.25	1.37
0424	22255	0.57	0.60	0.54	22368	0.54	0.57	0.51	21886	0.54	0.56	0.51
0425	22593	0.58	0.58	0.58	23167	0.55	0.55	0.55	22449	0.54	0.54	0.54
0426	22186	1.82	1.82	1.82	21906	3.78	3.78	3.78	22161	0.60	0.60	0.60
S/E 05	21786				21761				22118			
0521	21786	7.60	3.75	10.15	21761	7.98	3.59	10.20	22118	8.13	3.16	9.92



UNIVERSIDAD DE CUENCA

0522	21786	0.81	0.95	0.66	22032	0.82	0.97	0.68	22043	0.80	0.94	0.66
0523	21786	19.24	3.56	4.16	21955	18.43	3.43	4.12	21462	18.80	3.52	4.01
0524	21943	1.06	1.25	1.09	21906	1.04	1.23	1.05	22005	1.02	1.20	1.04
0525	21799	1.19	3.27	9.18	21968	1.22	3.30	9.44	21411	1.15	3.22	9.00
0526	21943	1.78	1.96	1.17	21968	1.79	1.98	1.17	21355	1.79	1.98	1.17
S/E 07	21900				21568				21336			
0721	21574	1.30	1.65	1.55	21405	1.28	1.62	1.54	21336	1.28	1.62	1.54
0722	21900	1.29	1.13	1.54	22231	1.36	1.21	1.59	21849	1.33	1.20	1.58
0723	21799	3.58	0.66	3.96	21730	3.57	0.65	3.96	21430	3.46	0.62	3.85
S/E 09	22201				22247				22000			
0921	22201	2.19	2.61	2.99	22247	1.92	2.37	2.65	22000	1.94	2.38	2.60
S/E 12	0				0				0			
1221	22269	0.36	0.92	0.51	22245	0.36	0.92	0.51	21891	0.44	1.01	0.57
1222	22133	11.30	6.15	11.25	21996	9.98	5.48	10.09	21859	10.54	5.66	10.32
S/E 14	21760				21460				21240			
1421	21760	5.01	12.29	4.35	21460	4.97	12.20	4.31	21310	4.67	11.04	3.84
1422	21230	5.50	4.77	2.90	21450	5.73	5.01	3.04	21240	5.52	4.73	2.90
1423	21760	3.01	4.33	1.79	21755	3.07	4.39	1.80	21240	3.13	4.33	1.80
S/E 15	21806				21955				21490			
1521	22149	8.22	7.61	2.13	22050	8.12	7.32	2.12	21961	8.29	7.37	2.13
1522	21806	2.09	1.01	1.37	21955	2.62	2.49	2.42	21693	1.93	0.96	1.49
1523	21806	5.25	4.43	4.55	21755	7.75	6.20	6.58	21490	5.24	4.39	4.50
S/E 18	22210				22300				22080			
1821	22270	0.83	2.60	0.64	22310	0.83	2.60	0.64	21620	0.83	2.61	0.64
1822	22310	1.96	1.39	1.32	22320	1.76	1.24	1.18	21840	2.05	1.41	1.40
1823	22310	4.62	9.81	2.65	22260	4.45	8.77	2.27	21950	4.53	8.00	2.31
1824	22010	1.68	0.89	0.66	22530	1.65	0.87	0.65	22120	1.60	0.85	0.64

	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	Vnom.	Caída de Tensión Acum.			Vnom.	Caída de Tensión Acum.			Vnom.	Caída de Tensión Acum.		
		A	B	C		A	B	C		A	B	C
V	DV (%)	DV (%)	DV (%)	V	DV (%)	DV (%)	DV (%)	V	DV (%)	DV (%)	DV (%)	
S/E 01	6493				6492				6363			
0101	6493	0,96	0,96	0,96	6492	0,92	0,92	1,02	6373	0,95	0,93	0,94
0102	6360	1,36	1,30	1,29	6362	1,39	1,33	1,24	6249	1,39	1,33	1,32
0103	6493	0,66	0,66	0,66	6492	0,64	0,64	0,71	6334	0,64	0,64	0,64
0104	6445	2,44	2,40	2,42	6579	2,35	2,33	2,71	6338	2,35	2,31	2,33
S/E 02	6121				6148				6094			
0201	6191	0,85	0,81	0,80	6176	0,79	0,75	0,86	6094	0,86	0,81	0,80
0202	6159	0,67	0,67	0,67	6185	0,66	0,66	0,58	6074	0,68	0,68	0,68
0203	6163	0,64	0,64	0,64	6197	0,62	0,62	0,64	6122	0,63	0,63	0,63
0204	6037	1,26	1,26	1,26	6180	1,23	1,23	1,99	6018	1,20	1,20	1,20
0205	6121	0,76	0,82	0,73	6162	0,70	0,75	0,77	6091	0,77	0,82	0,73



UNIVERSIDAD DE CUENCA

S/E 03	21442				21767				21311			
0321	21757	6,54	3,49	4,75	21780	3,07	7,70	1,86	21518	3,15	7,49	3,97
0322	21786	0,67	0,33	0,49	21767	0,72	0,37	0,60	21595	0,68	0,35	0,50
0323	21718	2,37	2,08	4,40	21649	2,33	2,12	3,20	21324	2,60	2,40	5,07
0324	21693	0,33	0,34	0,32	21687	0,38	0,38	0,35	21311	0,44	0,44	0,42
0325	21649	0,70	0,65	0,62	21767	0,66	0,63	0,62	21436	0,71	0,63	0,61
S/E 04	21949				22318				21774			
0421	22051	0,27	0,28	0,27	21730	0,27	0,28	0,58	21624	0,29	0,29	0,29
0422	21799	0,53	0,54	0,53	21730	0,45	0,46	0,49	21793	0,46	0,47	0,47
0423	22505	1,48	1,23	1,34	22486	1,47	2,05	1,25	22374	1,68	1,27	1,43
0424	21568	0,59	0,62	0,56	22180	0,56	0,59	0,55	21336	0,59	0,62	0,56
0425	22224	0,54	0,54	0,54	22337	0,53	0,53	0,50	21980	0,57	0,57	0,57
0426	21849	0,62	0,62	0,62	21724	0,62	0,62	0,47	21590	0,61	0,61	0,61
S/E 05	22024				22280				21806			
0521	21899	8,38	3,24	10,12	21912	7,99	2,96	5,36	21455	8,57	3,13	10,72
0522	22043	0,78	0,92	0,64	22055	0,75	0,89	0,70	21743	0,82	0,96	0,67
0523	21886	20,34	3,74	4,10	22280	19,70	3,81	2,53	21624	20,29	3,90	4,27
0524	22024	1,01	1,19	1,03	22018	1,04	1,16	1,19	21624	1,10	1,22	1,12
0525	21899	1,16	3,26	9,00	22018	1,19	3,22	2,74	21436	1,23	3,41	9,85
0526	21761	1,79	1,99	1,17	22280	1,74	1,93	1,33	21806	1,78	1,96	1,16
S/E 07	21493				21655				21324			
0721	21493	1,26	1,59	1,51	21593	1,29	1,62	2,14	21017	1,30	1,67	1,57
0722	21755	1,34	1,21	1,59	21961	1,36	1,22	1,59	21799	1,33	1,19	1,57
0723	21649	3,41	0,61	3,80	21499	3,48	0,62	3,13	21399	3,52	0,63	3,99
S/E 09	22000				22000				22000			
0921	22000	2,00	2,47	2,68	22000	1,97	2,37	2,54	22000	1,89	2,37	2,66
S/E 12	0				22220				21847			
1221	22257	0,39	0,92	0,52	22108	0,36	0,91	0,48	21946	0,39	0,96	0,51
1222	22152	10,55	5,69	10,19	22419	10,85	5,40	10,04	21847	11,10	5,70	9,95
S/E 14	21330				21405				21400			
1421	21330	5,28	13,12	4,61	21405	6,70	13,43	5,48	21405	6,49	13,06	5,33
1422	21700	5,92	5,20	3,15	21352	5,98	4,98	3,10	21352	5,64	4,71	2,91
1423	21500	3,09	4,26	1,78	21441	3,37	4,89	1,96	21441	3,22	4,73	1,86
S/E 15	22399				21861				21949			
1521	22399	7,81	6,79	2,01	21912	9,18	7,12	2,28	21906	8,33	6,68	2,31
1522	21861	1,84	0,91	1,42	21918	1,77	0,87	1,36	21461	1,80	0,89	1,40
1523	22399	4,76	3,99	4,09	21861	5,40	4,51	4,64	21949	6,10	4,98	5,12
S/E 18	21900				22160				22179			
1821	22050	0,83	2,61	0,64	22106	0,87	2,66	0,65	22106	0,81	2,61	0,66
1822	22210	1,78	1,23	1,20	22146	1,78	1,21	1,21	22146	1,74	1,21	1,20
1823	22210	4,42	7,13	1,91	22239	4,63	10,13	2,88	22239	4,67	9,39	2,71
1824	22100	1,71	0,90	0,69	22224	1,67	0,87	0,66	22224	1,66	0,88	0,67



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.		
		A	B	C		A	B	C
		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)
S/E 01	6472				6285			
0101	6348	1.02	1.00	1.01	6270	1.14	1.12	1.13
0102	6275	1.33	1.27	1.26	6255	1.29	1.24	1.23
0103	6369	0.67	0.67	0.67	6380	0.64	0.64	0.64
0104	6573	2.37	2.32	2.35	6413	2.87	2.85	2.85
S/E 02	6084				6090			
0201	6097	0.88	0.83	0.82	6130	0.87	0.83	0.82
0202	6003	0.69	0.69	0.69	6064	0.61	0.61	0.61
0203	6125	0.56	0.56	0.56	6048	0.61	0.61	0.61
0204	6089	1.36	1.35	1.35	6118	2.01	1.94	1.96
0205	6012	0.80	0.86	0.76	6200	0.82	0.88	0.79
S/E 03	21418				21349			
0321	21249	3.03	7.26	3.63	21430	3.19	7.80	3.95
0322	21268	0.72	0.41	0.64	21636	0.80	0.43	0.68
0323	21211	2.63	2.43	5.14	21680	2.61	2.40	5.08
0324	21399	0.35	0.35	0.34	21674	0.37	0.37	0.35
0325	21211	0.71	0.64	0.61	21674	0.76	0.68	0.65
S/E 04	21561				22159			
0421	21761	0.28	0.29	0.28	21449	0.55	0.57	0.54
0422	21324	0.47	0.48	0.48	21649	0.71	0.61	0.63
0423	21899	1.75	1.32	1.49	21918	2.01	1.67	1.69
0424	22118	0.53	0.55	0.50	21927	0.61	0.65	0.58
0425	22211	0.57	0.57	0.57	22168	0.55	0.55	0.55
0426	22362	0.55	0.55	0.55	21499	0.47	0.47	0.47
S/E 05	21974				21786			
0521	21974	7.57	4.23	10.03	22074	7.83	4.39	10.30
0522	21455	0.78	0.91	0.63	21849	0.97	1.15	0.81
0523	21974	16.79	4.25	4.28	21980	16.82	4.12	4.57
0524	21899	1.08	1.20	1.10	21878	1.13	1.39	1.15
0525	21705	1.36	3.68	10.94	21952	1.45	3.79	11.61
0526	21455	1.83	2.06	1.26	21796	2.02	2.31	1.42
S/E 07	21468				21293			
0721	21062	1.39	1.74	1.65	21361	1.57	1.91	1.84
0722	21049	1.42	1.27	1.67	21293	1.50	1.48	1.81
0723	21068	3.76	0.66	4.18	21211	3.31	0.58	3.72
S/E 09	22000				22000			
0921	22000	1.89	2.38	2.61	22000	2.23	2.75	3.06
S/E 12	21984				21940			
1221	22232	0.41	0.99	0.53	21940	0.44	1.02	0.55
1222	21716	10.23	5.26	9.32	21480	10.92	6.10	9.67
S/E 14	21400				21400			



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1421	21405	7.25	15.06	6.11	21405	8.03	13.59	6.67
1422	21352	5.47	4.48	2.80	21352	5.55	4.28	2.83
1423	21441	2.96	4.51	2.29	21441	3.92	4.93	1.98
S/E 15	21687				21380			
1521	21687	8.45	6.76	2.42	21380	10.03	8.58	2.83
1522	21687	2.08	1.06	1.58	21749	2.23	1.14	1.70
1523	21687	5.85	4.76	4.95	21380	5.53	4.51	4.69
S/E 18	22179				22179			
1821	22106	0.81	1.90	0.29	22106	0.80	1.79	0.25
1822	22146	1.72	1.15	1.16	22146	1.65	1.09	1.11
1823	22239	4.56	7.23	1.53	22239	4.40	6.57	2.33
1824	22224	1.61	0.85	0.64	22224	1.60	0.91	0.89

ALIM	ENERO				FEBRERO				MARZO			
	Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.		
		A	B	C		A	B	C		A	B	C
		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)
2111	13820	4.61	4.61	4.61	13920	3.39	2.86	3.38	13860	3.47	2.95	3.51
2112	13790	8.14	8.11	9.39	13857	5.89	3.81	14.43	13890	5.66	3.68	13.84
2113	13870	9.46	7.99	9.21	13940	9.96	5.18	9.43	13850	9.92	5.18	9.45
2211	13960	4.94	4.93	4.92	13563	4.74	6.02	3.52	13650	4.92	6.27	3.67
2212	13560	0.68	1.27	1.65	13607	0.45	1.51	2.06	13730	0.46	1.58	2.16
2311	13800	3.67	1.07	2.11	13800	3.49	0.41	2.92	13800	3.68	0.42	3.07
2312	13800	2.21	1.65	2.27	13800	3.15	0.90	2.34	13800	3.18	0.91	2.35

ALIM	ABRIL				MAYO				JUNIO			
	Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.		
		A	B	C		A	B	C		A	B	C
		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)
2111	13910	3.51	2.91	3.49	13840	3.89	3.20	3.81	13793	3.79	3.14	3.76
2112	13900	5.69	3.69	13.90	13920	5.62	3.64	13.70	13810	5.64	3.66	13.77
2113	13900	10.52	4.90	9.31	13900	10.42	4.84	9.17	13817	10.55	4.96	9.37
2211	13650	5.11	6.54	3.81	13640	5.19	6.68	3.89	13600	4.85	6.19	3.61
2212	13650	0.46	1.57	2.15	13550	0.48	1.63	2.25	13520	0.47	1.61	2.19
2311	13590	3.50	0.41	2.93	13800	3.53	0.42	2.96	13800	3.70	0.43	3.09
2312	13590	3.19	0.89	2.33	13800	3.18	0.89	2.33	13800	3.40	0.95	2.43

ALIM	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.		
		A	B	C		A	B	C		A	B	C
		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)
2111	13840	3.47	2.87	3.44	13820	3.46	2.87	3.44	13760	3.73	3.15	3.72
2112	13820	5.54	3.59	13.48	13870	5.48	3.57	13.56	13770	6.02	3.77	14.37
2113	13890	10.43	4.91	9.27	13880	10.39	4.93	9.27	13890	13.11	5.20	7.84
2211	13630	4.70	6.00	3.50	13680	4.70	6.03	3.47	13530	4.73	6.16	3.67
2212	13580	0.50	1.71	2.33	13620	0.49	1.64	2.35	13530	0.47	1.56	2.22
2311	13800	3.53	0.41	2.95	13800	3.53	0.41	2.95	13800	3.58	0.41	2.99
2312	13800	3.25	0.91	2.32	13800	3.25	0.91	2.32	13800	3.29	0.92	2.35



ALIM	OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	Vnom. V	Caída de Tensión Acum.			Vnom. V	Caída de Tensión Acum.		
		A	B	C		A	B	C
		DV (%)	DV (%)	DV (%)		DV (%)	DV (%)	DV (%)
2111	13820	3.63	3.07	3.63	13700	4.34	3.60	4.28
2112	13850	5.84	3.77	14.18	13830	7.46	4.60	18.33
2113	13830	13.69	5.09	7.78	13700	14.86	5.70	8.21
2211	13630	5.09	6.69	3.99	13500	5.22	6.92	4.13
2212	13590	0.49	1.66	2.38	13500	0.63	2.12	3.09
2311	13800	3.25	0.37	2.71	13800	3.93	0.43	3.26
2312	13800	5.52	1.52	3.74	13800	3.67	1.01	2.50



Anexo V

Cálculo de la capacidad de corriente



Cálculo de la capacidad de corriente en un conductor.

Estados estable y transitorio.

Se puede realizar el procedimiento de cálculo ya sea en estado estable o transitorio, admitiendo las condiciones en las que se ha producido una falla mismas que provocan un gran incremento de calor, para esto se tienen las siguientes alternativas:

Para el Cálculo en estado estable se tiene que:

$$q_c + q_r = q_s + I^2 \cdot R(T_c)$$

y en consecuencia

$$I = \sqrt{\frac{q_c + q_r - q_s}{R(T_c)}}$$

Para el Cálculo en estado transitorio:

$$q_c + q_r + mC_p \frac{dT_c}{dt} = q_s + I^2 R(T_c)$$

$$\frac{dT_c}{dt} = \frac{1}{mC_p} [R(T_c)I^2 + q_s - q_c - q_r]$$

Para encontrar los parámetros necesarios en las ecuaciones anteriores se tiene:

- **Cálculo de las Pérdidas de Calor por Convección forzada**

Las ecuaciones utilizadas son:

$$q_{c1} = \left[101 + 0.371 \left(\frac{D\rho_f V_w}{\mu_f} \right)^{0.52} \right] k_f (T_c - T_a)$$

$$q_{c2} = 0.1695 \left(\frac{D\rho_f V_w}{\mu_f} \right)^{0.6} k_f (T_c - T_a)$$

Cuando se tienen vientos bajos es mejor utilizar q_{c1} sin embargo a grandes velocidades los resultados son demasiado bajos, en estos casos cuando existen vientos a grandes velocidades es mejor utilizar q_{c2} pero en cambio presenta el inconveniente de tener



resultados bajos a bajas velocidades del viento. Por este motivo el valor que debe ser utilizado es el que resultase mayor al calcular ambos.

Los términos encontrados anteriormente son multiplicados por un factor de dirección del viento denominado $K_{\text{ángulo}}$, donde ϕ es el ángulo entre la dirección del viento y el eje del conductor.

$$K_{\text{ángulo}} = 1.194 - \cos \phi + 0.194 \cos 2\phi + 0.368 \sin 2\phi$$

También se puede expresar el factor de dirección del viento puede ser expresado como una función del ángulo ω , entre la dirección del viento y una perpendicular al eje del conductor. Este ángulo ω es el complemento de ϕ , y el factor de dirección del viento es:

$$K_{\text{ángulo}} = 1.194 - \sin \omega - 0.194 \cos 2\omega + 0.368 \sin 2\omega$$

- **Convección Natural.**

Con velocidad del viento igual a cero las pérdidas de calor por convección naturales se pueden calcular por:

$$q_c = 0.283 \rho_f^{0.5} D^{0.75} (T_c - T_a)^{1.25} \quad [\text{W/ft}]$$

A pesar de que algunos métodos consideran que la suma vectorial entre la convección forzada y natural es el resultado que debería utilizarse como q_c en el cálculo de la corriente del conductor, se recomienda que solo el mayor valor sea el utilizado.

- **Pérdidas de Calor por Radiación.**

$$q_r = 0.138 D_s \cdot \left[\left(\frac{T_c + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_a + 273}{100} \right)^4 \right]$$

- **Ganancia de Calor Solar**

$$q_s = \alpha Q_s (\sin \theta) A'$$

Donde:

$$\theta = \cos^{-1}[(\cos H_c) \cos Z_c - Z_1]$$



- **Resistencia Eléctrica del Conductor.**

En este método se calcula la Resistencia del conductor en función de la temperatura, sin embargo los valores de resistencia ingresados pueden estar en función de la frecuencia y densidad de corriente. En este método se presentan datos de resistencia eléctrica para valores desde 25°C hasta 75°C para una frecuencia dada de 60Hz. Datos que son apropiados para el cálculo de la resistencia en estado estable y transitorio de conductores con temperaturas de hasta 175°C y puede ser utilizado para el cálculo aproximado de fallas donde el conductor llega cerca del punto de fusión del material.

$$R(T_c) = R(T_{LOW}) + \left[\frac{R(T_{High}) - R(T_{LOW})}{T_{High} - T_{LOW}} \right] (T_c - T_{LOW})$$

- **Capacidad Calorífica del Conductor.**

El producto del calor específico y masa por unidad de longitud definen la capacidad calorífica del conductor, si el conductor consta de más de un material (ACSR que tiene aluminio y acero) se definen las hebras externas y el núcleo cada una de esa forma.

Para cálculos de la clasificación térmica transitoria con duraciones de 5 a 30 minutos, la temperatura de los componentes del conductor se mantiene aproximadamente igual después del aumento gradual de la corriente, y la capacidad calorífica del conductor puede ser tomado como la suma de las capacidades caloríficas de los componentes esto se expresa a continuación:

$$mC_p = \sum m_i \cdot C_{pi}$$



3.4.1.4.1 Ejemplo de Cálculo de la Capacidad de Corriente en un Conductor.

Ejemplo tomado de la norma IEEE Standard for calculating the current-temperature relationship of bare overhead conductors (Norma 738-1993).

Encuentre la capacidad de corriente del conductor 795 kcmil 26/7 ACSR con las siguientes condiciones:

- a) Velocidad del viento, V , es 2 ft/s.
- b) Emisividad ϵ es 0.5.
- c) Absorción Solar, α , es 0.5.
- d) Temperatura ambiente, T_a , es 40 °C.
- e) Temperatura máxima del conductor 100 °C.
- f) Diámetro externo del Conductor, D es 1.108 in.
- g) Resistencia del conductor en ca, $R(T_c)$, es:
 $R(25\text{ °C}) = 2.220 \cdot 10^{-5} \Omega/\text{ft}$
 $R(75\text{ °C}) = 2.648 \cdot 10^{-5} \Omega/\text{ft}$
- h) el recorrido de la línea es en dirección de Este- Oeste.
- i) Latitud es 30°N.
- j) El clima es despejado.
- k) Altitud solar, H_c , entre las 10:00 am and 12:00 del mediodía.

Pérdida de calor por convección:

$$q_c = 0.283 \rho f^{0.5} D^{0.75} (T_c - T_a)^{1.25} \text{ W/ft}$$

Donde:

$$D = 1.108 \text{ in}$$

$$T_c = 100\text{ °C}$$

$$T_a = 40\text{ °C} \quad T_{film} = \frac{100 + 40}{2} = 70\text{ °C}$$

$\rho f = 0.0643 \text{ lb/ft}^3$ (at 70 °C). Ver en la Tabla 1 (a).



Temperatura			Viscosidad Absoluta (lb/ftáhr) m μr	Densidad del aire ρr (lb/ft ²)				Ductividad térmica del aire (W/ft, °C) kf
T film				Nivel del mar	5 000 ft	10 000 ft	15 000 ft	
°F	°C	°K						
32	0	273	0.0415	0.0807	0.0671	0.0554	0.0455	0.00739
41	5	278	0.0421	0.0793	0.066	0.0545	0.0447	0.0075
50	10	283	0.0427	0.0779	0.0648	0.0535	0.0439	0.00762
59	15	288	0.0433	0.0765	0.0636	0.0526	0.0431	0.00773
68	20	293	0.0439	0.0752	0.0626	0.0517	0.0424	0.00784
77	25	298	0.0444	0.074	0.0616	0.0508	0.0417	0.00795
86	30	303	0.045	0.0728	0.0606	0.05	0.0411	0.00807
95	35	308	0.0456	0.0716	0.0596	0.0492	0.0404	0.00818
104	40	313	0.0461	0.0704	0.0586	0.0484	0.0397	0.0083
113	45	318	0.0467	0.0693	0.0577	0.0476	0.0391	0.00841
122	50	323	0.0473	0.0683	0.0568	0.0469	0.0385	0.00852
131	55	328	0.0478	0.0672	0.0559	0.0462	0.0379	0.00864
140	60	333	0.0484	0.0661	0.055	0.0454	0.0373	0.00875
149	65	338	0.0489	0.0652	0.0542	0.0448	0.0367	0.00886
158	70	343	0.0494	0.0643	0.0535	0.0442	0.0363	0.00898
167	75	348	0.05	0.0634	0.0527	0.0436	0.0358	0.00909
176	80	353	0.0505	0.0627	0.0522	0.0431	0.0354	0.00921
185	85	358	0.051	0.0616	0.0513	0.0423	0.0347	0.00932
194	90	363	0.0515	0.0608	0.0506	0.0418	0.0343	0.00943
203	95	368	0.0521	0.0599	0.0498	0.0412	0.0338	0.00952
212	100	373	0.0526	0.0591	0.0492	0.0406	0.0333	0.00966

Tabla 1 (a)

$$q_c = 0.283 (0.0643)^{0.5} (1.108)^{0.75} (100-40)^{1.25}$$

$$q_c = 0.283 (0.2536) (1.0799) (166.989)$$

$$q_c = 12.9 \text{ W/ft}$$

Como la velocidad del viento es mayor que 0 ft s, la pérdida de calor por convección forzada para viento perpendicular se calcula según las dos ecuaciones siguientes que



están corregidas por la dirección del viento. Q_{c1} representa la ecuación por convección forzada y q_{c1} representa la ecuación por convección natural

$$q_{c1} = \left[101 + 0.371 \left(\frac{D\rho_f V_w}{\mu_f} \right)^{0.52} \right] k_f (T_c - T_a)$$

$$q_{c2} = 0.1695 \left(\frac{D\rho_f V_w}{\mu_f} \right)^{0.6} k_f (T_c - T_a)$$

Donde:

$$D = 1.108 \text{ in}$$

$$V_w = (2 \text{ ft/s}) \times 3600 \text{ (s/h)}$$

$$T_c = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{film} = \frac{T_c - T_a}{2} = \frac{100 + 40}{2} = 70^\circ\text{C}$$

$$\mu_f = 0.0494 \text{ lb/h (ft)} \quad \text{De la tabla 1(a) a } 70^\circ\text{C}$$

$$\rho_f = 0.0643 \text{ lb/ft}^3 \quad \text{De la tabla 1(a) a } 70^\circ\text{C}$$

$$k_f = 0.00898 \text{ W/ft (}^\circ\text{C)} \quad \text{De la tabla 1(a) a } 70^\circ\text{C}$$

$$q_{c1} = \left[101 + 0.371 \left(\frac{1.108 \times 0.0643 \times 7200}{0.0494} \right)^{0.52} \right] 0.00898 (100 - 40) = 25.052 \text{ W/ft}$$

$$q_{c2} = 0.1695 \left(\frac{1.108 \times 0.0643 \times 7200}{0.0494} \right)^{0.6} 0.00898 (100 - 40) = 23.464 \text{ W/ft}$$

De donde:

$$q_c = 25.052 \text{ W/ft}$$

Pérdida de calor por radiación:



$$q_r = 0.138D\epsilon \left[\left(\frac{T_c + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_a + 273}{100} \right)^4 \right]$$

Donde

D= 1.108 in

ϵ= 0.5

T_c= 100°C

T_a= 40°C

$$q_r = 0.138 \times 1.108 \times 0.5 \left[\left(\frac{100 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{40 + 273}{100} \right)^4 \right] = 7.461 \text{ w/ft}$$

Ganancia de calor solar:

$$q_s = \alpha Q_s (\sin\theta) A'$$

$$\theta = \cos^{-1}[(\cos H_c) \cos(Z_c - Z_l)]$$

Donde:

α= 0.5

A_c=D/12 = 1.108/12 = 0.092ft²/ft

De la tabla 2(a) a 30°C de latitud norte tenemos:

Latitud	Local sun time					
	10:00 AM		Noon		2:00 PM	
	H _c	Z _c	H _c	Z _c	H _c	Z _c
20	62	78	87	0	62	282
25	62	88	88	180	62	272
30	62	98	83	180	62	262
35	61	107	78	180	61	253
40	60	115	73	180	60	245
45	57	122	68	180	57	238
50	54	128	63	180	54	232
60	47	137	53	180	47	223



70	40	143	43	180	40	217
----	----	-----	----	-----	----	-----

Tabla 2 (a)

H_c at 10:00 am= 62°

H_c at 12:00 medio día= 83°

H_c at 11:00 am= $\frac{83+62}{2} = 62^\circ$

Z_c at 10:00 am= 98°

Z_c at 12:00 medio día= 180°

Z_c at 11:00 am= $\frac{98+180}{2} = 139^\circ$

Ahora bien observando la tabla 3(a) $H_c=72.5^\circ$ para una atmosfera despejada

Mediante interpolación tenemos:

$Q_s = 95.2 \text{ W/ft}^2$

$Z_i = 90^\circ$ o 270°

$\theta = \cos^{-1}[(\cos 72.5) \cos(139 - 90)] = 78.62^\circ$

$q_s = 0.5 \times 95.2 \times \sin(78.62) \times 0.092$

$q_s = 4.293 \text{ W/ft}$

Grados de Altitud Solar	(Q s W/ft2)	
	Atmosfera Limpia	Atmosfera Industrial
5	21.7	12.6
10	40.2	22.3
15	54.2	30.5
20	64.4	39.2
25	71.5	46.6
30	77	53
35	81.5	57.5
40	84.8	61.5
45	87.4	64.5
50	90	67.5
60	92.9	71.6
70	95	75.2
80	95.8	77.4



90	96.4	78.9
----	------	------

TABLA 3 (a)

Resistencia a 100°

$$R(100) = R(25) + \left[\frac{R(75) - R(25)}{75 - 25} \right] (100 - 25)$$

$$R(100) = 2.220 \times 10^{-5} + \left[\frac{2.648 \times 10^{-5} - 2.220 \times 10^{-5}}{50} \right] (75)$$

$$R(100) = 2.862 \times 10^{-5} \Omega/\text{ft}$$

Estado de equilibrio técnico

$$I = \sqrt{\frac{q_c + q_r - q_s}{R(100)}}$$

Dónde:

$$q_c = 25.052 \text{ W/ft}$$

$$q_r = 7.461 \text{ W/ft}$$

$$q_s = 4.293 \text{ W/ft}$$

$$R(100) = 2.862 \times 10^{-5} \Omega/\text{ft}$$

$$I = \sqrt{\frac{25.052 + 7.461 - 4.293}{2.862 \times 10^{-5}}} = 992 \text{ A}$$

Resultado Corriente I= 992 Amperios



Anexo VI

Características técnicas de aisladores



Aisladores Poliméricos Normalizados

Las siguientes características han sido tomadas de “Homologación de unidades de propiedad (UP)”, del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable

TIPO AISLADOR	NORMA	CLASE	CARGA MECANICA NOMINAL (kN)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kN)	TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kV)	DISTANCIA DE FUGA (mm)
Retención (Anclaje)	ANSI C29.13	Clase DS-15	44,5	-	15	355
	ANSI C29.13	Clase DS-28	44,5	-	25	560
	ANSI C29.13	Clase DS-35	44,5	-	35	740
	ANSI C29.13	Clase DS-46	44,5	-	35	900
Line Post (Pilar)	IEC 61952	12,5 - 15 – 355	-	12,5	15	355
	IEC 61952	12,5 - 25 – 560	-	12,5	25	560
	IEC 61952	12,5 - 35 – 740	-	12,5	35	740
Pin (Perno Rígido)	IEC 61109	13 - 15 – 300	-	13	15	300
	IEC 61109	13 - 25 – 350	-	13	25	350
	IEC 61109	13 - 25 – 550	-	13	25	550
	IEC 61109	13 - 36 – 530	-	13	36	530
	IEC 61109	13 - 36 – 700	-	13	36	700

Características Aisladores De Retención Poliméricos.

CARACTERISTICAS GENERALES				
NORMA DE ENSAYOS	ANSI C29.13	ANSI C29.13	ANSI C29.13	ANSI C29.13
CLASE (ANSI C29.13)	DS-15	DS-28	DS-35	DS-46
TIPO	Retención	Retención	Retención	Retención
MATERIAL	Polimérico	Polimérico	Polimérico	Polimérico
CARACTERISTICAS ELÉCTRICAS				
TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kV)	15	25	36	36
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. EN SECO (kV)	90	130	145	180
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. BAJO LLUVIA (kV)	65	100	130	145
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - POSITIVA (kV)	140	190	250	280
LOW FREQUENCY TEST VOLTAGE (RMS TO GROUND) (kV)	15	20	30	30
MAXIMUM RIV AT 1000 KHZ (µV)	10	10	10	10



CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS				
CARGA MECÁNICA NOMINAL (SML) (kN)	44,5	44,5	44,5	44,5
TORSIÓN (N-m)	47,5	47,5	47,5	47,5
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES ¹				
DISTANCIA DE FUGA (mm)	355	560	740	900
LARGO L (mm)	330±15	430±25	525±60	590±50

Características Aisladores Poliméricos Tipo Line Post (Pilar).

CARACTERÍSTICAS			
NORMA DE ENSAYOS	IEC 61952	IEC 61952	IEC 61952
DESIGNACIÓN	12,5 - 15 - 355	12,5 - 25 - 560	12,5 - 36 - 740
TIPO	Line Post	Line Post	Line Post
MATERIAL	Polimérico	Polimérico	Polimérico
PROTECCIÓN DE LÍNEA DE FUGA	Opcional ³	Opcional ³	Opcional ³
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kV)	15	25	36
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. EN SECO	70	100	125
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. BAJO	50	70	95
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - POSITIVA	120	160	200
LOW FREQUENCY TEST VOLTAGE (RMS TO	15	22	30
MAXIMUM RIV AT 1000 KHZ (µV)	100	100	200
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kN)	12,5	12,5	12,5
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES			
DISTANCIA DE FUGA (mm)	355	560	740
DISTANCIA DE ARCO (mm)	165	241	311
DIMENSIONES DE LA ROSCA	M20 x 2,5	M20 x 2,5	M20 x 2,5
PROFUNDIDAD MINIMA DE SUJECIÓN DEL	25	25	25



Características Aisladores Poliméricos Tipo Pin.

CARACTERISTICAS GENERALES					
NORMAS DE ENSAYOS	ANSI C29.5 IEC 61100	ANSI C29.6 IEC 61100	ANSI C29.6 IEC 61100	ANSI C29.6 IEC 61100	ANSI C29.6 IEC 61100
DESIGNACIÓN	13 - 15 – 300	13 - 25 - 350	13 - 25 - 550	13 - 36 – 530	13 - 36 – 700
TIPO	Pin	Pin	Pin	Pin	Pin
MATERIAL	Polimérico	Polimérico	Polimérico	Polimérico	Polimérico
TIPO DE AMARRE (CONVENCIONAL / GRAPA SUPERIOR)	Opcional ⁵				
CARACTERISTICAS ELÉCTRICAS					
TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kV)	15	25	25	36	36
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. EN SECO (kV)	70	85	95	110	125
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. BAJO LLUVIA	40	55	60	70	80
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - POSITIVA (kV)	140	125	150	200	200
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - NEGATIVA (kV)	100	160	190	230	265
TENSIÓN DE PERFORACIÓN EN ACEITE (kV)	180	200	220	220	250
LOW FREQUENCY TEST VOLTAGE (RMS TO GROUND)	10	10	15	30	30
MAXIMUM RIV AT 1000 KHZ (µV)	50	100	100	200	200
CARACTERISTICAS MECÀNICAS					
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kN)	13	13	13	13	13
CARACTERISTICAS DIMENSIONALES					
DISTANCIA DE FUGA (mm)	300	350	550	530	700
DISTANCIA DE ARCO (mm)	165	165	230	260	260
ALTURA MÍNIMA DEL PIN (mm)	152	152	152	203	203
DIAMETRO PARA EL PERNO (mm)	25,4	25,4	35	35	35

Aisladores De Porcelana O Vidrio Normalizados

TIPO AISLADOR	MATERIAL	NORMA	CLASE	TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kV)
Retención (Anclaje)	Porcelana o Vidrio	ANSI C29.2	Clase 52-1	-
		ANSI C29.2	Clase 52-4	-
Line Post (Pilar)	Porcelana	ANSI C29.7	Clase 57-1	15
		ANSI C29.7	Clase 57-2	25
		ANSI C29.7	Clase 57-3	35
Pin (Perno Rígido)	Porcelana	ANSI C29.5	Clase 55-3	15
		ANSI C29.5	Clase 55-4	15
		ANSI C29.5	P2-95-1(25) ⁶	15
		ANSI C29.5	Clase 55-5	25
		ANSI C29.5	P4-125-1(25) ⁷	25
		ANSI C29.6	Clase 56-1	25
		ANSI C29.6	Clase 56-3	36



Aislador De Porcelana Tipo Pin Clase 56-1.

CARACTERISTICAS GENERALES		
NORMA DE ENSAYOS	ANSI C29.6	
CLASE (ANSI C29.6)	56-1	
TIPO	Pin	
MATERIAL	Porcelana	
ESMALTE ANTI-RADIOINTERFERENCIA RF	Opcional ¹⁸	
CARACTERISTICAS ELÉCTRICAS		
TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kV)	25	
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. EN SECO	95	
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. BAJO	60	
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - POSITIVA	150	
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - NEGATIVA	190	
TENSIÓN DE PERFORACIÓN EN ACEITE (kV)	130	
LOW FREQUENCY TEST VOLTAGE (RMS TO	15	
MAXIMUM RIV AT 1000 KHZ (µV)	8000	100
CARACTERISTICAS MECÀNICAS		
RESISTENCIA ELECTROMECAÁNICA (kN)	11	
CARACTERISTICAS DIMENSIONALES (mm)		
DISTANCIA DE FUGA (mm)	330	
DISTANCIA DE ARCO (mm)	178	
ALTURA MÍNIMA DEL PIN (mm)	152	
CARACTERISTICAS GENERALES		
NORMA DE ENSAYOS	ANSI C29.2	
CLASE (ANSI C29.6)	52-3	
TIPO	Suspensión	
MATERIAL	Porcelana	
ESMALTE ANTI-RADIOINTERFERENCIA RF	Opcional ¹⁸	
CARACTERISTICAS ELÉCTRICAS		
TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kV)	25	
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. EN SECO	80	
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. BAJO	50	
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - POSITIVA	125	
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - NEGATIVA	130	
TENSIÓN DE PERFORACIÓN EN ACEITE (kV)	130	
LOW FREQUENCY TEST VOLTAGE (RMS TO	1	
MAXIMUM RIV AT 1000 KHZ (µV)	8000	50



CARACTERISTICAS MECÀNICAS	
RESISTENCIA ELECTROMECAÂNICA (kN)	11
CARACTERISTICAS DIMENSIONALES (mm)	
DISTANCIA DE FUGA (mm)	292
DISTANCIA DE ARCO (mm)	146
ALTURA MÍNIMA DEL PIN (mm)	132

Aislador 54-3

CARACTERISTICAS GENERALES		
NORMA DE ENSAYOS	ANSI C29.4	
CLASE (ANSI C29.6)	54-3	
TIPO	Retención	
MATERIAL	Porcelana	
ESMALTE ANTI-RADIOINTERFERENCIA RF	Opcional ¹⁸	
CARACTERISTICAS ELÉCTRICAS		
TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN (kV)	25	
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. EN SECO	35	
TENSIÓN DE CONTORNEO FREC. IND. BAJO	18	
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - POSITIVA	150	
TENSIÓN CRÍTICA TIPO IMPULSO - NEGATIVA	190	
TENSIÓN DE PERFORACIÓN EN ACEITE (kV)	130	
LOW FREQUENCY TEST VOLTAGE (RMS TO	15	
MAXIMUM RIV AT 1000 KHZ (μ V)	8000	100
CARACTERISTICAS MECÀNICAS		
RESISTENCIA ELECTROMECAÂNICA (kN)	11	
CARACTERISTICAS DIMENSIONALES (mm)		
DISTANCIA DE FUGA (mm)	57.2	
DISTANCIA DE ARCO (mm)	178	
ALTURA MÍNIMA DEL PIN (mm)	152	



Anexo VII

Especificaciones técnicas de materiales



Las siguientes características han sido tomadas de la homologación de unidades de propiedad (UP), del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

Características técnicas de crucetas

CRUCETAS DE ACERO GALVANIZADO DE PERFIL "L"		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación:	INEN 2215 y 2224 - ASTM A 36
1.2	Requisitos mecánicos:	
1.2.1	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg/cm ²
1.2.2	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1.2.3	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
2	DIMENSIONES	
2.1	Dimensiones ángulo	Ver especificaciones particulares
2.1.1	Tolerancia en las dimensiones ángulo	Ancho: +-1 mm; espesor: +- 0,5 mm
2.2	Longitud (L)	Ver especificaciones particulares
2.3	Ubicación y diámetro de orificios	De acuerdo a diseño del solicitante
3	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	NOTA 1
4	ACABADO	NOTA 2
4.1	Galvanizado	En caliente
4.1.1	Normas de Galvanizado	ASTM A 123
4.1.2	Espesor del galvanizado mínimo promedio en la pieza	80 micras
5	EMBALAJE	
5.1	Empaque del lote	De acuerdo a requerimiento del solicitante
5.2	Unidades por lote	
5.3	Peso neto aproximado	
6	CERTIFICACIONES	NOTA 3
6.1	Material utilizado	Copia actualizada
6.2	Galvanizado	Protocolo
7	MUESTRAS	De acuerdo a requerimiento del solicitante
NOTA S:		
1	Los cortes a efectuarse se realizarán con cizalla o sierra, serán rectos a simple vista y estarán a escuadra o formando el ángulo adecuado, las aristas de las piezas cortadas deberán estar libres de rebabas y defectos. Para las uniones se empleará soldadura de arco eléctrico (especificaciones AWS). En las superficies de las piezas a soldarse, se debe asegurar la penetración de la suelda electrodo para evitar porosidad o vacíos. Una vez terminado, en la soldadura deberán removerse las escorias y los residuos provenientes del recubrimiento del electrodo, por medio de un proceso mecánico adecuado, o aplicando chorro de arena, a fin de evitar fallas en el galvanizado. Las perforaciones se efectuarán únicamente por el proceso de punzonado o taladrado y serán libres de rebabas; los centros estarán localizados de	



	acuerdo a las medidas de diseño y deberán mantenerse las distancias señaladas a los bordes de los perfiles. El doblado de los elementos se efectuarán en caliente o en frío, como se requieren, ajustándose a la forma del diseño y quedarán libres de defectos como agrietamiento e irregularidades.
2	GALVANIZADO: Se ejecutará posterior a la ejecución de cortes. El acabado de toda la pieza deberá mostrar una superficie lisa, libre de rugosidades y aristas cortantes. Los tornillos y tuercas deben estar libres de rebabas, venas, traslapos y superficies irregulares que afecten su funcionalidad; todo tornillo debe estar en condiciones que la tuerca pueda recorrer el total de la longitud de la rosca sin uso de herramientas.
3	Las certificaciones pueden ser emitidas por el fabricante o por un Laboratorio Acreditado

CRUCETAS DE PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
1.1	Norma de fabricación:	ASTM D 4923-01
1.2	Requisitos generales:	
1.2.1	Contenido de fibra de vidrio	> 70%
1.2.2	Absorción de Agua	< 0,6% ASTM D 570
1.2.3	Densidad	> 1,7 g/cc ASTM D 793
1.2.4	Color	De acuerdo a diseño del solicitante
1.3	Requisitos mecánicos:	
1.3.1	Resistencia a Flexión	2 400 Kg/cm ²
1.3.2	Resistencia a la Tracción	4 500 Kg/cm ²
1.3.3	Resistencia al impacto	38,90 J/cm ²
1.3.4	Temperatura de termodistorción	> 100°C ASTM D 648
1.3.5	Dureza BARCOL	> 32 unidades ASTM D 2583
1.4	Resistencia a la intemperie:	
1.4.1	Resistencia rayos UV	720 horas ASTM G 53
1.4.2	Envejecimiento acelerado	< 30% ASTM G 53
1.5	Requisitos eléctricos:	
1.5.1	Rigidez Dieléctrica	> 8 kV/mm ASTM D 149
2	DIMENSIONES	
2.1	Dimensiones ángulo	Ver especificaciones particulares
2.2	Longitud (L)	Ver especificaciones particulares
2.3	Ubicación y diámetro de orificios	De acuerdo a diseño del solicitante
4	EMBALAJE	
4.1	Empaque del lote	De acuerdo a requerimiento del solicitante
4.2	Unidades por lote	
4.3	Peso neto aproximado	
5	CERTIFICACIONES	NOTA 1
5.1	Material utilizado	Copia actualizada



6	MUESTRAS	De acuerdo a requerimiento del solicitante
NOTAS:		
1	Las certificaciones pueden ser emitidas por el fabricante o por un Laboratorio Acreditado	

Características técnicas de principales elementos de Herrajería

Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2215 – 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	
1,1,2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1,3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1,4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
1.2	PVC	
1,2,1	Policloruro de vinilo	NOTA 1
2	DIMENSIONES	
2.1	Perno Pin	
2,1,1	Diámetro de la varilla	19 mm (3/4")
2,1,2	Longitud total (LT)	300 mm (12")
2,1,3	Altura libre	250 mm (10")
2,1,4,	Altura espiga roscada	50 mm (2")
2,1,5	Largo de rosca	44 mm (1.73")
2,1,6	Diámetro de rosca	19 mm (3/4")
2.2	Rosca de PVC	NOTA 1
2,2,1	Altura de rosca	50 mm (2")
2,2,2	Diámetro de rosca en la punta	25.64
2,2,3	Conicidad de la rosca	0,0625 mm
2,2,4	Paso de rosca	4 hilos x pulg.
3	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 2
4	GAVANIZADO	NOTA3
4.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
4.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente
4.3	Espesor del galvanizado mínimo promedio en la pieza	80 micras
5	ACCESORIOS	
5.1	Tuerca hexagonal 19 mm (3/4")	1
5.2	Arandela plana 19 mm (3/4")	1
5.3	Arandela presión 19 mm (3/4")	1
6	EMBALAJE	
6.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
6.2	Unidades por lote	
6.3	Peso neto aproximado	
7	PRUEBAS	NOTA 3
7.1	Certificado del material utilizado	Copia
7.2	Galvanizado	Protocolo
7.3	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa

Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.		
ITE M	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN



1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2215 – 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	
1,1,2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1,3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1,4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
1.2	PVC	
1,2,1	Policloruro de vinilo	NOTA 1
2	DIMENSIONES	
2.1	Perno Pin	
2,1,1	Diámetro de la varilla	19 mm (3/4")
2,1,2	Longitud total (LT)	300 mm (12")
2,1,3	Altura libre	250 mm (10")
2,1,4	Altura espiga roscada	50 mm (2")
2,1,5	Largo de rosca	44 mm (1.73")
2,1,6	Diámetro de rosca	19 mm (3/4")
2.2	Rosca de PVC	NOTA 1
2,2,1	Altura de rosca	50 mm (2")
2,2,2	Diámetro de rosca en la punta	35,16 mm
2,2,3	Conicidad de la rosca	0,0625 mm
2,2,4	Paso de rosca	4 hilos x pulg.
3	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 2
4	GAVANIZADO	NOTA3
4.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
4.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente
4.3	Espesor del galvanizado mínimo promedio en la pieza	80 micras
5	ACCESORIOS	
5.1	Tuerca hexagonal 19 mm (3/4)	1
5.2	Arandela plana 19 mm (3/4)	1
5.3	Arandela de presión 19 mm (3/4)	1
6	EMBALAJE	
6.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
6.2	Unidades por lote	
6.3	Peso neto aproximado	
7	PRUEBAS	NOTA 3
7.1	Certificado del material utilizado	Copia
7.2	Galvanizado	Protocolo
7.3	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa



Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2215 – 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	
1,1, 2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1, 3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1, 4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
1.2	PVC	
1,2, 1	Policloruro de vinilo	NOTA 1
2	DIMENSIONES	
2.1	Perno Pin punta de poste simple	
2,1, 1	Diámetro de la varilla corrugada	19 mm (3/4")
2,1, 2	Longitud total (LT)	450 mm (12")
2,1, 3	Altura libre	250 mm (10")
2,1, 4	Límite de fluencia mínimo	42 kgf/mm ²
2,1, 5	Límite de fluencia máxima	55 kgf/mm ²
2.2	Abrazadera:	
2,2, 1	Dimensiones pletina Ancho x Espesor	38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64")
2,2, 2	Tolerancia en las dimensiones Ancho x Espesor	Ancho: +-1 mm, Espesor: +- 0,5 mm
2,2, 3	Diámetro mínimo de abrazadera con abertura de pernos de 20 mm	140 mm (5 1/2")
2,2, 4	Diámetro máximo de abrazadera	160 mm (6 1/2")
2,2, 5	Perno rosca corrida	16 x 150 mm (5/8 x 6")
2,2, 6	Separación entre abrazaderas	120 mm
2.3	Rosca de PVC	NOTA 1
2,3, 1	Altura de rosca	50 mm (2")
2,3, 2	Diámetro de rosca en la punta	25.64



2		
2,3, 3	Conicidad de la rosca	0,0625 mm
2,3, 4	Paso de rosca	4 hilos x pulg.
3	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 2
4	ACABADO	NOTA3
4.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
4.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente
4.3	Espesor del galvanizado mínimo promedio en la pieza	80 micras
5	ACCESORIOS	
5.1	Perno rosca corrida 16 x 150 mm (5/8 x 6")	2
5.2	Tuerca hexagonal 19 mm (3/4	4
5.3	Arandela plana 19 mm (3/4)	4
5.4	Arandela de presión 19 mm (3/4)	4
6	EMBALAJE	
6.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
6.2	Unidades por lote	
6.3	Peso neto aproximado	
7	PRUEBAS	NOTA 4
7.1	Certificado del material utilizado	Copia
7.2	Galvanizado	Protocolo
7.3	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa

Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción

ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2215 – 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	
1,1, 2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1, 3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1, 4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
1.2	PVC	
1,2, 1	Policloruro de vinilo	NOTA 1
2	DIMENSIONES	
2.1	Perno Pin punta de poste simple	
2,1,	Diámetro de la varilla corrugada	19 mm (3/4")



CUENCA

UNIVERSIDAD DE

1		
2,1, 2	Longitud total (LT)	450 mm (12")
2,1, 3	Altura libre	250 mm (10")
2,1, 4	Límite de fluencia mínimo	42 kgf/mm ²
2,1, 5	Límite de fluencia máxima	55 kgf/mm ²
2.2	Abrazadera:	
2,2, 1	Dimensiones pletina Ancho x Espesor	38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64")
2,2, 2	Tolerancia en las dimensiones Ancho x Espesor	Ancho: +-1 mm, Espesor: +- 0,5 mm
2,2, 3	Diámetro mínimo de abrazadera con abertura de pernos de 20 mm	140 mm (5 1/2")
2,2, 4	Diámetro máximo de abrazadera	160 mm (6 1/2")
2,2, 5	Perno rosca corrida	16 x 150 mm (5/8 x 6")
2,2, 6	Separación entre abrazaderas	120 mm
2.3	Rosca de PVC	NOTA 1
2,3, 1	Altura de rosca	50 mm (2")
2,3, 2	Diámetro de rosca en la punta	35,16 mm
2,3, 3	Conicidad de la rosca	0,0625 mm
2,3, 4	Paso de rosca	4 hilos x pulg.
3	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 2
4	ACABADO	NOTA3
4.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
4.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente
4.3	Espesor del galvanizado mínimo promedio en la pieza	80 micras
5	ACCESORIOS	
5.1	Perno rosca corrida 16 x 150 mm (5/8 x 6")	2
5.2	Tuerca hexagonal 19 mm (3/4)	4
5.3	Arandela plana 19 mm (3/4)	4
5.4	Arandela de presión 19 mm (3/4)	4
6	EMBALAJE	
6.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
6.2	Unidades por lote	
6.3	Peso neto aproximado	
7	PRUEBAS	NOTA 4
7.1	Certificado del material utilizado	Copia
7.2	Galvanizado	Protocolo



7.3	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
-----	----------	---

PERNO ESPIGA (PIN) TOPE POSTE DOBLE 19 X 25 X 450 MM		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2215 – 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	
1,1, 2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1, 3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1, 4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
1.2	PVC	
1,2, 1	Policloruro de vinilo	NOTA 1
2	DIMENSIONES	
2.1	Perno Pin punta de poste doble	
2,1, 1	Diámetro de la varilla corrugada	19 mm (3/4")
2,1, 2	Longitud total (LT)	450 mm (12")
2,1, 3	Altura libre	250 mm (10")
2,1, 4	Límite de fluencia mínimo	42 kgf/mm ²
2,1, 5	Límite de fluencia máxima	55 kgf/mm ²
2.2	Abrazadera:	
2,2, 1	Dimensiones pletina Ancho x Espesor	38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64")
2,2, 2	Tolerancia en las dimensiones Ancho x Espesor	Ancho: +-1 mm, Espesor: +- 0,5 mm
2,2, 3	Diámetro mínimo de abrazadera con abertura de pernos de 20 mm	140 mm (5 1/2")
2,2, 4	Diámetro máximo de abrazadera	160 mm (6 1/2")
2,2, 5	Perno rosca corrida	16 x 150 mm (5/8 x 6")
2,2, 6	Separación entre abrazaderas	120 mm
2.2. 7	Separación entre ejes de fijación del aislador	80 mm



2.3	Rosca de PVC	NOTA 1
2,3, 1	Altura de rosca	50 mm (2")
2,3, 2	Diámetro de rosca en la punta	25.64
2,3, 3	Conicidad de la rosca	0,0625 mm
2,3, 4	Paso de rosca	4 hilos x pulg.
3	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 2
4	ACABADO	NOTA3
4.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
4.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente
4.3	Espesor del galvanizado mínimo promedio en la pieza	80 micras
5	ACCESORIOS	
5.1	Perno rosca corrida 16 x 150 mm (5/8 x 6")	2
5.2	Tuerca hexagonal 16 mm (5/8")	4
5.3	Arandela plana 16 mm (5/8")	4
5.4	Arandela de presión 16 mm (5/8")	4
6	EMBALAJE	
6.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
6.2	Unidades por lote	
6.3	Peso neto aproximado	
7	PRUEBAS	NOTA 4
7.1	Certificado del material utilizado	Copia
7.2	Galvanizado	Protocolo
7.3	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa

PERNO ESPIGA (PIN) TOPE POSTE DOBLE 19 X 35 X 450 MM		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2215 – 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	
1,1, 2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1, 3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1, 4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
1.2	PVC	
1,2, 1	Policloruro de vinilo	NOTA 1



2	DIMENSIONES	
2.1	Perno Pin punta de poste simple	
2,1, 1	Diámetro de la varilla corrugada	19 mm (3/4")
2,1, 2	Longitud total (LT)	450 mm (12")
2,1, 3	Altura libre	250 mm (10")
2,1, 4	Límite de fluencia mínimo	42 kgf/mm ²
2,1, 5	Límite de fluencia máxima	55 kgf/mm ²
2.2	Abrazadera:	
2,2, 1	Dimensiones pletina Ancho x Espesor	38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64")
2,2, 2	Tolerancia en las dimensiones Ancho x Espesor	Ancho: +-1 mm, Espesor: +- 0,5 mm
2,2, 3	Diámetro mínimo de abrazadera con abertura de pernos de 20 mm	140 mm (5 1/2")
2,2, 4	Diámetro máximo de abrazadera	160 mm (6 1/2")
2,2, 5	Perno rosca corrida	16 x 150 mm (5/8 x 6")
2,2, 6	Separación entre abrazaderas	120 mm
2,2, 7	Separación entre ejes de fijación del aislador	80 mm
2.3	Rosca de PVC	NOTA 1
2,3, 1	Altura de rosca	50 mm (2")
2,3, 2	Diámetro de rosca en la punta	35,16 mm
2,3, 3	Conicidad de la rosca	0,0625 mm
2,3, 4	Paso de rosca	4 hilos x pulg.
3	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 2
4	ACABADO	NOTA3
4.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
4.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente
4.3	Espesor del galvanizado mínimo promedio en la pieza	80 micras
5	ACCESORIOS	
5.1	Perno rosca corrida 16 x 150 mm (5/8 x 6")	2
5.2	Tuerca hexagonal 16 mm (5/8")	4
5.3	Arandela plana 16 mm (5/8")	4
5.4	Arandela de presión 16 mm (5/8")	4
6	EMBALAJE	



6.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
6.2	Unidades por lote	
6.3	Peso neto aproximado	
7	PRUEBAS	NOTA 4
7.1	Certificado del material utilizado	Copia
7.2	Galvanizado	Protocolo
7.3	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa

PERNO MÁQUINA DE 51 X 16 MM (2 X 5/8").		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	
1,1,2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1,3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1,4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
2	DIMENSIONES	NOTA 1
2.1	Perno máquina cabeza hexagonal	
2,1,1	Diámetro del perno	16 mm (5/8")
2,1,2	Longitud total (LT)	50.8 mm (5/8")
2,1,3	Paso de rosca	13 hilos x pulg.
3	ACABADO	NOTA 1
3.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
3.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente
4	ACCESORIOS	
4.1	Tuerca hexagonal 16 mm (5/8")	1
4.2	Arandela plana 16 mm (5/8")	1
4.3	Arandela de presión 16 mm (5/8")	1
5	EMBALAJE	
5.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
5.2	Unidades por lote	
5.3	Peso neto aproximado	
6	PRUEBAS	NOTA 2
6.1	Certificado del material utilizado	Copia
6.2	Galvanizado	Protocolo
7	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa



PERNO U DE ACERO GALVANIZADO, 16 MM (5/8") DE DIÁM. X 150 MM (6") DE ANCHO DENTRO DE LA U, CON 2 TUERCAS, 2 ARANDELAS PLANAS Y 2 DE PRESIÓN.		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	
1,1,2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1,3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1,4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
2	DIMENSIONES	NOTA 1
2.1	Perno "U"	140 x 150 mm
2,1,1	Diámetro del perno	16 mm (5/8")
2,1,2	Diámetro de ovalidad máximo	0,60 mm
2,1,3	Longitud parte recta	140 mm
2,1,4	Ancho desde adentro de la "U"	160 mm
2,1,5	Longitud de la rosca	100 mm
2,1,6	Paso de rosca	11 hilos x pulg.
3	ACABADO	NOTA 2
3.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
3.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente
4	ACCESORIOS	
4.1	Tuerca hexagonal 16 mm (5/8")	2
4.2	Arandela plana 16 mm (5/8")	2
4.3	Arandela de presión 16 mm (5/8")	2
5	EMBALAJE	
5.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
5.2	Unidades por lote	
5.3	Peso neto aproximado	
6	PRUEBAS	NOTA 3
6.1	Certificado del material utilizado	Copia
6.2	Galvanizado	Protocolo
6.3	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa

PLETINA DE UNIÓN Y DE SOPORTE DE ACERO GALVANIZADO, 75 X 6 X 420 MM(2 61/64 X 1/4 X 17")		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	



1,1,2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1,3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1,4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
2	DIMENSIONES	NOTA 1
2.1	Pletina de unión	
2,1,2	Longitud total (LT)	420 mm
2,1,3	Ancho	75 mm
2,1,4	Espesor	6 mm
3	ACABADO	NOTA 2
3.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
3.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente
4	ACCESORIOS	
4.1	Tuerca hexagonal 16 mm (5/8")	2
4.2	Arandela plana 16 mm (5/8")	2
4.3	Arandela de presión 16 mm (5/8")	2
5	EMBALAJE	
5.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
5.2	Unidades por lote	
5.3	Peso neto aproximado	
6	PRUEBAS	NOTA 3
6.1	Certificado del material utilizado	Copia
6.2	Galvanizado	Protocolo
6.3	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa

PERNO DE OJO DE ACERO GALVANIZADO, 16 MM (5/8") DE DIÁM. X 254 MM (10") DE LONG., CON 4 TUERCAS, 2 ARANDELAS PLANAS Y 2 DE PRESIÓN.		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	INEN 2222
1.2	Propiedades mecánicas:	
1,1,2	Resistencia mínimo a la fluencia (Fy)	2 400 Kg. /cm ²
1,1,3	Resistencia mínima de tracción	3 400 Kg/cm ²
1,1,4	Resistencia máxima de tracción	4 800 Kg/cm ²
2	DIMENSIONES	NOTA 1
2.1	Perno de ojo oval	
2,1,1	Diámetro del perno	16 mm (5/8")
2,1,2	Longitud total (LT)	254 mm (10")
2,1,3	Longitud de la rosca	200 mm
2,1,4	Paso de rosca	11 hilos x pulg.
3	ACABADO	NOTA 2
3.1	Normas de Galvanizado	ASTM A123 ASTM A-153
3.2	Tipo de Galvanizado	Inmersión en caliente



4	ACCESORIOS	
4.1	Tuerca hexagonal 16 mm (5/8")	1
4.2	Arandela plana 16 mm (5/8")	1
4.3	Arandela de presión 16 mm (5/8")	1
5	EMBALAJE	
5.1	Empaque del lote	De acuerdo a solicitud entregada por cada Empresa
5.2	Unidades por lote	
5.3	Peso neto aproximado	
6	PRUEBAS	NOTA 3
6.1	Certificado del material utilizado	Copia
6.2	Galvanizado	Protocolo
6.3	MUESTRAS	De acuerdo a solicitud de cada Empresa

ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE ABRAZADERAS DE ACERO GALVANIZADO, PLETINA					
ITEM	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	DIMENSIONES PLETINA ANCHO x ESPESOR	DIÁMETRO MÍNIMO DE ABRAZADERA	DIÁMETRO MÁXIMO DE ABRAZADERA	NÚMERO DE EXTENSIONES
1	abrazadera de acero galvanizado, pletina, 2 pernos	38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64")	140 mm (5 1/2")	160 mm (6 1/2")	no aplica
			160 mm (6 1/2")	190 mm (7 1/2")	no aplica
2	abrazadera de acero galvanizado, pletina, con doble ojal espiralado	38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64")	140 mm (5 1/2")	160 mm (6 1/2")	no aplica
			160 mm (6 1/2")	190 mm (7 1/2")	no aplica
3	abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos)	38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64")	140 mm (5 1/2")	160 mm (6 1/2")	no aplica
			160 mm (6 1/2")	190 mm (7 1/2")	no aplica
4	abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos)	38 x 4 mm (1 1/2 x 11/64")	140 mm (5 1/2")	160 mm (6 1/2")	no aplica
			160 mm (6 1/2")	190 mm (7 1/2")	no aplica
5	abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión	50 x 6 mm (2 x 1/4")	140 mm (5 1/2")	160 mm (6 1/2")	una (simple)
			140 mm (5 1/2")	160 mm (6 1/2")	DOS (DOBLE)

TUERCA DE OJO		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	ASTM A339-55
1.2	Requisitos mecánicos:	



1.2.1	Si el proceso de fundición es de acero:	
1.2.1.1	Resistencia mínima de tracción	4 780 Kg/cm ²
1.2.1.2	Porcentaje de alargamiento en 50 mm	Mínimo 20%
1.2.2	Si el proceso de fundición es nodular:	
1.2.2.1	Resistencia mínima de tracción	4 200 Kg/cm ²
1.2.2.2	Porcentaje de alargamiento en 50 mm	Mínimo 10%
2	DIMENSIONES	Nota 1
2.1	Diámetro	19 mm (3/4")
3	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	NOTA 2
4	ACABADO	NOTA 3
4.1	Galvanizado	En caliente
4.2	Normas de Galvanizado	ASTM A123
4.3	Espesor del galvanizado mínimo promedio en la pieza	56micras
5	EMBALAJE	
5.1	Empaque del lote	De acuerdo a requerimiento del solicitante
5.2	Unidades por lote	
5.3	Peso neto aproximado	
6	CERTIFICACIONES	NOTA 4
6.1	Material utilizado	Copia actualizada
6.2	Galvanizado	Protocolo
7	MUESTRAS	De acuerdo a requerimiento del solicitante

PERNO OJO		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	MATERIAL	Acero estructural de baja aleación laminada en caliente
1.1	Norma de fabricación	
1.2	Requisitos mecánicos:	
1.2.1	Si el proceso de fundición es de acero:	
1.2.1.1	Resistencia mínima de tracción	4 780 Kg/cm ²
1.2.1.2	Porcentaje de alargamiento en 50 mm	Mínimo 20%
1.2.2	Si el proceso de fundición es nodular:	
1.2.2.1	Resistencia mínima de tracción	4 200 Kg/cm ²
1.2.2.2	Porcentaje de alargamiento en 50 mm	Mínimo 10%
2	DIMENSIONES	
2.1	Longitud	450 mm (17,72")
2.2	Diámetro	19 mm (3/4")
3	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	NOTA 1
4	ACABADO	NOTA 2
4.1	Galvanizado	En caliente



4.2	Normas de Galvanizado	ASTM A123
4.3	Espesor del galvanizado mínimo promedio en la pieza	56micras
5	EMBALAJE	
5.1	Empaque del lote	De acuerdo a requerimiento del solicitante
5.2	Unidades por lote	
5.3	Peso neto aproximado	
6	CERTIFICACIONES	NOTA 3
6.1	Material utilizado	Copia actualizada
6.2	Galvanizado	Protocolo
7	MUESTRAS	De acuerdo a requerimiento del solicitante

ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE PIE AMIGO DE ACERO GALVANIZADO			
Ítem	Descripción	Dimensiones	Longitud del pie amigo
1	Pie amigo pletina de acero galvanizado de 38 x 6 mm (1 1/2 x 1/4")	38 x 6 mm (1 1/2 x 1/4")	700 mm (28")
			1 800 mm (71")
2	Pie amigo de acero galvanizado de perfil "I" de 38 x 38 x 6 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4")	75 x 75 x 6 mm (2 1/2 x 2 1/2 x 1/4")	700 mm (28")
			1 800 mm (71")

ITEM	DESCRIPCIÓN TÉCNICA					
1	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	Conductor principal		Conductor derivado		Torque in-lb.
		Cu & al	ACSR, AAAC, & 5005	Cu & al	ACSR, AAAC, & 5005	
		2 str - 2/0 str	3-2/0	6 str - 2/0 str	6-2/0	180
		1/0 str - 4/0 str	1/0-4/0	6 str - 4/0 str	6-4/0	250
		250 – 350	4/0-300	#6 - 350	6-300	325
		400 – 500	336.4-397.5	4 - 500	5-397.5	375
2	Conector de compresión, aleac. de al	Conductor principal		Conductor derivado		
		Str	ACSR	Str	ACSR	
		#3.3 str - 2/0	#3 - 1/0	#6 - #1, 19 str.	#6 - #2	
		2/0 - 3/0	1/0 - 2/0	#6 - #1, 19 str.	#6 - #2	



		#1.3 str - 3/0 3/0 - 4/0	#1 - 2/0 3/0 - 4/0	#1, 3 str - 2/0 3/0 - 4/0	#1 - 2/0 3/0 - 4/0
		4/0 - 500	4/0 - 477 (18/1)	4/0 - 500	4/0 - 477 (18/1)
3	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de al	Conductor		Pernos "u"	
		ACSR AWG/MCM	Aluminio AWG/MCM	No.	Tamaño
		6 - 3/0	6 - 4/0	1	1/2
		2 - 336.4 (26/7)		4	1/2
		3/0 - 556.6 (18/1)		4	1/2
4	Estribo para derivación, aleación de Cu sn	Conductor principal		Barra o alambre	
		Aluminio	ACSR, 6201,5005		
		4 sol. - 4 (7)	4	2 sol.	
		2 (7) - 1 (7)	2		
		1/0 (7) - 4/0 (19)	1/0 - 4/0		
		300 (37) - 400 (37)	266.8 (6-7) - 336.4 (30-7)	1/0 sol.	
397.5 (19) - 600 (61)	336.4 (26-7) - 556.5 (18-1)				
5	Grapa de derivación para línea en caliente de aleación de al	Conductor principal		Conductor derivado	
		AAC	ACSR	AAC/Cu	ACSR
		#8 sol - 2/0 str.	#8 - 2/0	#8 sol - 2/0 str.	#8 - 1/0
		#6 sol - 400 mcm	#8 - 397.5 (18/1)	#6 sol - 4/0 str.	#6 - 4/0
6	Conector de cobre para sistemas a tierra a golpe de martillo	Conductor a tierra (AWG)		Diámetro de varilla	
		2 -4-6 sol.		5/8"	

Características técnicas de Postes

Postes de hormigón:

Ítem	Descripción técnica	Altura del poste (m)	Carga nominal de rotura horizontal (kg)	Diámetro punta (cm)	Diámetro base (cm)	Orificios pasantes de 19 mm	Ventana superior rectangular de 2.5 x 8 cm	Ventana inferior rectangular de 2.5 x 8 cm	Ubicación marca de empotramiento o desde la base (m)	Color de identificación en punta y base
1	Poste circular de hormigón armado, de 10.0 m x 400 kg.	10.00	400.00	13 a 16	28 a 34	6 perforaciones cada 20 cm, desde 10 cm desde la punta,	9.70	1.30	1.50	Verde



2	Poste circular de hormigón armado, de 11.0 m x 400 kg.	11.00	400.00	13 a 16	29 a 36	10 perforaciones cada 20 cm, desde 10 cm desde la punta	7.20	1.40	1.60	Amarillo
3	Poste circular de hormigón armado, de 11.0 m x 500 kg.	11.00	500.00	13 a 16	29 a 36	10 perforaciones cada 20 cm, desde 10 cm desde la punta	7.20	1.40	1.60	Rojo
4	Poste circular de hormigón armado, de 12.0 m x 400 kg.	12.00	400.00	13 a 16	30 a 38	10 perforaciones cada 20 cm, desde 10 cm desde la punta	8.00	1.50	1.70	Amarillo
5	Poste circular de hormigón armado, de 12.0 m x 500 kg.	12.00	500.00	13 a 16	30 a 38	10 perforaciones cada 20 cm, desde 10 cm desde la punta	8.00	1.50	1.70	Azul

Postes de Plástico reforzados con fibra de vidrio

ITEM	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	ALTURA DEL POSTE (m)	CARGA NOMINAL DE ROTURA HORIZONTAL (Kg)	DIAMETRO PUNTA (cm)	DIAMETRO BASE (cm)	ORIFICIOS PASANTES DE 19 MM	VENTANA SUPERIOR RECTANGULAR DE 2.5 X 8 CM PARA PUESTA A TIERRA (m DESDE BASE)	VENTANA INFERIOR RECTANGULAR DE 2.5 X 8 CM PARA PUESTA A TIERRA (m DESDE BASE)	UBICACIÓN MARCA DE EMPOTRAMIENTO DESDE LA BASE (m)	COLOR DE IDENTIFICACIÓN EN PUNTA Y BASE
1	POSTE CIRCULAR DE HORMIGÓN ARMADO, DE 10.0 m X 400 Kg.	10.00	400.00	13 a 16	28 a 34	6 PERFORACIONES CADA 20 cm, DESDE 10 cm DESDE LA PUNTA	9.70	1.30	1.50	VERDE



CUENCA

UNIVERSIDAD DE

2	POSTE CIRCULAR DE HORMIGON ARMADO, DE 12.0 m X 500 Kg.	12.00	500.00	13 a 16	30 a 38	10 PERFORACIONE CADA 20 cm, DESDE 10 cm DESDE LA PUNTA	8.00	1.50	1.70	AZUL
---	--	-------	--------	---------	---------	--	------	------	------	------

ANEXO VIII

Distancias de seguridad



CUENCA

UNIVERSIDAD DE



A continuación se presenta un resumen de las distancias de seguridad utilizadas por diferentes países, se ha presentado en general solo las tablas en donde están expresadas estas distancias, las condiciones o parámetros en los que están determinadas estas distancias así como el detalle de las mismas se pueden encontrar en las respectivas páginas web de cada empresa, estipuladas en las bibliografía.

En Colombia

Normas RETIE.

f. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, plicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 5).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	3,2
Distancia horizontal "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 5)	115/110	2,8
	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 5))	<1	1,7
	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 5)	<1	3,5
	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
<1	5	



g. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia mínima al suelo "d" en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular (Figura 6).	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	<1	5
	<1	5,6
Distancia mínima al suelo "d1" desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles (Figura 6)	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
Distancia mínima al suelo "d" en bosques, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc.	<1	5
	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
Distancia mínima al suelo "e" en cruces con ferrocarriles sin electrificar o funiculares. (Figura 7)	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5
	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	8,6
	66/57,5	8,3
Distancia vertical "f" en cruce con ferrocarriles electrificados, tranvías y trole-buses (Figura 8)	44/34,5/33	8,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	8,1
	<1	7,5
	500	4,8
	230/220	3,0
	115/110	2,3
	66/57,5	2,0
	44/34,5/33	1,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8
	<1	1,2



DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m. (Figura 8)	500	12,9
	230/220	11,3
	115/110	10,6
	66/57,5	10,4
	44/34,5/33	10,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	10,2
	<1	9,6
Distancia vertical "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m. (Figura 8)	500	7,9
	230/220	6,3
	115/110	5,6
	66/57,5	5,4
	44/34,5/33	5,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,2
	<1	4,6
Distancia vertical al piso en cruce por campos deportivos abiertos.	500	14,6
	230/220	12,8
	115/110	12
	66/57,5	12
	44/34,5/33	12
	13,8/13,2/11,4/7,6	12
	<1	12
Distancia horizontal en cruce por campos deportivos abiertos.	500	9,6
	230/220	7,8
	115/110	7
	66/57,5	7
	44/34,5/33	7
	13,8/13,2/11,4/7,6	7
	<1	7

h. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura.

Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo.



CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS	DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm)
Conductores de comunicación expuestos	15 ⁽¹⁾ 7,5 ⁽²⁾
Alimentadores de vías férreas 0 a 750 V No. 4/0 AWG o mayor calibre. 0 a 750 V calibre menor de No. 4/0 AWG Entre 750 V y 8,7 kV.	15 30 30
Conductores de suministro del mismo circuito. 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Más de 50 kV	30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV Ningún valor especificado
Conductores de suministro de diferente circuito ⁽³⁾ 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Entre 50 kV y 814 kV	30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV 72,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV

Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura.

		CONDUCTORES A MAYOR ALTURA		
		CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE (TENSIÓN EN kV)		
		HASTA 1 kV	ENTRE 7,6 Y 66 kV	
CONDUCTORES Y CABLES A MENOR ALTURA	Conductores y cables de comunicación. a. Localizados en el apoyo de empresa de comunicaciones. b. Localizados en el apoyo de empresa de energía.	0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV.	
		0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV.	
	Conductores de suministro eléctrico a la intemperie	Hasta 1 kV	0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 1 kV y 7,6 kV	No permitido	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 11,4 kV y 34,5 kV	No permitido	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
	Entre 44 kV y 66 kV	No permitido	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV	

i. Distancias mínimas para prevención de riesgos por arco eléctrico.



Tensión nominal del sistema (fase - fase)	Límite de aproximación seguro (m)		Límite de aproximación restringida (m)	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta	Incluye movimientos involuntarios	
51 V – 300 V	3,00	1,10	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,00	1,10	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,00	1,50	0,66	0,18
15,1 kV – 36 kV	3,00	1,80	0,78	0,25
36,1 kV – 46 kV	3,00	2,44	0,84	0,43
46,1 kV – 72,5 kV	3,00	2,44	0,96	0,63
72,6 kV – 121 kV	3,25	2,44	1,00	0,81
138 kV - 145 kV	3,35	3,00	1,09	0,94
161 kV - 169 kV	3,56	3,56	1,22	1,07
230 kV - 242 kV	3,96	3,96	1,60	1,45
345 kV - 362 kV	4,70	4,70	2,60	2,44
500 kV – 550 kV	5,80	5,80	3,43	3,28

j. Distancias mínimas verticales en cruces de líneas



		DISTANCIAS EN METROS								
Tensión Nominal (kV) entre Fases de la Línea Superior	500	4,8	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	7,1
	230/220	3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,9	3,6	
	115/110	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2		
	66	2	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5			
	57,5	1,9	1,3	1,3	1,3	1,4				
	44/34,5/33	1,8	1,2	1,2	1,3					
	13,8/13,2/ 11,4/7,6	1,8	1,2	1,2						
	<1	1,2	0,6							
	Comunicaciones	0,6								
	Comu- nicación	<1	13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6	44/ 34,5/ 33	57,5	66	115/ 110	230/ 220	500	
		Tensión Nominal (kV) entre Fases de la Línea Inferior								

Distancias de Separación en Perú.

Normas CNE.

- f. Distancias de seguridad verticales de alambres, conductores, cables y equipo sobre el nivel del piso, calzada, riel o superficies de agua
- Distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua



Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenida puesta a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas hasta 300 V ^{11, 19} ; conductores neutros que cumplen con la regla 230.E.1; cables de suministro que cumplen con la regla 230.C.1 (m)	Conductores de comunicación no aislados; cables autoportante de suministro hasta 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 300 V a 750 V ¹⁴ (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 V a 23 kV ¹⁴ (m)	Conductores de contacto de vías férreas electrificadas y trole; y cables mensajeros	
					Hasta 750 V a tierra (m)	Más de 750 V a 23 kV a tierra (m)
Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen						
1. Vías Férreas de ferrocarriles (excepto ferrovías electrificadas que utilizan conductores de trole aéreos) ^{2, 16, 20}	7,3	7,3	7,5	8,0	7,0	7,0
2.a. Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones ²¹	6,5	6,5	6,5	7,0	5,5	6,1
2.b. Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones ²¹	5,5	5,5	5,5	6,5	5,5	6,1
3. Calzadas, zonas de parqueo, y callejones	5,5	5,5	5,5 ⁷	6,5	5,5	6,1
4. Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	5,5	5,5	5,5	6,5	-	-
5.a. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos ⁹	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,5
5.b. Calles y caminos en zonas rurales	5,5	5,5	5,5	6,5	5,5	6,1
6. Áreas de agua no adecuadas para barcos de vela o donde su navegación está prohibida	5,5	5,5	5,5	7,0	-	-
7. Áreas de agua para barcos de vela incluyendo lagos, charcas, represas, aguas de marea, ríos, corrientes y canales con un área superficial no obstruida de						
a. Menos de 8 hectáreas	7,5	7,5	7,5	7,5	-	-
b. Más de 8 a 80 hectáreas	8,0	8,0	8,0	9,0	-	-
c. Más de 80 a 800 hectáreas	10,0	10,0	10,0	11,0	-	-
d. Más de 800 hectáreas	12,0	12,0	12,0	12,5	-	-
8. Terrenos y áreas de aguas públicas y privadas destinadas para aparejar o botar barcos de vela	La distancia de seguridad sobre el nivel del piso será de 1,5 m mayor que en 7 anteriormente indicado, para el tipo de áreas de agua servidas por sitios de botadura					



Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenida puesta a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas hasta 300 V ^{11, 12} ; conductores neutros que cumplen con la regla 230.E.1; cables de suministro que cumplen con la regla 230.C.1 (m)	Conductores de comunicación no aislados; cables autoportante de suministro hasta 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 300 V a 750 V (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 V a 23 kV ¹⁴ (m)	Conductores de contacto de vías férreas electrificadas y trole; y cables mensajeros	
					Hasta 750 V a tierra (m)	Más de 750 V a 23 kV a tierra (m)
Cuando los alambres o cables recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino						
9.a. Carreteras y avenidas	5,5	5,5	5,5	6,5	5,5	6,1
9.b. Caminos, calles o callejones	5,0	5,0	5,0	6,0	5,5	6,1
9.c. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,5
10. Calles y caminos en zonas rurales	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,1

g. Distancias de seguridad entre los alambres, conductores y cables tendidos en diferentes estructuras de soporte.



Nivel inferior	Nivel Superior				
	Retenidas de suministro, alambres de suspensión, conductores neutros que cumplen con la regla 230.E.1 y cables de guarda (m)	Comunicaciones: conductores y cables y cables mensajeros (sólo mensajeros) (m)	Cables de suministro que cumplen con la regla 230.C.1 (cable autoportado) y cables de suministro hasta 750 V que cumplen con la regla 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Conductores de suministro expuestos hasta 750 V y cables de suministro de más de 750 V que cumplen con la regla 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Conductores de suministro expuestos de más de 750 V a 23 kV (m)
1. Retenidas de suministro, alambres de vanos, conductores neutros que cumplen con la regla 230.E.1 y cables de guarda contra sobretensiones	0,60	0,60	0,60	0,60	1,20
2. Comunicaciones: retenidas, conductores y cables, y cables mensajeros	0,60	0,60	0,60	1,20	1,80
3. Cables de suministro que cumplen con la regla 230.C.1 y cables de suministro hasta 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3	0,60	0,60	0,60	1,00	1,20
4. Conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; cables de suministro de más de 750 V que cumplen con la regla 230.C.2 o 230.C.3	1,00	1,20	1,00	1,00	1,20
5. Conductores de suministro expuestos, de 750 V a 23 kV	1,20	1,80	1,20	1,20	1,20
6. Trole y conductores de contacto de la vía férrea electrificada y vano asociado y alambres portadores	1,20	1,20	1,20	1,20	1,80

h. Distancias de seguridad de los alambres, conductores y cables a otras estructuras de soporte.

- Una distancia horizontal, sin viento, de 1,50 m para tensiones de hasta 50kV.

i. Distancias de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas bajo tensión a edificaciones, letreros, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones a excepción de puentes



Distancia de Seguridad de	Conductores y cables de alimentación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V conductores neutros que cumplen con la regla 230E cables de suministro que cumplen con la regla 230.C.1 (m)	Cables auto-portante de suministro hasta 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de alimentación no aislados, cajas de equipos no puestas a tierra, hasta 750 V y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V (m)	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 23 kV, cajas de equipos no puestas a tierra, 750 V a 23 kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750 V a 23 kV (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV (m)
1. Edificaciones						
a. Horizontal						
(1) A paredes, proyecciones, balcones, ventanas y áreas fácilmente accesibles	1,0 (1,5)	1,0	1,0	1,0 (1,5)	2,5	2,5
b. Vertical						
(1) Sobre techos o proyecciones no fácilmente accesibles a peatones	1,8 (3,0)	1,8	1,8	3,0	4,0	4,0
(2) Sobre balcones y techos fácilmente accesibles a peatones	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
(3) Sobre techos accesibles a vehículos pero no sujetos a tránsito de camiones	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5
(4) sobre techos de estacionamiento accesibles al tránsito de camiones	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5
2. Letreros, chimeneas, carteles, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios y puentes						
a. Horizontal	1,0 (1,5)	1,0	1,0	1,0 (1,5)	2,5	2,5
b. Vertical						
(1) Sobre pasillos y otras superficies por donde transita el personal	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
(2) Sobre otras partes de dichas instalaciones no accesibles a peatones	1,8 (3,0)	1,8	1,8	1,8 (3,0)	3,5	3,5

j. Distancia de seguridad de alambres, conductores, cables y partes rígidas bajo tensión no protegidas desde puentes



	Partes rígidas bajo tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados; cables autoportante de suministro hasta 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3, cajas de equipos no puestos a tierra, hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos hasta 750 V (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV (m)	Partes rígidas bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 23 kV, cajas de equipos no puestos a tierra de 750 V a 23 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 750 V a 23 kV (m)
1. Distancia de seguridad adyacentes a puentes				
a. Soportes fijados al puente	1,0	1,0	2,5	2,5
b. Soportes no fijados al puente	1,0	1,0	2,5	2,5
2. Distancia de seguridad junto a, debajo de o dentro de la estructura del puente				
a. Partes fácilmente accesibles de cualquier puente incluyendo a las, paredes y accesorios del puente ¹				
(1) Soportes fijados al puente ³	1,0	1,0	2,5	2,5
(2) Soportes no fijados al puente	1,50	1,7	2,5	2,5
b. Partes normalmente inaccesibles de los puentes (no ladrillos, concreto o mampostería) y contrafuertes				
(1) Soportes fijados al puente	1,0	1,0	1,7	1,5
(2) Soportes no fijados al puente	1,2	1,5	2,0	1,8

Distancias de Separación en Guatemala.

Normas CNEE.



h. Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.

Naturaleza de la superficie bajo los conductores	Conductores de comunicación aislados, retenidas aterrizadas, conductores neutros y cables eléctricos aislados (m)	Cables suministradores aislados de más de 750 V y conductores suministradores en línea abierta de 0 – 750 V (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 750 V a 22 kV. (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 22 a 470 kV. (m)
Vías férreas	7.2	7.5	8.1	8.1 + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito	4.7	5.0	5.6	5.6 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Aceras o caminos accesibles sólo a peatones	2.9	3.8	4.4	4.4 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Aguas donde no está permitida la navegación	4.0	4.6	5.2	5.2 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV
Aguas navegables incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de:				
a) Hasta 8 ha	5.3	5.6	6.2	6.2/8.7/10.5 ó 12.3 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV
b) Mayor a 8 hasta 80 ha	7.8	8.1	8.7	
c) Mayor de 80 hasta 800 ha	9.6	9.9	10.5	
d) Arriba de 800 ha	11.4	11.7	12.3	

i. Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras.

NIVEL INFERIOR	NIVEL SUPERIOR			
	Conductores neutros que cumplen con 18.1E1, retenidas aéreas (m)	Cables y Conductores, mensajeros, retenidas de comunicación (m)	Conductores Suministradores de línea abierta De 0 a 750 V, (m)	Conductores Suministradores de línea abierta De 750 V-22 kV. (m)
Conductores neutros que cumplen con 18.1E1, retenidas aéreas	0.60	0.60	0.60	0.60
Cables y Conductores, mensajeros, retenidas de comunicación	----	0.60	1.20	1.50
Conductores Suministradores de línea abierta De 0 a 750 V	----	----	0.60	0.60
Conductores Suministradores de línea abierta de 750 V-22 KV.	----	----	----	0.60



j. Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones.

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD DE		Conductores y cables de comunicación aislados, mensajeros, retenidas aterrizadas y no aterrizadas expuestas a tensiones de hasta 300 V, conductores neutrales que cumplen con 18.1 E1, cables de suministro que cumplen con 18.1 C1.	Cables Suministradores de 0 a 750 V que cumplen con 18.1C2.	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 0-750 V, conductores de comunicación no aislados, carcasas de equipo no aterrizado, retenidas no aterrizadas expuestas a conductores abiertos de suministro de 300 a 750 V	Cables Suministradores de más de 750V que cumplen con 18.1C2 ó 18.1C3, Conductores Suministradores en línea abierta de 0 a 750 V.	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 750V-22kV, carcasas de equipo no aterrizado, retenidas no aterrizadas expuestas a tensiones de 750 V a 22 kV.	Conductores Suministradores en línea abierta de 750 V-22 kV.
		m	m	m	m	m	m
Edificios	Horizontal a paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	1.4 ^(1,2)	1.5 ^(1,2)	1.5 ^(1,2)	1.7 ^(1,4)	2.0 ^(1,2)	2.3 ^(1,5,6)
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas no accesibles a personas	0.9	1.10	3.0	3.2	3.6	3.8
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas accesibles a personas y vehículos además de vehículos pesados (Nota 3)	3.2	3.4	3.4	3.5	4.0	4.1
	Vertical arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados (Nota 3)	4.7	4.9	4.9	5.0	5.5	5.6
Anuncios, chimeneas, antenas y torres	Horizontal	0.9	1.07	1.5 ⁽¹⁾	1.7 ^(1,4)	2.0 ⁽¹⁾	2.3 ^(1,2,5,6)
	Vertical arriba o abajo de cornisas y otras superficies sobre las cuales pueden caminar personas	3.2	3.4	3.4	3.5	4.0	4.1
	Vertical arriba o abajo de otras partes de tales instalaciones	0.9	1.07	1.7	1.8 ⁽¹⁾	2.45	2.3

k. Distancia de conductores y partes energizadas a edificios, anuncios, carteleras, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes.

Conductor o Cable	Distancia de seguridad horizontal requerida cuando es desplazada por el viento. m
Conductores de suministro en línea abierta , 0 a 750 V	1.1
Cables que cumplen con 18.1 C2, mayor de 750V.	1.1
Cable que cumple con 18.1 C3, mayor de 750 V	1.1
Conductores de suministro de línea abierta con tensiones superiores a 750 V hasta 22KV	1.4



I. Distancia de Conductores y cables a otras estructuras de soporte.

- Una distancia horizontal, sin viento, de 1.50 m para tensiones de hasta 50 kV;
- Una distancia vertical de 1.40 m para tensiones menores de 22 kV y de 1.70 m para tensiones entre 22 kV y 50 kV.

m. Distancias de seguridad entre conductores y cables soportados en la misma estructura.

Distancias de seguridad vertical entre conductores, en sus soportes



CONDUCTORES Y CABLES EN NIVELES INFERIORES	CONDUCTORES Y CABLES EN NIVELES SUPERIORES			
	CABLES DE SUMINISTRO QUE CUMPLEN CON 18.1C1,2 ó 3, CONDUCTORES NEUTRALES QUE CUMPLEN CON 18.1E1 (m)	CONDUCTORES DE SUMINISTRO ABIERTOS		
		De 0 A 8.7 kV (m)	MAS DE 8.7kV A 50 Kv (m)	
			MISMA EMPRESA (m)	DIFERENTE EMPRESA (m)
De Comunicación				
• En general	1.00	1.00	1.00	1.00 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Eléctricos con tensión entre conductores de:				1.00 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
• Hasta 750 V	0.41	0.41 ⁽¹⁾	0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1.00 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
• Más de 750 V Hasta 8.7 kV		0.41 ⁽¹⁾	0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1.00 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
• Más de 8.7 kV a 22 kV - si se trabaja con línea energizada - Si no se trabaja con línea energizada			0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1.00 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV. 0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
• Más de 22 kV sin exceder 50 kV			0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.

Distancia de separación mínima en cualquier dirección de conductores de línea a soportes o a la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas sujetas a la misma estructura



LINEA AEREA	LINEAS DE COMUNICACIÓN EN ESTRUCTURAS DE SOPORTE		LINEAS DE SUMINISTRO		
	SOLO LINEAS DE COMUNICACIÓN	LINEAS DE COMUNICACIÓN Y ELECTRICAS	TENSION ENTRE FASES		
			0 a 8.7 kV.	8.7 a 50 kV.	50 a 814 kV.
cm	cm	cm	cm	cm	
CONDUCTORES VERTICALES O DERIVADOS					
• Del mismo circuito	7.5	7.5	7.5	7.5 más 0.65 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV.	Valor no especificado
• De diferente circuito	7.5	7.5	15	15 más 1cm por cada kV en exceso de 8.7	58 más 1 cm por cada kV en exceso de 50
RETENIDAS Y MENSAJEROS SUJETOS A UNA MISMA ESTRUCTURA					
• Cuando estén paralelos a la línea	7.5	15	30	30 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7	74 más 1 cm por cada kV En exceso de 50
• Retenidas de ancla	7.5	15	15	15 más 0.65 por cada kV en exceso de 8.7	41 más 0.65 cm por cada kV en exceso de 50
• Otros	7.5	15	15	15 más 1cm por cada kV en exceso de 8.7	58 más 1 cm por cada kV En exceso de 50
SUPERFICIES DE CRUCETAS	7.5	7.5	7.5	7.5 más 0.50 cm por cada kV en exceso de 8.7	28 más 0.50 cm por cada kV en exceso de 50
SUPERFICIES DE ESTRUCTURAS					
• Que soporten líneas de comunicación y eléctricas	---	12.5	12.5	12.5 más 0.50 cm por cada kV En exceso de 8.7	33 más 0.50 cm por cada kV en exceso de 50
• Otros	7.5	---	7.5	7.5 más 0.50 cm por cada kV en exceso de 8.7 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	28 más 0.50 cm por cada kV en exceso de 50

n. Distancia horizontal entre conductores y cables de línea en la misma estructura

CLASE DE CIRCUITO	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD EN cm	NOTAS
Línea de comunicación abierta	15 7.5	No aplica a transposiciones Permitido en casos donde el espacio entre pines es menor de 15 cm
Conductores eléctricos del mismo circuito: • De 0 a 8.7 kV. • De 8.7 a 50 kV. • Mayor de 50 kV.	30 30 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV. No hay valor especificado	
Conductores eléctricos de diferentes circuitos: • De 0 a 8.7 kV. • De 8.7 a 50 kV. • De 50 a 814 kV.	30 30 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 8.7 kV. 72.5 más 1.0 cm por cada kV de exceso de 50 kV.	Para todas las tensiones mayores de 50 kV, la distancia de separación deberá ser incrementada en 3 % por cada 300 m en exceso de 1,000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias para tensiones mayores de 50 kV Deberán ser basadas en la máxima tensión de operación.

Distancias de Separación en Ecuador.

Distancias de seguridad a edificaciones



Las distancias verticales y horizontales, para conductores desnudos en reposo (sin desplazamiento del viento).

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD Hr		Conductores 0 a 750 V.	Conductores 750 V-22 kV.	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 0V-750 V.	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 750V-22kV,
		M	m	m	m
Edificios	Horizontal a paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	1.7(A, B)	2.3 (A, B)	1.5 (A)	2.0 (A)
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas no accesibles a personas	3.2	3.8	3.0	3.6
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas accesibles a personas y vehículos, además de vehículos pesados.	3.5	4.1	3.4	4.0
	Vertical arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados.	5.0	5.6	4.9	5.5
Anuncios, chimeneas	Horizontal	1.7 (A,B)	2.3 (A,C)	1.5 (A)	2.0 (A)
	Vertical arriba o abajo de cornisas y otras superficies sobre las cuales pueden caminar personas	3.5	4.1	3.4	4.0
	Vertical arriba o abajo de otras partes de tales instalaciones	1.8 (A)	2.3	1.7	2.45

Para los casos siguientes, se podrán aceptar las distancias que se señala:

A. Las carteleras, chimeneas, antenas, tanques u otras instalaciones que no requieran de mantenimiento en el cual personas estén trabajando o pasando en medio de los conductores y el edificio, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0.60 m.

B. Cuando el conductor o cable es desplazado por el viento para conductores en reposo de 750 V a 22 kV, la distancia mínima de seguridad no debe ser menor a 1.40 m, ver Tabla No 2.



a. **Distancia de conductores y partes energizadas a edificios, anuncios, carteleras, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes, bajo viento.**

Las distancias en reposo (Hr) de la tabla anterior son sin viento, cuando los conductores son desplazados de su posición, por una presión de viento de 29 kg/m², se podrán reducir a los valores mínimos especificados en la siguiente tabla.

Distancias mínimas de seguridad de conductores y cables a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones, bajo viento. (Distancias en metros)

Conductor o Cable	Distancia de seguridad horizontal Hw (fig. No. 2), en el caso de desplazamiento de viento
Conductores (0 a 750 V)	1.1
Conductores (750 V a 22 kV)	1.4

b. **Distancia de Conductores a otras estructuras de soporte.**

Los conductores y cables que pasen próximos a estructuras de alumbrado público, de soporte de semáforos o de soporte de una segunda línea, deben estar separados de cualquier parte de esas estructuras por distancias no menores que las siguientes:

Distancias de seguridad de conductores a otras estructuras de soporte (en metros).

	Con viento		Sin viento
Distancia Horizontal	0- 750 V	22 kV	Hasta 50 kV
	1.1	1.4	1.5
Distancia Vertical	0 – 22 kV		22- 50 kV
	1.4		1.7

**C. Obras de infraestructura**

Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.

Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores sobre vías férreas, el suelo o agua

(Distancias en metros)

Naturaleza de la Superficie bajo los conductores	Conductores de 0-750 V.	Conductores de 750 V a 22 kV
Vías férreas	7.5	8.1
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito	5.0	5.6
Aceras o caminos accesibles sólo a peatones	3.8	4.4
Aguas donde no está permitida la navegación	4.6	5.2
Aguas navegables incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de:		
e) Hasta 8 Km ²	5.6	6.2
f) Mayor a 8 hasta 80 Km ²	8.1	8.7
g) Mayor de 80 hasta 800 Km ²	9.9	10.5
h) Arriba de 800 Km ²	11.7	12.3

Nota:

Como se puede observar en los diferentes países se utiliza distancias similares, todas sacadas del National Electrical Safety Code, ANSI C2, pues esta norma es la utilizada alrededor de mundo para determinar las distancias de seguridad en instalaciones eléctricas y redes de distribución.



CUENCA

UNIVERSIDAD DE

Anexo IX

Precios unitarios de materiales



CUENCA

UNIVERSIDAD DE



CUENCA

UNIVERSIDAD DE

**PRECIOS UNITARIOS VIGENTES DESDE EL 1 DE FEBRERO DE 2010
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DISTRIBUCIÓN EN LA MATRIZ
APROBADO POR PRESIDENCIA EJECUTIVA EN MEMORANDO DIDIS 0171 DE 21 DE ENERO DE 2010
CÓDIGO PARA CÁLCULO EN SGP 35**

DESCRIPCIÓN	P.U.
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE) #4	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1FASE) #2	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE) # 1/0	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE) # 2/0	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE) # 3/0	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE Y NEUTRO) #4	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE Y NEUTRO) # 2	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE Y NEUTRO) # 1/0	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE Y NEUTRO) # 2/0	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (1 FASE Y NEUTRO) # 3/0	2,72
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (3 FASES Y NEUTRO) #4	4,28
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (3 FASES Y NEUTRO) #2	4,28
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (3 FASES Y NEUTRO) #1/0	4,28
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (3 FASES Y NEUTRO) # 2/0	4,28
AMORTIGUADOR ESPIRAL SIMPLE (3 FASES Y NEUTRO) # 3/0	4,28
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE) #4	3,5
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE) #2	3,5
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE) #1/0	3,5
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE) # 2/0	3,5
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE) # 3/0	3,5
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE Y NEUTRO) # 4	4,28
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE Y NEUTRO)#2	4,28
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE Y NEUTRO) # 1/0	4,28
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE Y NEUTRO) # 2/0	4,28
AMORTIGUADOR ESPIRAL DOBLE (1 FASE Y NEUTRO) # 3/0	4,28
AMORTIGUADOR PESAS (1 FASE)#4	3,89
AMORTIGUADOR PESAS (1 FASE)#2	3,89
AMORTIGUADOR PESAS (1FASE)#1/0	3,89
AMORTIGUADOR PESAS (3FASES)#4	6,61
AMORTIGUADOR PESAS (3 FASES)#2	6,61
AMORTIGUADOR PESAS (3FASES) #1/0	6,61
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE #6 TIPO 5005	117,76
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE #4 TIPO 5005	143,16
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE #2 TIPO 5005	168,56
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE#1/0 TIPO 500	193,96
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE#2/0 TIPO 500	219,36
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE#3/0 TIPO 500	244,76
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #6 TIPO 5005 POR CAMBIO POSTE	79,48
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #4 TIPO 5005 POR CAMBIO POSTE	92,34
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #2 TIPO 5005 POR CAMBIO POSTE	105,67
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #1/0 TIPO 5005 POR CAMBIO POSTE	118,53
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #2/0 TIPO 5005 POR CAMBIO POSTE	130,93
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #3/0 TIPO 5005 POR CAMBIO POSTE	144,26
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE #4 TIPO ACSR	175,48
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE #2 TIPO ACSR	200,88
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE#1/0 TIPO ACSR	226,28
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE#2/0 TIPO ACS	251,68
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR CALIBRE#3/0 TIPO ACSR	277,08
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #4 TIPO ACSR POR CAMBIO POSTE	110,72
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #2 TIPO ACSR POR CAMBIO POSTE	123,12
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #1/0 TIPO ACSR POR CAMBIO POSTE	136,45
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #2/0 TIPO ACSR POR CAMBIO POSTE	148,85
REUTILIZACION CONDUCTOR CALIBRE #3/0 TIPO ACSR POR CAMBIO POSTE	162,17
TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR DUPLEX 2*6	168,56
TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR TRIPLEX 3*6	193,96
TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR CUADRUPLIX 4*6	226,28
TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR DUPLEX 2*4	200,88
TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR TRIPLEX 3*4	244,76
TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR CUADRUPLIX 4*4	270,15
TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR DUPLEX 2*2	226,28
TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR TRIPLEX 3*2	277,08
TENDIDO, CALIBRACION, AMARRE CONDUCTOR CUADRUPLIX 4*2	348,2
RECALIBRADO CONDUCTOR CALIBRE #4 AWG TIPO ACSR	67,53
RECALIBRADO CONDUCTOR CALIBRE #2 AWG TIPO ACSR	78,1
RECALIBRADO CONDUCTOR CALIBRE #1/0 AWG TIPO ACSR	88,21
RECALIBRADO CONDUCTOR CALIBRE #2/0 AWG TIPO ACSR	98,77
RECALIBRADO CONDUCTOR #6 AWG TIPO 5005	43,64
RECALIBRADO CONDUCTOR #4 AWG TIPO 5005	53,75

RECALIBRADO CONDUCTOR CALIBRE #2 AWG TIPO 5005	64,32
RECALIBRADO CONDUCTOR CALIBRADO #1/0 AWG TIPO 5005	74,43
RECALIBRADO CONDUCTOR CALIBRE #2/0 AWG TIPO 5005	84,99
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 2*35+N25 MM2	424,72
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 2*35+N25+1*16 MM2	440,97
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 2*50+N35 MM2	457,22
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 3*35+N25 MM2	457,22
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 2*50+N50 MM2	466,5
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 2*50+N35+1*16 MM2	468,82
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 3*35+N25+1*16 MM2	473,46
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 2*50+N50+1*16 MM2	498,99
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 3*50+N35 MM2	519,88
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 3*50+N50 MM2	543,09
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 3*50+N35+1*16 MM2	543,09
TENDIDO,CALIBRACION Y AMARRE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 3*50+N50+1*16 MM2	566,3
EMPALME AEREO PREENSAMBLADO 1F3C	12,97
EMPALME AEREO PREENSAMBLADO 1F4C	14,27
EMPALME AEREO PREENSAMBLADO 3F4C	14,27
EMPALME AEREO PREENSAMBLADO 3F5C	15,56
PUNTA TERMINAL EXTERIOR CABLE CALIBRE # 2 / 15KV	16,26
PUNTA TERMINAL EXTERIOR CABLE CALIBRE # 1/0 / 15KV	16,26
PUNTA TERMINAL EXTERIOR CABLE CALIBRE # 2/0 / 15KV	17,97
PUNTA TERMINAL EXTERIOR CABLE CALIBRE # 3/0 / 15KV	19,68
PUNTA TERMINAL EXTERIOR CABLE CALIBRE # 2 / 25KV	16,26
PUNTA TERMINAL EXTERIOR CABLE CALIBRE # 1/0 / 25KV	17,97
PUNTA TERMINAL EXTERIOR CABLE CALIBRE # 2/0 / 25KV	17,97
PUNTA TERMINAL EXTERIOR CABLE CALIBRE # 3/0 / 25KV	19,68
PUNTA TERMINAL INTERIOR CABLE CALIBRE # 2 / 15KV	15,87
PUNTA TERMINAL INTERIOR CABLE CALIBRE # 1/0 / 15KV	15,87
PUNTA TERMINAL INTERIOR CABLE CALIBRE # 2/0 / 15KV	17,55
PUNTA TERMINAL INTERIOR CABLE CALIBRE # 3/0 / 15KV	19,22
PUNTA TERMINAL INTERIOR CABLE CALIBRE # 2 AWG / 25KV	15,87
PUNTA TERMINAL INTERIOR CABLE CALIBRE # 1/0 / 25KV	17,55
PUNTA TERMINAL INTERIOR CABLE CALIBRE # 2/0 / 25KV	17,55
PUNTA TERMINAL INTERIOR CABLE CALIBRE # 3/0 / 25KV	19,22
CODO PREMOLDEADO CABLE CALIBRE # 2 / 15KV	17,97
CODO PREMOLDEADO CABLE CALIBRE # 1/0 / 15KV	19,9
CODO PREMOLDEADO CABLE CALIBRE # 2/0 / 15KV	19,9
CODO PREMOLDEADO CABLE CALIBRE # 3/0 / 15KV	19,9
CODO PREMOLDEADO CABLE CALIBRE # 250MCM / 15KV	19,9
CODO PREMOLDEADO CABLE CALIBRE # 2 / 25KV	17,97
CODO PREMOLDEADO CABLE CALIBRE # 1/0 / 25KV	19,9
CODO PREMOLDEADO CABLE CALIBRE # 2/0 / 25KV	19,9
CODO PREMOLDEADO CABLE CALIBRE # 3/0 / 25KV	19,9
EMPALME RECTO PREMOLDEADO PARA CABLE CALIBRE # 2 / 15KV	19,69
EMPALME RECTO PREMOLDEADO PARA CABLE CALIBRE # 1/0 / 15KV	23,11
EMPALME RECTO PREMOLDEADO PARA CABLE CALIBRE # 2/0 / 15KV	23,11
EMPALME RECTO PREMOLDEADO PARA CABLE CALIBRE # 2 / 25KV	19,69
EMPALME RECTO PREMOLDEADO PARA CABLE CALIBRE # 1/0 / 25KV	23,11
EMPALME RECTO PREMOLDEADO PARA CABLE CALIBRE # 2/0 / 25KV	23,11
EMPALME RECTO CON CINTAS PARA CABLE CALIBRE # 2 / 15KV	33,38
EMPALME RECTO CON CINTAS PARA CABLE CALIBRE # 1/0 / 15KV	33,38
EMPALME RECTO CON CINTAS PARA CABLE CALIBRE # 2/0 / 15KV	33,38
EMPALME RECTO CON CINTAS PARA CABLE CALIBRE # 2 / 25KV	33,38
EMPALME RECTO CON CINTAS PARA CABLE CALIBRE # 1/0 / 25KV	33,38
EMPALME RECTO CON CINTAS PARA CABLE CALIBRE # 2/0 / 25KV	33,38
EMPALME EN T O Y, MATRIZ # 2, DERIVACION # 2 / 15KV	44,13
EMPALME EN T O Y, MATRIZ # 1/0, DERIVACION # 2 / 15KV	45,73
EMPALME EN T O Y, MATRIZ # 2/0, DERIVACION # 2 / 15KV	42,59
EMPALME EN T O Y, MATRIZ # 2, DERIVACION # 2 / 25KV	49,32
EMPALME EN T O Y, MATRIZ # 1/0, DERIVACION # 2 / 25KV	49,32
EMPALME EN T O Y, MATRIZ # 2/0, DERIVACION # 2 / 25KV	47,59
MONTAJE DE BARRA PARA PREMOLDEADOS 15/25 KV	22,6
PREMOLDEADO "T" CABLE CALIBRE # 2 / 15-25KV	33,37
PREMOLDEADO "T" CABLE CALIBRE # 250 MCM / 15-25 KV	33,37
COLOCACION DE SELLO HERMETIZANTE PARA DUCTO 110MM	10,02
COLOCACION DE CAPUCHON TERMINAL EN B.T. 1F	3,35
ARMADA DE BAJANTE EN TUBO EMT 110MM DE RED AEREA A SUBT. M.T.	30,4
ARMADO TOTAL DE TABLERO DE DIST. TIPO I LINE, 8 CIRCUITOS	53,41
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 250 MCM 8KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM	387,34
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 1/0 AWG 15KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM	387,34
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 15KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM	363,43
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 25KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM	363,43
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 1/0 AWG 25KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM	387,34
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 3/0 AWG 25KV,1F M.T. EN DUCTO 110MM	416,04
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 1/0 AWG 15 KV,3F M.T. EN DUCTO 110MM	1084,56
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 15 KV,3F M.T. EN DUCTO 110MM	1022,4
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2 AWG 25KV,3F M.T. EN DUCTO 110MM	1022,4



CUENCA

TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 1/0 AWG 25KV, 3F M.T. EN DUCTO 110MM	1084,56
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 2/0 AWG 25KV, 3F M.T. EN DUCTO 110MM	1190,72
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 3/0 AWG 25KV, 3F M.T. EN DUCTO 110MM	1190,72
TENDIDO DE CONDUCTOR XLPE 250 MCM 25KV, 3F M.T. EN DUCTO 110MM	1190,72
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 8 AWG EN POLITUBO PVC	119,63
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 6 AWG EN POLITUBO PVC	133,44
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 4 AWG EN POLITUBO PVC	157,36
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 2 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	170,53
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 1/0 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	170,53
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 2/0 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	187,59
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 3/0 AWG, 1F EN DUCTO 110MM	187,59
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 2 AWG, 3F EN DUCTO 110MM	642,34
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 1/0 AWG, 3F EN DUCTO 110MM	642,34
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 2/0 AWG, 3F EN DUCTO 110MM	699,18
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 3/0 AWG, 3F EN DUCTO 110MM	699,18
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 4/0 AWG, 3F EN DUCTO 110MM	699,18
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 250 MCM, 3F EN DUCTO 110MM	756,03
TENDIDO DE CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 2 AWG 1F EN DUCTO	153,48
TENDIDO DE CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 1/0 AWG 1F EN DUCTO	153,48
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 8 AWG, DIRECTO EN TIERRA	103,53
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 6 AWG, DIRECTO EN TIERRA	126,54
TENDIDO DE CONDUCTOR TTU 4 AWG, DIRECTO EN TIERRA	147,24
TENDIDO DE CONDUCTOR TW 14 AWG EN POLITUBO PVC	38,91
TENDIDO DE CONDUCTOR TW 12 AWG EN POLITUBO PVC	48,06
TENDIDO DE CONDUCTOR TW 10 AWG, EN POLITUBO PVC	61,8
TENDIDO DE CONDUCTOR TW 8 AWG, EN POLITUBO PVC	74,38
ESTRUCTURA TIPO UP	4,53
ESTRUCTURA TIPO UP	4,53
ESTRUCTURA TIPO UP2	5,29
ESTRUCTURA TIPO UP2	5,29
ESTRUCTURA TIPO UA	4,98
ESTRUCTURA TIPO UA	4,98
ESTRUCTURA TIPO UA	4,98
ESTRUCTURA TIPO UR	4,98
ESTRUCTURA TIPO UR	4,98
ESTRUCTURA TIPO UR	4,98
ESTRUCTURA TIPO UA2	6,95
ESTRUCTURA TIPO UA2	6,95
ESTRUCTURA TIPO UA2	6,95
ESTRUCTURA TIPO UR2	7,55
ESTRUCTURA TIPO UR2	7,55
ESTRUCTURA TIPO UR2	7,55
ESTRUCTURA TIPO UP+UA	6,04
ESTRUCTURA TIPO UP+UA	6,04
ESTRUCTURA TIPO UP+UR	6,04
ESTRUCTURA TIPO UP+UR	6,04
ESTRUCTURA TIPO UP+UR	6,04
ESTRUCTURA TIPO UP2+UA	6,8
ESTRUCTURA TIPO UP2+UA	6,8
ESTRUCTURA TIPO UP2+UA	6,8
ESTRUCTURA TIPO UP2+UR	6,8
ESTRUCTURA TIPO UP2+UR	6,8
ESTRUCTURA TIPO UP2+UR	6,8
ESTRUCTURA TIPO UA+UR	6,5
ESTRUCTURA TIPO UA+UR	6,5
ESTRUCTURA TIPO UA+UR	6,5
ESTRUCTURA TIPO UR+UR	6,5
ESTRUCTURA TIPO UR+UR	6,5
ESTRUCTURA TIPO UR+UA2	8,91
ESTRUCTURA TIPO UR+UA2	8,91
ESTRUCTURA TIPO UR+UA2	8,91
ESTRUCTURA TIPO UR2+UR	9,52
ESTRUCTURA TIPO UR2+UR	9,52
ESTRUCTURA TIPO UR2+UR	9,52
ESTRUCTURA TIPO UP + UA2	7,55
ESTRUCTURA TIPO UP + UA2	7,55
ESTRUCTURA TIPO UP2+UA2	8,76
ESTRUCTURA TIPO UP2+UA2	8,76
ESTRUCTURA TIPO CP	11,33
ESTRUCTURA TIPO CP	11,33
ESTRUCTURA TIPO CPE	11,33
ESTRUCTURA TIPO CP2	19,64
ESTRUCTURA TIPO CP2	19,64
ESTRUCTURA TIPO CP2E	19,64
ESTRUCTURA TIPO CR	17,82
ESTRUCTURA TIPO CR	17,82
ESTRUCTURA TIPO CRE	17,82
ESTRUCTURA TIPO CR2	21,9
ESTRUCTURA TIPO CR2	21,9
ESTRUCTURA TIPO CR2E	21,9
ESTRUCTURA TIPO VP	11,33
ESTRUCTURA TIPO VP	11,33
ESTRUCTURA TIPO VP2	20,39
ESTRUCTURA TIPO VP2	20,39
ESTRUCTURA TIPO VR	18,13
ESTRUCTURA TIPO VR	18,13

ESTRUCTURA TIPO VR2	20,39
ESTRUCTURA TIPO VR2	20,39
ESTRUCTURA TIPO RVPP	20,39
ESTRUCTURA TIPO BA	8,91
ESTRUCTURA TIPO BA	8,91
ESTRUCTURA TIPO BR	8,91
ESTRUCTURA TIPO BR	8,91
ESTRUCTURA TIPO BA2	16,31
ESTRUCTURA TIPO BA2	16,31
ESTRUCTURA TIPO SC	10,57
ESTRUCTURA TIPO SC	10,57
ESTRUCTURA TIPO AC	18,88
ESTRUCTURA TIPO AC	18,88
ESTRUCTURA TIPO RCPP	18,88
ESTRUCTURA TIPO RCPP	18,88
ESTRUCTURA TIPO RRC	19,64
ESTRUCTURA TIPO RC	16,62
ESTRUCTURA TIPO RC + RC	30,21
ESTRUCTURA TIPO UP-V	8,31
ESTRUCTURA TIPO UP2-V	14,35
ESTRUCTURA TIPO UR-V	14,2
ESTRUCTURA TIPO UR2-V	16,16
ESTRUCTURA TIPO HP	14,88
ESTRUCTURA TIPO HP	14,88
ESTRUCTURA TIPO HS	14,88
ESTRUCTURA TIPO HS	14,88
ESTRUCTURA TIPO HP2	27,47
ESTRUCTURA TIPO HP2	27,47
ESTRUCTURA TIPO HR2	27,47
ESTRUCTURA TIPO HR2	27,47
ESTRUCTURA TIPO HR O HRT	25,18
ESTRUCTURA TIPO HR O HRT	25,18
ESTRUCTURA TIPO HS2	18,31
ESTRUCTURA TIPO HS2	18,31
ESTRUCTURA TIPO HRR2	36,62
ESTRUCTURA TIPO HRR2	36,62
ESTRUCTURA TIPO HRRT	34,33
ESTRUCTURA TIPO HRRT	34,33
ESTRUCTURA TIPO 3UR2 O H3R2 (SIN NEUTRO)	48,06
ESTRUCTURA TIPO 3UR2 O H3R2 (SIN NEUTRO)	48,06
ESTRUCTURA TIPO CP + UR	14,05
ESTRUCTURA TIPO CP + UR	14,05
ESTRUCTURA TIPO CP2 + UR	22,36
ESTRUCTURA TIPO CP2 + UR	22,36
ESTRUCTURA TIPO CR + UR	20,54
ESTRUCTURA TIPO CR + UR	20,54
ESTRUCTURA TIPO CR2 + UR	24,62
ESTRUCTURA TIPO CR2 + UR	24,62
ESTRUCTURA TIPO VP + UR	14,05
ESTRUCTURA TIPO VP + UR	14,05
ESTRUCTURA TIPO VP2 + UR	23,11
ESTRUCTURA TIPO VP2 + UR	23,11
ESTRUCTURA TIPO VR + UR	20,85
ESTRUCTURA TIPO VR + UR	20,85
ESTRUCTURA TIPO BA + UR	11,63
ESTRUCTURA TIPO BA + UR	11,63
ESTRUCTURA TIPO BR + UR	11,63
ESTRUCTURA TIPO BR + UR	11,63
ESTRUCTURA TIPO BA2 + UR	19,03
ESTRUCTURA TIPO BA2 + UR	19,03
ESTRUCTURA TIPO SC + UR	13,29
ESTRUCTURA TIPO SC + UR	13,29
ESTRUCTURA TIPO AC + UR	21,6
ESTRUCTURA TIPO AC + UR	21,6
ESTRUCTURA TIPO RRC + UR	21,29
ESTRUCTURA TIPO RRC + UR	21,29
ESTRUCTURA TIPO RC + UR	19,34
ESTRUCTURA TIPO RC + UR	19,34
ESTRUCTURA TIPO H3R2 + UR	52,18
ESTRUCTURA TIPO H3R2 + UR	52,18
ESTRUCTURA TIPO CP + 2UR	16,31
ESTRUCTURA TIPO CP + 2UR	16,31
ESTRUCTURA TIPO CP2 + 2UR	24,62
ESTRUCTURA TIPO CP2 + 2UR	24,62
ESTRUCTURA TIPO CR + 2UR	22,81
ESTRUCTURA TIPO CR + 2UR	22,81
ESTRUCTURA TIPO CR2 + 2UR	26,89
ESTRUCTURA TIPO CR2 + 2UR	26,89
ESTRUCTURA TIPO BA + 2UR	13,9
ESTRUCTURA TIPO BA + 2UR	13,9
ESTRUCTURA TIPO BR + 2UR	13,9
ESTRUCTURA TIPO BR + 2UR	13,9
ESTRUCTURA TIPO BA2 + 2UR	21,3
ESTRUCTURA TIPO BA2 + 2UR	21,3
ESTRUCTURA TIPO CP + CR	24,92
ESTRUCTURA TIPO CP + CR	24,92
ESTRUCTURA TIPO CP2 + CR	33,23
ESTRUCTURA TIPO CP2 + CR	33,23
ESTRUCTURA TIPO CR + RC	32,18
ESTRUCTURA TIPO CR + RC	32,18
ESTRUCTURA TIPO CR2 + CR	35,5
ESTRUCTURA TIPO CR2 + CR	35,5
ESTRUCTURA TIPO VP + RC	24,17
ESTRUCTURA TIPO VP + RC	24,17
ESTRUCTURA TIPO VP2 + RC	33,23
ESTRUCTURA TIPO VP2 + RC	33,23
ESTRUCTURA TIPO VR2 + RC	33,23
ESTRUCTURA TIPO VR2 + RC	33,23
ESTRUCTURA TIPO VR + RC	31,72
ESTRUCTURA TIPO VR + RC	31,72
ESTRUCTURA TIPO SC + RC	24,17
ESTRUCTURA TIPO AC + CR	32,48
ESTRUCTURA TIPO AC + CR	32,48
ESTRUCTURA TIPO RRC + RC	33,23
ESTRUCTURA TIPO RRC + RC	33,23
ESTRUCTURA TIPO CR + CR	30,21
ESTRUCTURA TIPO CR + CR	30,21
ESTRUCTURA TIPO VP + RCPP	26,44



CUENCA

ESTRUCTURA TIPO VP2 + RCPP	35,5
ESTRUCTURA TIPO VP2 + RCPP	35,5
ESTRUCTURA TIPO VR2 + RCPP	35,5
ESTRUCTURA TIPO VR2 + RCPP	35,5
ESTRUCTURA TIPO VR + RCPP	33,99
ESTRUCTURA TIPO VR + RCPP	33,99
ESTRUCTURA TIPO SC + RCPP	25,68
ESTRUCTURA TIPO SC + RCPP	25,68
ESTRUCTURA TIPO AC + RCPP	33,99
ESTRUCTURA TIPO AC + RCPP	33,99
ESTRUCTURA TIPO CR + RCPP	34,74
ESTRUCTURA TIPO CR + RCPP	34,74
ESTRUCTURA TIPO RC + RCPP	32,48
ESTRUCTURA TIPO RC + RCPP	32,48
ESTRUCTURA TIPO BA + BR	14,95
ESTRUCTURA TIPO BA + BR	14,95
ESTRUCTURA TIPO BA2 + BR	22,36
ESTRUCTURA TIPO BA2 + BR	22,36
ESTRUCTURA TIPO H3R2 + CR	67,52
ESTRUCTURA TIPO H3R2 + CR	67,52
REPLANTEO	124,1
ESTRUCTURA TIPO ES041	3,78
ESTRUCTURA TIPO ES041	3,78
ESTRUCTURA TIPO ES042	4,08
ESTRUCTURA TIPO ES042	4,08
ESTRUCTURA TIPO ES043	4,83
ESTRUCTURA TIPO ES043	4,83
ESTRUCTURA TIPO ES044	5,14
ESTRUCTURA TIPO ES044	5,14
ESTRUCTURA TIPO ES045	5,44
ESTRUCTURA TIPO ES045	5,44
ESTRUCTURA TIPO 2(ES041)	4,53
ESTRUCTURA TIPO 2(ES041)	4,53
ESTRUCTURA TIPO 3(ES041)	5,29
ESTRUCTURA TIPO 3(ES041)	5,29
ESTRUCTURA TIPO 2ES041	4,23
ESTRUCTURA TIPO 2ES041	4,23
ESTRUCTURA TIPO 2ES042	4,83
ESTRUCTURA TIPO 2ES042	4,83
ESTRUCTURA TIPO 2ES043	6,04
ESTRUCTURA TIPO 2ES043	6,04
ESTRUCTURA TIPO 2ES044	6,65
ESTRUCTURA TIPO 2ES044	6,65
ESTRUCTURA TIPO 2ES045	7,25
ESTRUCTURA TIPO 2ES045	7,25
ESTRUCTURA TIPO 2(2ES041)	5,44
ESTRUCTURA TIPO 2(2ES041)	5,44
ESTRUCTURA TIPO 3(2ES041)	6,65
ESTRUCTURA TIPO 3(2ES041)	6,65
ESTRUCTURA TIPO E1P	5,29
ESTRUCTURA TIPO (E1)R	5,29
ESTRUCTURA TIPO 2(E1)P	4,53
ESTRUCTURA TIPO 2(E1)R	4,53
ESTRUCTURA TIPO 2E1R	4,23
ESTRUCTURA TIPO E2+E1R	4,08
ESTRUCTURA TIPO 3(E1)P	5,29
ESTRUCTURA TIPO 3(E1)R	5,29
ESTRUCTURA TIPO ES041+ES042	4,53
ESTRUCTURA TIPO ES041+ES042	4,53
ESTRUCTURA TIPO ES041+ES043	5,29
ESTRUCTURA TIPO ES041+ES043	5,29
ESTRUCTURA TIPO ES041+ES044	5,59
ESTRUCTURA TIPO ES041+ES044	5,59
ESTRUCTURA TIPO ES041+ES045	5,89
ESTRUCTURA TIPO ES041+ES045	5,89
ESTRUCTURA TIPO ES042+ES043	5,59
ESTRUCTURA TIPO ES042+ES043	5,59
ESTRUCTURA TIPO ES042+ES044	6,19
ESTRUCTURA TIPO ES042+ES044	6,19
ESTRUCTURA TIPO ES042+ES045	6,19
ESTRUCTURA TIPO ES042+ES045	6,19
ESTRUCTURA TIPO ES043+ES044	6,65
ESTRUCTURA TIPO ES043+ES044	6,65
ESTRUCTURA TIPO ES043+ES045	6,95
ESTRUCTURA TIPO ES043+ES045	6,95
ESTRUCTURA TIPO ES044+ES045	7,25
ESTRUCTURA TIPO ES044+ES045	7,25
ESTRUCTURA TIPO ES041+2(ES041)	4,98
ESTRUCTURA TIPO ES041+2(ES041)	4,98
ESTRUCTURA TIPO ES041+3(ES041)	5,74
ESTRUCTURA TIPO ES041+3(ES041)	5,74
ESTRUCTURA TIPO ES042+2(ES041)	5,29
ESTRUCTURA TIPO ES042+2(ES041)	5,29
ESTRUCTURA TIPO ES042+3(ES041)	6,04
ESTRUCTURA TIPO ES042+3(ES041)	6,04
ESTRUCTURA TIPO ES043+2(ES041)	6,04
ESTRUCTURA TIPO ES043+2(ES041)	6,04
ESTRUCTURA TIPO ES043+3(ES041)	6,8
ESTRUCTURA TIPO ES043+3(ES041)	6,8
ESTRUCTURA TIPO 2(ES041)+3(ES041)	6,19
ESTRUCTURA TIPO 2(ES041)+3(ES041)	6,19
ESTRUCTURA TIPO ES043-V	5,59
ESTRUCTURA TIPO ES044-V	5,89
ESTRUCTURA TIPO ES045-V	6,19
ESTRUCTURA TIPO ES-P [SUSPENSION PREENSAMBLADA]	4,53
ESTRUCTURA TIPO ES-PR [SUSPENSION PREENSAMBLADA CON AISL. ROLLO]	5,59
ESTRUCTURA TIPO ER-P3 [RETENCION PREENSAMBLADA 1F3C]	6,04
ESTRUCTURA TIPO ER-P4 [RETENCION PREENSAMBLADA 3F4C]	6,65
ESTRUCTURA TIPO ER-P4H [RETENCION PREENSAMBLADA 1F3C+PILOTO]	6,65
ESTRUCTURA TIPO ER-P5H [RETENCION PREENSAMBLADA 3F4C+PILOTO]	7,25
ESTRUCTURA TIPO ERR-P3 [DOBLE RETENCION PREENSAMBLADA 1F3C]	8,46
ESTRUCTURA TIPO ERR-P4 [DOBLE RETENCION PREENSAMBLADA 3F4C]	9,06
ESTRUCTURA TIPO ERR-P4H [DOBLE RETENCION PREENSAMBLADA	9,06

1F3C+PILOTO]	
ESTRUCTURA TIPO ERR-P5H [DOBLE RETENCION PREENSAMBLADA 3F4C+PILOTO]	9,67
ESTRUCTURA TIPO(ES-P)+(ER-P3) [SUSPENSION+RETENCION PREENSAMBLADA1F3C]	9,82
ESTRUCTURA TIPO(ES-P)+(ER-P4) [SUSPENSION+RETENCION PREENSAMBLADA3F4C]	10,42
ESTRUCTURA TIPO (ES-P)+(ER-P4H)[SUSPEN.+RETEN. PREENSAMB.1F3C+PILOTO]	10,42
ESTRUCTURA TIPO (ES-P)+(ER-P5H) [SUSPEN+RETEN PREENSAM 3F4C+PILOTO]	11,03
ESTRUCTURA TIPO (ES-PR)+(ER-P3) [SUSPEN CON ROLLO+RETEN PREENSAM 1F3C]	9,82
ESTRUCTURA TIPO (ES-PR)+(ER-P4) [SUSPEN CON ROLLO+RETEN PREENSAM 3F4C]	10,42
ESTRUCTURA TIPO (ES-PR)+(ER-P4H)[SUSPEN CON ROLLO+RETEN PREE1F3C+PILO]	10,42
ESTRUCTURA TIPO (ES-PR)+(ER-P5H)[SUSPEN CON ROLLO+RET.PREE.3F4C+PILOT]	11,03
ESTRUCTURA TIPO EA2-P [DOBLE RETENCION DE PASO PREENSAMBLADO]	5,44
COLOCACION Y FIJACION DE AISLADOR, PERNO CURVO O TIRAFONDO	0,64
ESTRUCTURA TIPO HP + UR	18,08
ESTRUCTURA TIPO HP + UR	18,08
ESTRUCTURA TIPO HS + UR	18,08
ESTRUCTURA TIPO HS + UR	18,08
ESTRUCTURA TIPO HS2 + UR	22,43
ESTRUCTURA TIPO HS2 + UR	22,43
ESTRUCTURA TIPO HR + UR	29,3
ESTRUCTURA TIPO HR + UR	29,3
ESTRUCTURA TIPO HP2 + UR	31,58
ESTRUCTURA TIPO HP2 + UR	31,58
ESTRUCTURA TIPO HR2 + UR	31,58
ESTRUCTURA TIPO HR2 + UR	31,58
ESTRUCTURA TIPO HRR2 + UR	40,74
ESTRUCTURA TIPO HRR2 + UR	40,74
ESTRUCTURA TIPO HRRT + UR	38,45
ESTRUCTURA TIPO HRRT + UR	38,45
ESTRUCTURA TIPO HP + 2UR	21,29
ESTRUCTURA TIPO HS + 2UR	21,29
ESTRUCTURA TIPO HS2 + 2UR	24,72
ESTRUCTURA TIPO HS2 + 2UR	24,72
ESTRUCTURA TIPO HR + 2UR	31,58
ESTRUCTURA TIPO HR + 2UR	31,58
ESTRUCTURA TIPO HP2 + 2UR	33,87
ESTRUCTURA TIPO HP2 + 2UR	33,87
ESTRUCTURA TIPO HR2 + 2UR	32,73
ESTRUCTURA TIPO HR2 + 2UR	32,73
ESTRUCTURA TIPO HRR2 + 2UR	43,03
ESTRUCTURA TIPO HRR2 + 2UR	43,03
ESTRUCTURA TIPO HRRT + 2UR	40,74
ESTRUCTURA TIPO HRRT + 2UR	40,74
ESTRUCTURA TIPO H3R2 + 2UR	54,47
ESTRUCTURA TIPO H3R2 + 2UR	54,47
ESTRUCTURA TIPO HP + RC	30,9
ESTRUCTURA TIPO HP + RC	30,9
ESTRUCTURA TIPO HS + RC	30,9
ESTRUCTURA TIPO HS + RC	30,9
ESTRUCTURA TIPO HS2 + RC	34,33
ESTRUCTURA TIPO HS2 + RC	34,33
ESTRUCTURA TIPO HR + RC	42,34
ESTRUCTURA TIPO HR + RC	42,34
ESTRUCTURA TIPO HP2 + CR	43,49
ESTRUCTURA TIPO HP2 + CR	43,49
ESTRUCTURA TIPO HR2 + RC	43,49
ESTRUCTURA TIPO HR2 + RC	43,49
ESTRUCTURA TIPO HRR2 + RC	52,64
ESTRUCTURA TIPO HRR2 + RC	52,64
ESTRUCTURA TIPO HRRT + RC	51,5
ESTRUCTURA TIPO HRRT + RC	51,5
MONTAJE E INST. LUMINARIA ABIERTA NA. 70W	9,06
MONTAJE E INST. LUMINARIA ABIERTA NA. 70W. AUTOCONTROLADA	9,06
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 70W	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 150W	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W	16,02
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 400W	16,02
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 70W. AUTOCONTROLADA	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 150W. AUTOCONTROLADA	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W. AUTOCONTROLADA	16,02
MONTAJE E INST. LUMINARIA ABIERTA DE HG. 175W	9,06
MONTAJE E INST. LUMINARIA ABIERTA HG. DE 175W AUTOCONTROLADA	9,06
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA HG. 175W	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA HG. 250W	16,02
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA HG. 400W	16,02
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA HG. 175W. AUTOCONTROLADA	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA HG. 250W. AUTOCONTROLADA	16,02
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 100 W	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 100 W AUTOCONTROLAD	10,57
MONTAJE E INST. PROYECTOR NA. 250W. DNP	16,02
MONTAJE E INST. PROYECTOR NA. 400W. DNP	16,02
MONTAJE E INST. PROYECTOR NA. 400W. DNP.CON BALASTO APARTE	26,32
MONTAJE E INST. PROYECTOR NA. 150W	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA ORNAMENTAL NA. 70W.	7,55
MONTAJE E INST. LUMINARIA ORNAMENTAL NA. 100W.	8,31
MONTAJE E INST. LUMINARIA ORNAMENTAL NA. 150W.	9,82
MONTAJE E INST. LUMINARIA ORNAMENTAL MH. 70W	7,55
MONTAJE E INST. LUMINARIA ORNAMENTAL MH. 100W.	8,31
MONTAJE E INST. LUMINARIA ORNAMENTAL MH. 150W.	9,82
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 150W. DNP. AUTOCONTROLADA	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W. DNP. AUTOCONTROLADA	16,02
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 150W. DNP	10,57
MONTAJE E INST. LUMINARIA CERRADA NA. 250W. DNP	16,02
MONTAJE E INST. PROYECTOR MH. 70W. EN PISO. INC. EXCAV.	22,66
MONTAJE E INST. PROYECTOR MH. 100W. EN PISO. INC. EXCAV.	23,41
MONTAJE E INST. PROYECTOR MH. 150W. EN PISO. INC. EXCAV.	24,17



CUENCA

MONTAJE E INST. PROYECTOR MH. 250W. EN PISO, INC. EXCAV.	24,92
MONTAJE E INST. PROYECTOR HG HALOGENADO LAMPARA 1000W.	18,31
MONTAJE E INST. LUMINARIA FLUORESCENTE DECORATIVA 26W.	6,04
MONTAJE E INST. LUMINARIA TIPO LED 3,6W.	4,53
MONTAJE DE CORONILLA EXAGONAL METALICA	11,44
ENFOQUE DE PROYECTOR	9,15
MONTAJE E INST. DE CONTROL DE ALUMBRADO PUBLICO COMPLETO	12,08
MONTAJE E INST. DE FOTOCELULA CON BASE	2,72
BAJANTE AP EN TUBERIA EMT DIA. 38MM	9,15
BAJANTE AP CONDUCTOR 2*12 AWG. POR INTERIOR DE POSTE	4,53
BAJANTE AP CONDUCTOR 4*12 AWG. POR INTERIOR DE POSTE	6,04
BAJANTE AP CONDUCTOR 2*8 AWG. POR INTERIOR DE POSTE	6,04
BAJANTE AP CONDUCTOR 4*8 AWG. POR INTERIOR DE POSTE	7,55
BAJANTE AP CONDUCTOR 2*4 AWG. POR INTERIOR DE POSTE	7,55
BAJANTE AP CONDUCTOR 4*4 AWG. POR INTERIOR DE POSTE	9,06
RECONEXION MEDIDOR CONCENT. SIN CAMBIO MATERIAL Y REPORTE INF	5,65
REC. MEDIDOR CONCENT. MANT. SIN CAMBIO MATERIAL Y REPORT. INF. DICO	14,87
REC. MEDIDOR CONCENT. MANT. SIN CAMBIO MATERIAL Y REPORT. INF. DIDIS	6,6
SUSTITUCION CABLE Y PARTES EQUIPO MEDICION CONCEN.Y REP. INF.	20,56
SUSTIT. CABLE Y PARTES EQUIPO MEDICION CONCEN. MANT. Y REP. INF. (DICO PM)	26,29
INSTALACION EQUIPO DE MEDICION CONCENTRADO Y REPORTE DE INF.	14,28
INSTALACION EQUIPO MEDICION CONCENTRADO MANT. Y REPORTE INF. DICO	19,37
CENTRALIZACION 2 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORM.	24,84
CENTRALIZAR 2 MEDIDORES CONCENT. MANT. Y REPORTE DE INFORM. (DICO PM)	31,13
CENTRALIZACION 3 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORM.	30,55
CENTRALIZAR 3 MEDIDORES CONCENT. MANT. Y REPORTE DE INFORM. (DICO PM)	38,05
CENTRALIZACION 4 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORM.	36,26
CENTRALIZAR 4 MEDIDORES CONCENT. MANT. Y REPORTE DE INFORM. (DICO PM)	44,97
RECONEXION MEDIDOR DISP. SIN CAMBIO MATERIA Y REPORTE DE INF.	11,82
RECONEXION MEDIDOR DISP. SIN CAMBIO MATERIA Y REPORTE DE INF. (DICO PM)	22,28
SUSTITUCION CABLE Y PARTES DEL EQUIPO DE MEDICION Y REP. INF.	34,06
SUSTITUCION CABLE Y PARTES DEL EQUIPO DE MEDICION Y REP. INF. (DICO PM)	35,88
INSTALACION DE EQUIPO DE MEDICION DISPERSO Y REPORTE DE INF.	25,44
INSTALACION DE EQUIPO DE MEDICION DISPERSO Y REPORTE DE INF. (DICO PM)	29,08
CENTRALIZACION 2 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORM.	39,93
CENTRALIZAR 2 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	41,93
CENTRALIZACION 3 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORM.	47,76
CENTRALIZAR 3 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	49,48
CENTRALIZACION 4 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORM.	55,59
CENTRALIZAR 4 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	57,03
INSTALACION DE ACOMETIDA TABLERO Y BREAKER SIN MEDIDOR	8,57
BAJANTE DE BT DE TRANSFORMADOR A MEDIDOR	22,84
INSPECCION SISTEMA DE MEDICION	1,91
CENTRALIZAR 5 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORMACION(DICO PM)	57,42
CENTRALIZAR 5 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	70,63
CENTRALIZAR 6 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORMACION(DICO PM)	69,88
CENTRALIZAR 6 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	84,23
CENTRALIZAR 7 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORMACION(DICO PM)	82,33
CENTRALIZAR 7 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	97,82
CENTRALIZAR 8 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORMACION(DICO PM)	95,13
CENTRALIZAR 8 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	111,8
CENTRALIZAR 9 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORMACION(DICO PM)	107,9
CENTRALIZAR 9 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	125,7
CENTRALIZAR 10 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	120,7
CENTRALIZAR 10 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	139,7
CENTRALIZAR 11 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	133,5
CENTRALIZAR 11 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	153,7
CENTRALIZAR 12 MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	146,3
CENTRALIZAR 12 MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE DE INFORMACION (DICO PM)	167,7
FISCALIZ. DE ACOM. Y SIST. DE MEDICION CONCENT. REPORT. INF. Y PLANILL	5,29
FISCALIZ. DE ACOM. Y SIST. DE MEDICION DISPERSO REPORTE DE INF. Y PLANI	7,94
FISCALIZ. DE ACOM. Y SIST. DE MEDICION CONCENT. REPORT. INFORMACION	5,14
FISCALIZ. DE ACOM. Y SIST. DE MEDICION DISPERSO REPORTE INFORMACION	7,8
INSPECCION ACOMETIDAS, MEDIDORES CONCENTRADOS Y REPORTE INFORMAC. (DICO)	3,31
INSPECCION ACOMETIDAS, MEDIDORES DISPERSOS Y REPORTE INFORMACION (DICO)	4,15
ACOMETIDA 1F PREENSAMBLADA (POR KM.)	187,0
ACOMETIDA 2F PREENSAMBLADA (POR KM.)	201,4

ACOMETIDA 3F PREENSAMBLADA (POR KM.)	1
INST. EQUIP. MEDICION CONCENTRADO PARA REDES PREENSAMBLADAS Y REP. INF	14,28
INST. EQUIP. MEDICION DISPERSO PARA REDES PREENSAMBLADAS Y REP. INF	25,44
MEDIDOR BIFASICO CENTRALIZADO	17,67
REEMPLAZO DE CABLE Y MEDIDOR EN MEJORAS	20,56
GESTION COMERCIAL RECUPERACION CARTERA VENCIDA-RUTAS DE 1-56 CLIENTES	3,58
GESTION COMERCIAL RECUPERACION CARTERA VENCIDA-RUTAS D 56.1-82 CLIENTE	2,27
GESTION COMERCIAL RECUPERACION CARTERA VENCIDA-RUTAS DE 82.1-108 CLIE	1,75
GESTION COMERCIAL RECUPERACION CARTERA VENCIDA - RUTAS >108 CLIENTES	1,32
GESTION AHORRO ENERGETICO INSTITUCIONES -PROGRAMA FOCOS AHORRADORES	3,58
LECTURA DE 10 MEDIDORES	2,77
INSPECCION PARA LA INSTALACION DE MEDIDORES MEJORAS	3,68
IZADO Y RETACADO DE POSTES DE MT DE 9 MTS CON MAQUINA	20,91
IZADO Y RETACADO DE POSTES DE MT DE 11 MTS CON MAQUINA	22,58
CARGA, TRANSPORTE Y DESCARGA DE POSTES DE M.T. HASTA 12M.	7,42
PINTURA DE CODIGO EN POSTE	1,46
DIRECCION DE PLANTADO DE POSTE	1,74
PINTADO DE POSTE CON DOS TONOS REFLECTIVOS	16,63
IZADO Y RETACADO DE POSTES DE HA DE 11M. CON PERSONAL	83,37
IZADO Y RETACADO DE POSTES DE HA DE 9M. CON PERSONAL	61,9
IZADO Y RETACADO DE POSTES DE HA DE 12 M. CON PERSONAL	93,18
ACOPIO, IZADO, RETACADO DE POSTES DE HA DE 11 M. CON PERSONA	163,3
ACOPIO Y PARADA DE POSTES DE HA DE 9 M. CON PERSONAL	152,7
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA DE POSTE DE FIBRA DE 9M	9,62
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA DE POSTE DE FIBRA DE 11M	11,91
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA DE POSTE DE FIBRA DE 12M.	12,83
CARGA-TRANS.-DESCARGA DE POSTE H.A. 9M. **	26,08
CARGA-TRANS.-DESCARGA POSTE H.A.11M. **	26,08
CARGA-TRANS-DESCARGA POSTE H.A.12M.	26,08
CARGA-TRANS-DESCARGA POSTE H.A.14M.	38,64
CARGA-TRANS.-DESCARGA POSTE H.A.15M.	58,92
CARGA-TRANS.-DESCARGA POSTE H.A.16M.	58,92
IZADO, RETACADO POSTE H.A. HASTA 12M, CON MAQUINA, DESPLAZ. 0<=50M	28,2
IZADO, RETACADO POSTE H.A. HASTA 12M, CON MAQUINA DESPLAZ. <=300M.	30,01
IZADO, RETACADO POSTE H.A. HASTA 12M, CON MAQUINA DESPLAZ. <=1000M	33,65
IZADO, RETACADO POSTE H.A. HASTA 14M, CON MAQUINA, DESPLAZ. <=20M.	41,84
IZADO, RETACADO POSTE H.A. HASTA 16M, CON MAQUINA, DESPLAZ. <=20M.	62,76
ACOPIO, IZADO A MANO O MAQUINA, RETACAD POSTE D FIBRA<=12M, DESPLAZ<=500M	26,09
ACOPIO POSTE FIBRA HASTA 12M CON PERSONAL POR KM ADICIONAL A 500M	36,24
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA POSTE TUBULAR METALICO 6M	7,91
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA POSTE TUBULAR METALICO 8M	14,66
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA POSTE TUBULAR METALICO 10M	14,66
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA POSTE TUBULAR METALICO 11.5M	16,95
CARGA-TRANSPORTE-DESCARGA POSTE TUBULAR METALICO 12M	16,95
IZADO DE POSTE METALICO HASTA 6M CON PERSONAL	12,68
IZADO DE POSTE METALICO HASTA 12M CON MAQUINA	23,7
IZADO Y RETAC. DE POSTES DE MT HASTA 9M CON PERSONAL	29,43
ACOPIO, IZADO Y RETAC. DE POSTES DE M.T. DE 11M. CON PERSONAL	76,35
IZADO Y RETACADO DE POSTES DE MT DE 11M. CON PERSONAL	36,53
LIMPIEZA DE EXCAVACION	6,02
SEÑALIZACION DE SEGURIDAD PARA DISTRIBUCION ELECTRICA	2,89
ACOPIO >50M, POSTE HA HASTA 12M C PERSONAL X METRO ADICIONAL	1,01
ACOPIO POSTES HA HASTA 12M CON PERSONAL. HASTA 50M	50,36
TENDIDO DE POLITUBO DE HASTA 3" Y GUIA (INC. CABLE GALV. #10), POR M.	0,63
EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL Y/O CONGLOMERADO M3	13,81
EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO ROCOSO M3	38,91
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=12M, D>=60CM, TER NORMAL O CONG. CONCENTRADO	11,3
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=12M, D>=60CM, TER ROCOSO, CONCENTRADO	28,87
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=12M, D>=60CM, TER NORMAL O CONG. DISPERSO	13,81
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=12M, D>=60CM, TERRENO ROCOSO, DISPERSO	36,4
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=16M, D>=80CM, TER NORMAL O CONG. CONCENTRADO	18,83
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=16M, D>=80CM, TER ROCOSO, CONCENTRADO	51,46
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=16M, D>=80CM, TER NORMAL O CONG. DISPERSO	23,85
EXCAV. PARA TENSOR O POSTE <=16M, D>=80CM, TER ROCOSO, DISPERSO	64
ACOPIO DE PIEDRA POR M3, DISTANCIA >50M	15,06
DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE POR M3	13,89
DESBRUCE DE FRANJA DE SERVICIO, DENSA. POR KM. 2 LADOS	120,4
DESBRUCE DE FRANJA DE SERVICIO, LIVIANA. POR KM. 2 LADOS	30,12
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D<=50M, PARA POSTES DE HASTA 12M	9,02
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D>50M, PARA POSTES DE HASTA 12M	11,27
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D<=50M, PARA POSTES DE HASTA 16M	15,78
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D>50M, PARA POSTES DE HASTA 16M	20,29
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D<=50M, PARA TENSORES	12,85
SUMINISTRO Y ACOPIO DE PIEDRA D>50M, PARA TENSORES	16,01
POZO DE REVISION DE LADRILLO 40*40*40 CM. CON TAPA DE HA	54,09
POZO DE REVISION D LADRILLO 40*40*40CM, TAPA DE H.A. Y BORDES HIERRO	67,44
POZO DE REVISION D LADRILLO 70*50*50CM, TAPA DE H.A. Y BORDES	113,8



CUENCA

HIERRO	1
POZO DE REVISION DE TUBO DE HORMIGON D=30CM,H=50CM, CON TAPA Y SELLADO	25,99
BASE DE HORMIGON PARA POSTE METALICO DE AP DE 6M	56,9
BASE DE HORMIGON PARA POSTE METALICO DE AP DE 8M	75,87
BASE DE HORMIGON PARA POSTE METALICO DE AP DE 10M	78,68
BASE DE HORMIGON PARA POSTE METALICO DE AP DE 11,5M	94,14
BASE DE HORMIGON PARA POSTE METALICO DE AP DE 12M	94,14
COLOCACION DE ADOQUIN M2	7,17
COLOCACION DE BORDILLO DE PIEDRA C/M	1,43
ENCOFRADO M2	10,54
ENLUCIDO DE MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 M2	7,73
MANPOSTERIA DE LADRILLO E=15CM / M2	23,89
RELLENO DE ZANJA	6,9
REPLANTILLO DE PIEDRA H=15CM	6,9
REPOSICION DE BORDILLO 0,10,4M CON HORMIGON SIMPLE M2	5,2
REPOSICION DE VEREDA DE POSTE O TENSOR	7,53
RETIRO DE PISO DE ADOQUIN M2	5,02
REVESTIMIENTO DE GRESS M2	21,08
ROTURA DE VEREDA DE POSTE O TENSOR	2,76
MONTAJE E INSTALACION RECONECTOR MONOFASICO R1	40,39
MONTAJE E INSTALACION RECONECTOR TRIFASICO R3	96,93
MONTAJE E INSTALACION DE SECCIONAMIENTO, EN UNA FASE (S1)	12,08
MONTAJE E INSTALACION DE SECCIONAMIENTO, EN DOS FASES (S2)	16,62
M, E INSTALACION DE SECCIONAMIENTO, EN TRES FASES (S3)	21,9
MONT. E INST. SECCIONADOR 1F BT REDES PREENSAMBLADAS CON INTERCONEXION	9,82
MONT. E INST. SECCIONADOR 3F BT REDES PREENSAMBLADAS CON INTERCONEXION	10,57
SECCIONADOR S1,1 PROTECTOR SOBRETENSION Y PUESTA TIERRA(SP1)	19,64
SECCIONADOR S2,2 PROTECTOR SOBRETENSION Y PUESTA TIERRA(SP2)	26,44
SECCIONADOR S3,3 PROTECTOR SOBRETENSION Y PUESTA TIERRA(SP3)	33,99
PUESTA A TIERRA, CON VARILLA	7,55
MONTAJE DE TENSOR DE TIPO TT	9,16
MONTAJE DE TENSOR TIPO TTD	14,51
MONTAJE DE TENSOR TIPO TF	11,45
MONTAJE DE TENSOR TIPO TFD	17,56
MONTAJE DE TENSOR TIPO TP	9,93
MONTAJE DE TENSOR TIPO TPD	15,27
TENSOR TIPO TT, EN AT	9,16
TENSOR TIPO TT, EN BT	9,16
RETIRO DE TENSOR TIPO TT EN AT O BT	3,47
RETIRO DE TENSOR TIPO TTD	4,23
RETIRO DE TENSOR TIPO TF	3,78
RETIRO DE TENSOR TIPO TFD	4,53
RETIRO DE TENSOR TIPO TP	3,63
RETIRO DE TENSOR TIPO TPD	4,23
COLOCACION Y RETACADO DE ANCLAS (NO INCLUYE PIEDRA)	8,31
COLOCACION Y RETACADO DE ANCLAS, AYUDA COMUNIDAD (NO INCLUYE PIEDRA)	3,47
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F CONVENCIONAL DE 3KVA	73,85
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F CONVENCIONAL DE 5KVA	73,85
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F CONVENCIONAL DE 10KVA	73,85
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F CONVENCIONAL DE 15KVA	73,85
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F CONVENCIONAL DE 25KVA	73,85
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F CONVENCIO. DE 37,5KVA	85,39
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F CONVENCIONAL DE 50KVA	85,39
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F AUTOPROTEG. DE 5KVA	61,16
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F AUTOPROTEG. DE 10KVA	61,16
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F AUTOPROTEG. DE 15KVA	61,16
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F AUTOPROTEG. DE 25KVA	61,16
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F AUTOPROTE. DE 37,5KVA	65,77
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 1F AUTOPROTEG. DE 50KVA	65,77
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSFORMACION 3F CONVENCIONAL DE 30KVA	114,2
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 45KVA, 1 POSTE	114,2
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 45KVA, 2 POSTES	126,9
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 50KVA, 1 POSTE	114,2
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 50KVA, 2 POSTES	126,9
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 60KVA, 2 POSTES	148,8
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 75KVA, 2 POSTES	148,8
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 100KVA, 2 POSTES	148,8
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 112,5KVA, 2 POSTES	171,9
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 125KVA, 2 POSTES	171,9
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 150KVA, 2 POSTES	171,9
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 160KVA, 2 POSTES	171,9
MONTAJE E INST.ESTAC.TRANSF. 3F CONV. 200KVA, 2 POSTES	171,9
MONTAJE DE TRANSFORMADOR 3F 250 KVA PAD MOUNTED	184,6
REVISION PUNTOS DE CARGA GIS	8
SCANEADO DE ACTAS E INGRESO DE INFORMACION DE PROYECTOS EN SGP	0,21
	1,04

DISEÑO DE LINEAS DE DISTRIBUCION	59,92
DISEÑO DE MEJORA DE LINEAS DE MT	149,7
DISEÑO DE REDES HASTA 25 CLIENTES	9
PU DE DISEÑO DE REDES POR CLIENTE ADICIONAL (SOBRE LOS 25)	370,0
	5
DISEÑO OPTIMIZACIONES PARA 25 CLIENTES	176,8
PU DE DISEÑO DE OPTIMIZACIONES POR CLIENTE ADICIONAL	7
	4,91
DISEÑO DE ALUMBRADO ORNAMENTAL EDIFICIOS	299,9
LEVANTAR REDES MT/POSTE CON GPS Y PROC. INF.(URBANO)	3
LEVANTAR REDES BT/POSTE O MEDIDORES GPS Y PROC. INF (URBANO)	0,58
INGRESO DE REGISTRO DE M.T. EN BASE DE DATOS	0,57
INGRESO DE REGISTRO DE B.T. EN BASE DE DATOS	0,95
ACTUALIZACION ELECTRICA EN SIG POR POSTE	1,1
LEVANTAR REDES MT/POSTE, FORMULARIO Y CARTOGRAFIA (URBANO)	0,59
LEVANTAR REDES MT/POSTE CON GPS EMPRESA Y PROC. INF. (RURAL)	1,39
LEVANTAR RED BT/POSTE O PTO.CARGA, GPS EMPRESA, PROC.INF.(R)	1,02
ACTUALIZACION DE CLIENTES POR RUTA DE LECTURA	6,12
ACTUALIZACION DE CLIENTES POR RUTA DE LECTURA 2 VUELTA	9,48
LEV. REDES BT/POSTE,MEDIDOR CON FORMULARIO/CARTOGRAF(URBANO)	1,08
ARMADO DE ESTRUCTURA PARA ANTENA	302,6
LEV. REDES BT/POSTE,MEDIDORES.# LUMINARIA,FORMULARIO(URBANO)	3
LEV. REDES BT/POSTE SIN GEOREFERENCIACION (RURAL)	1,28
LEVANTAR PUNTO DE CARGA	0,76
LEVANTAR RED BT/POSTE O PTO.CARGA,GPS MAGUELLAN,PROC.INF.(R)	0,53
LEVANTAR RED BT/POSTE/#LUMINARI,GPS MAGUELLAN Y PROC.INF.(R)	1,36
ACTUALIZACION MEDIDOR O LUMINARIA EN GIS	1,67
DIBUJO CABINA SUBTERR.MT/BT/API/ACOMET/PTO.CARGA/DUCT-AUTOCAD	0,18
CONTROL CALIDAD S.T. USUARIO FINAL MONOFASICO -MEMOBOX 300-	55,54
CONTROL CALIDAD S.T. USUARIO FINAL BIFASICO -MEMOBOX 300-	15,36
CONTROL CALIDAD S.T. USUARIO FINAL TRIFASICO -MEMOBOX 300-	17,79
CONTROL CALIDAD S.T. TRANSFORMADOR MONOFASICO -TOPAS 1000-	20,21
CONTROL CALIDAD S.T. TRANSFORMADOR TRIFASICO -TOPAS 1000-	32,34
CONTROL CALIDAD S.T. SUBESTACIONES TRIFASICO -TOPAS 1000-	36,39
CONTROL CALIDAD S.T. USUARIO FINAL M.T. Y A.T. -ACE 2000-	28,3
CONTROL CALIDAD S.T. RECLAMOS MONOFASICO -ANALYST 3Q-	36,39
CONTROL CALIDAD S.T. RECLAMOS BIFASICO -ANALYST 3Q-	15,36
CONTROL CALIDAD S.T. RECLAMOS TRIFASICO -ANALYST 3Q-	17,79
COORDINAR SELEC DE 9 PUNTOS DE MEDICION Y CRONOGRAMA SEMANAL	20,21
INFORMACION DE CARACTERISTICAS DE PUNTOS MEDIDOS	18,98
SELECCION USUARIOS MT CON MEDIDORES CON PERFIL DE CARGA LECTURA MEDIDOR ESTATICO:18 PUNTOS	19,6
CALCULO DE INDICES CONELEC	6,15
CALIDAD: ID PROBLEMAS Y PROPUESTAS SOLUCION	282,2
INFORME DE MEDICION QUE NO CUMPLE REGULACION	669,2
ELABORAR INFORME DE RECLAMOS	3
INSPECCION Y VERIFICACION DE MEDIDAS CORRECTIVAS DE CALIDAD	498,1
INFORME DE CUMPLIMIENTO DE USUARIOS	6
INSTALACION Y DESCONEXION DE CONTADORES ESPECIALES-CALIDAD-	84,34
LECTURA DE MEDIDORES ELECTRONICOS CON PERFIL DE CARGA	105,4
PROCESAMIENTO DE INFORMACION -CONTADORES ESPECIALES-	3
DIBUJO DE ESTRUCTURAS	8,5
TRANSFORMAR ARCHIVO A COORDENADAS WGS84	31,19
COMBINAR CARTOGRAFIA EN UNA SOLA CAPA (ARCHIVO)	62,56
CONTROL Y SEGUIMIENTO DE INFORMACION (ARCHIVO)	62,56
EXPORTAR A SHAPE FILE (ARCHIVO)	62,56
INVENTARIO DE INFORMACION EXISTENTE (KM2)	0,55
DEFINIR LA REPRESENTACION DEL DIBUJO PROPIAS DE CADA AMBITO	0,55
GENERAR TOPONIMIA COMO ATRIBUTOS DE LINEAS (KM2)	0,55
GENERAR TEXTOS DE TOPONIMIA COMO DIBUJOS (KM2)	0,55
TRANSFORMAR A UNIDADES DE TRABAJO ESTANDARES (KM2)	0,73
RECUPERAR INFORMACION (LINEAS Y TOPONIMIA) (KM2)	0,73
INTEGRAR INFORMACION DE UNA ESCALA A OTRA (KM2)	0,73
EMPALMAR CON LA INFORMACION EXISTENTE	0,73
RECUPERAR INFORMACION (ELEMENTOS GEOGRAFICOS) (KM2)	0,73
VERIFICAR Y EMPALMAR CON HOJAS ADYACENTES (KM2)	1,64
FILT. SELEC. NORMAR NIVELES INF. AMBITOS RESTITUIRSE EN GABI	2,55
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 20KM	24,34
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 40KM	42,34
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 50KM	54,07
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 60KM	60,26
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 80KM	78,77
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 100KM	97,18
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 120KM	115,8
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 160 KM	1
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 200KM	153,4
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 300KM	6
TRANSPORTE DE PERSONAL CALIDAD 1KM	191,7
MONTAJE DE NACIMIENTO	1
INSTALACION DE SU, RU-RB	289,9
INSTALACION DE ACCES UNIT	0,72
INSPECCION NUEVO CLIENTE	6555,
INSTALACION ZONAS WIFI	84
	66,64
	122,1
	7
	11,9
	144,3
	8



CUENCA

INSTALACION CABLE DE F.O. AEREA ADSS, FIGURA 8 HASTA 48 H.(KM)	501,6
INSTALACION CABLE DE F.O. SUBTERRANEA ADSS, FIGURA 8 HASTA 48H (KM)	6
INSTALACION DE TOMA DE RED DE DATOS	501,6
CERTIFICACION DE RED DE DATOS CAT. 5,5E.6	6
TENDIDO DE CABLE UTP (M)	3,96
TENDIDO DE TUBERIA EMT HASTA 3/4" (M)	2,66
FIJACION DE F.O. Y MANGUERA CORRUGADA EN PUNTO DE REVISION (X CABLE)	0,21
INSTALACION CLIENTE WI-FI	0,26
CERTIFICACION HILO DE F.O. (ATENUACION, REFLECTOMETRIA, INFORME)	3,6
FUSION HILO DE F.O.	10,3
ARMADO, DESARMADO DE MUFA O ARMADO ODF	7,61
MARQUILLADO CABLE DE F.O.	6,57
CONFIGURACION DE SU, AU, BU-RB	44,42
INSTALACION DE CABLE DE F.O. OPGW (KM)	0,99
BASTONEO (PASO DE GUIA) PARA F.O. (KM)	15,07
COLOCACION MANGUERA CORRUGADA (M)	2070,
VESTIDO DE POSTE CON HERRAJERIA PARA CABLE ADSS, FIG. 8 A 48 H	22
MEDICION DE NIVEL DE FLICKER, ARMONICOS, FP, E Y KWH EN S/E	194,1
LECTURA MAGNITUDES DE FLICKER, ARMONICOS, FP, E Y KWH EN S/E	1
MEDICION NIVEL: FLICKER, ARMONICOS, FP, E, KWH EN TRANSF. DIST. 1F	0,37
MEDICION NIVEL: FLICKER, ARMONICOS, FP, E, KWH EN TRANSF. DIST. 3F	2,75
MEDICION NIVEL: FLICKER, ARMONICOS, FP, E, KWH EN TRANSF. DIST. 3F	26,43
MEDICION NIVEL: FLICKER, ARMONICOS, FP, E, KWH EN TRANSF. DIST. 3F	31,77
MEDICION NIVEL: E Y KWH EN INSTALACIONES 1F CLIENTES B.T.	22,66
MEDICION NIVEL: E Y KWH EN INSTALACIONES 2F CLIENTES B.T.	27,23
MEDICION NIVEL: E Y KWH EN INSTALACIONES 3F CLIENTES B.T.	22,66
MEDICION NIVEL: E Y KWH EN INSTALACIONES 3F CLIENTES B.T.	27,23
MEDICION NIVEL: E Y KWH EN INSTALACIONES 3F CLIENTES B.T.	22,66
MEDICION NIVEL: E Y KWH EN INSTALACIONES 3F CLIENTES B.T.	27,23
MEDICION NIVEL: FP Y KWH EN CONSUMIDORES EN MT Y AT	26,43
MEDICION NIVEL: FP Y KWH EN CONSUMIDORES EN MT Y AT	31,77
MEDICION NIVEL: FLICKER, ARMONICOS, FP, E, DEBIDO A RECLAMOS	22,66
MEDICION NIVEL: FLICKER, ARMONICOS, FP, E, DEBIDO A RECLAMOS	27,23
LECTURA: PERFIL DE CARGA Y CALCULO FP, CONSUMIDORES MT Y AT	9,51
LECTURA: PERFIL DE CARGA Y CALCULO FP, CONSUMIDORES MT Y AT	11,42
PROCESAR INFORMACION, CALCULO INDICES, LLENADO FORMULARIOS	373,0
PROCESAR INFORMACION, CALCULO INDICES, LLENADO FORMULARIOS	3
PROCESAR INFORMACION, CALCULO INDICES, LLENADO FORMULARIOS	477,6
NOTIFICAR USUARIOS LA NECESIDAD CORREGIR POTENCIALES PERTUR	14,41
NOTIFICAR USUARIOS LA NECESIDAD CORREGIR POTENCIALES PERTUR	17,34
ELABORACION DE INFORMES DEBIDO A RECLAMOS	124,3
ELABORACION DE INFORMES DEBIDO A RECLAMOS	4
ELABORACION DE INFORMES DEBIDO A RECLAMOS	159,2
IDENTIFICACION DE PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE SOLUCION	621,7
IDENTIFICACION DE PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE SOLUCION	1
IDENTIFICACION DE PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE SOLUCION	796



CUENCA

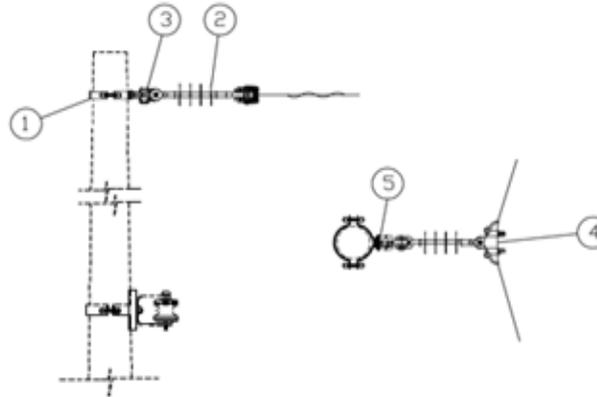
UNIVERSIDAD DE

Anexo X

Estructuras para redes de medio voltaje



**ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS DE MEDIO VOLTAJE
MONOFÁSICA - BANDERA – ANGULAR**

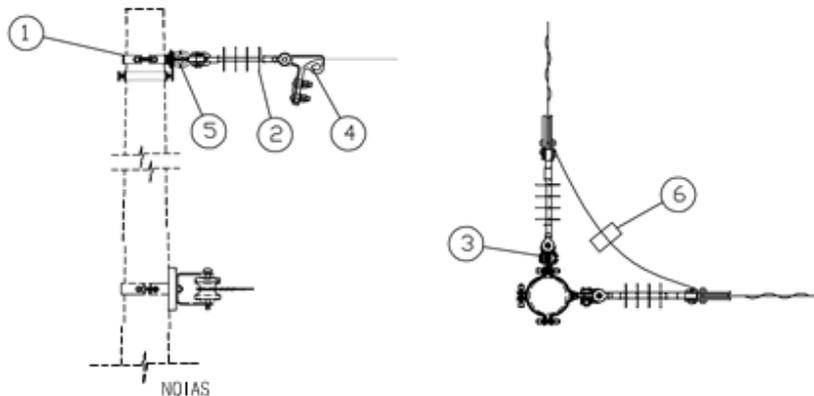


NOTAS: VANO MÁXIMO SE 150 m
EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR

CONDUCTOR	ÁNGULOS
2 - 4/0	30° - 60°

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	1
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
4	c/u	Grapa angular apernada de aleación de Al	1
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	2

MONOFÁSICA - BANDERA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



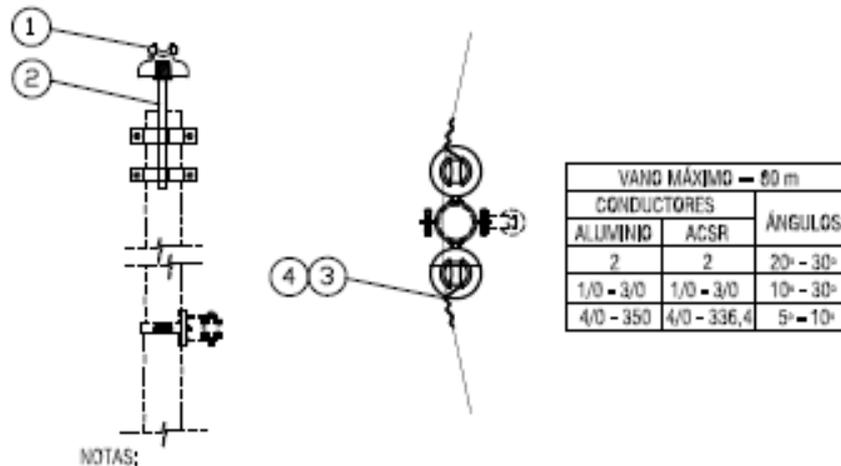
1.- VANO MÁXIMO DE 150 m.

2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

CONDUCTOR	ÁNGULOS
2 - 4/0	60° - 90°

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pemos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	2
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
4*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de A	2
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para pemo de 16 mm (5/8") de diám	2
6*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pemos laterales de diferentes longitudes y separador	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	4
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	2
6	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1

MONOFÁSICA - CENTRADA – ANGULAR



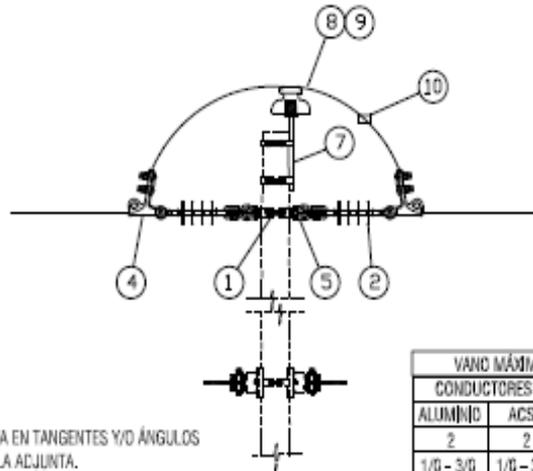
NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	2
2*	c/u	Pemo espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción	1
3	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	4
4*	c/u	Vanilla de amar preformado para conductor de Al	2
SUSTITUTIVOS			
2	c/u	Pemo punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	2
2	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pemos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
4	m	Cinta de amar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2



MONOFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



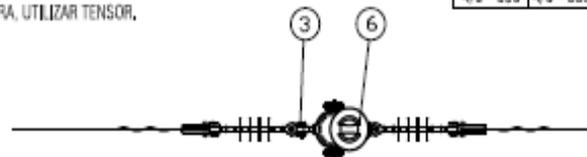
NOTAS:

1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.

2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)		NÚMERO DE AMORTIGUADORES
300		2
301 - 500		4
501 - 600		6

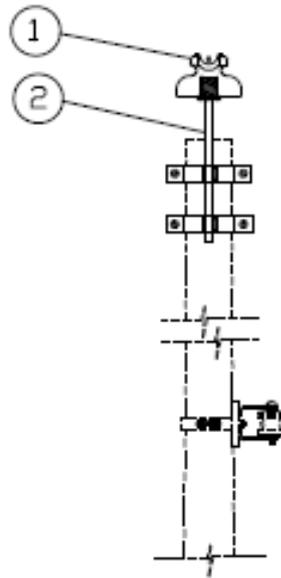
VANO MÁXIMO = 80 m			VANO > 80 m	
CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES	ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR		ACSR	
2	2	20° - 60°	2	30° - 60°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	5° - 60°	1/0 - 3/0	30° - 60°
4/0 - 350	4/0 - 335,4	2° - 60°	4/0 - 335,4	10° - 60°



LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	2
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
4*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	2
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para pemo de 16 mm (5/8") de diám.	2
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	1
7*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción	1
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
9*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	1
10*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión doble, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 x 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	4
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	2
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
7	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	2
7	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
10	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1



MONOFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O



VANO MÁXIMO = 80 m			80 m < VANO ≤ 150m	
CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES	
ALUMINIO	ACSR		ACSR	ÁNGULOS
2	2	0° - 20°	2	0° - 20°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°	1/0 - 3/0	0° - 5°
4/0 - 350	4/0 - 336.4	0° - 5°	4/0 - 336.4	0° - 2°

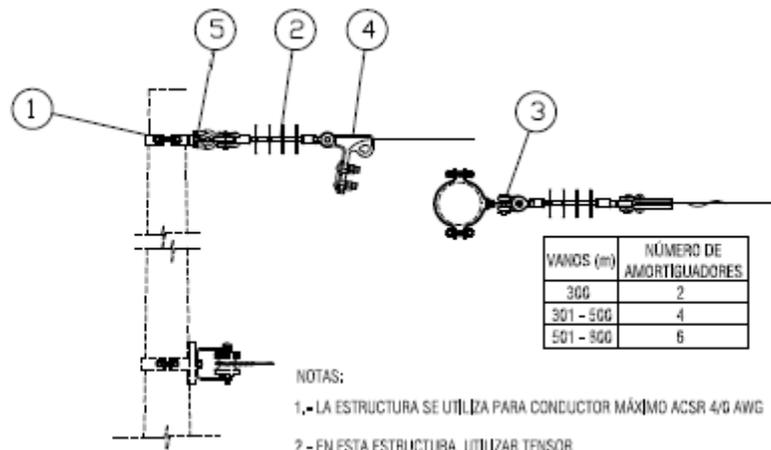
NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA,
- 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FIJADO AL AISLADOR LATERALMENTE,
- 3.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

TANGENTE

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	1
2*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción	1
3	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
4*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	1
SUSTITUTIVOS			
2	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1
2	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
4	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2

MONOFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O



VANOS (m)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES
300	2
301 - 500	4
501 - 900	6

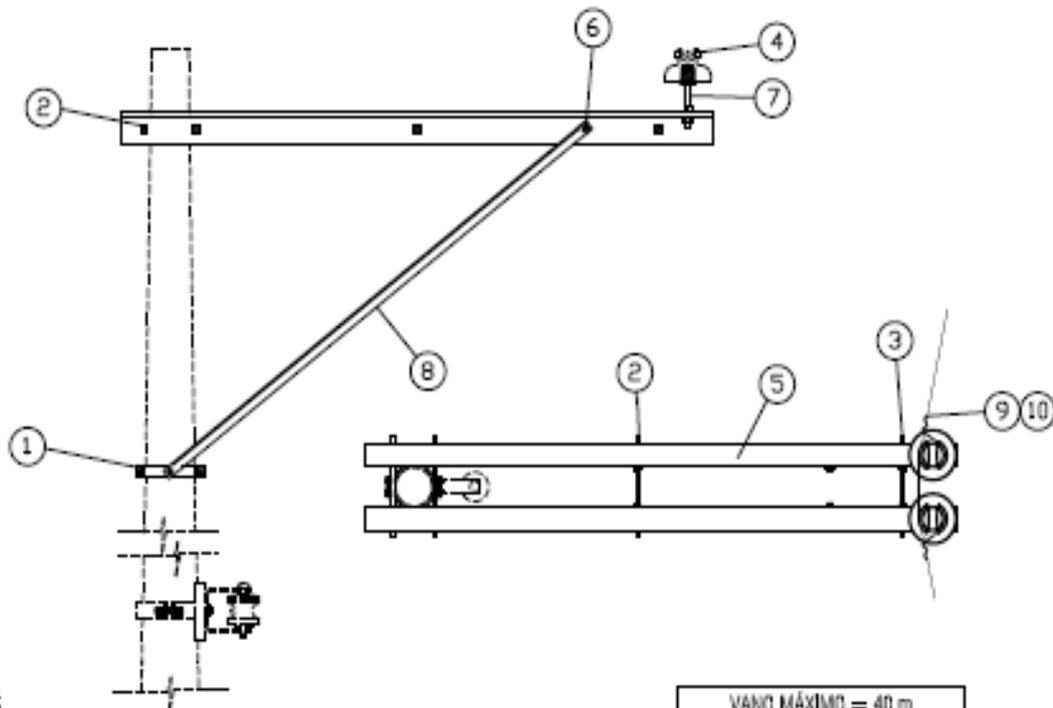
NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

TERMINAL

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	1
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
4*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	1
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	2
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	1
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	1

MONOFÁSICA - EN VOLADO - ANGULAR



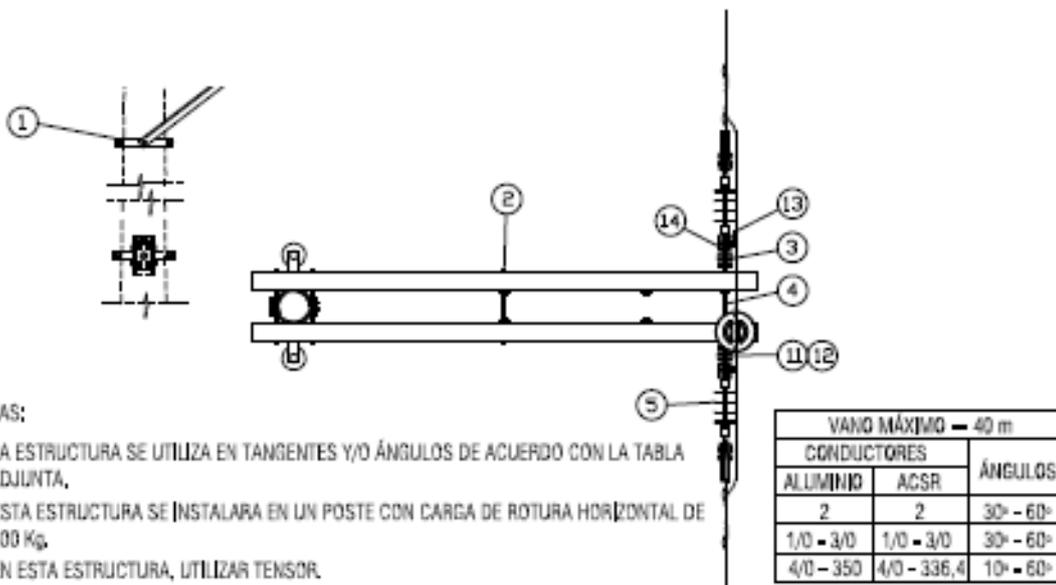
NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 40 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	20° - 30°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	10° - 30°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	5° - 10°

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
4	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	2
5*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	2
8	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	4
10*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	2
SUSTITUTIVOS			
3	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
5	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	4
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

MONOFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL

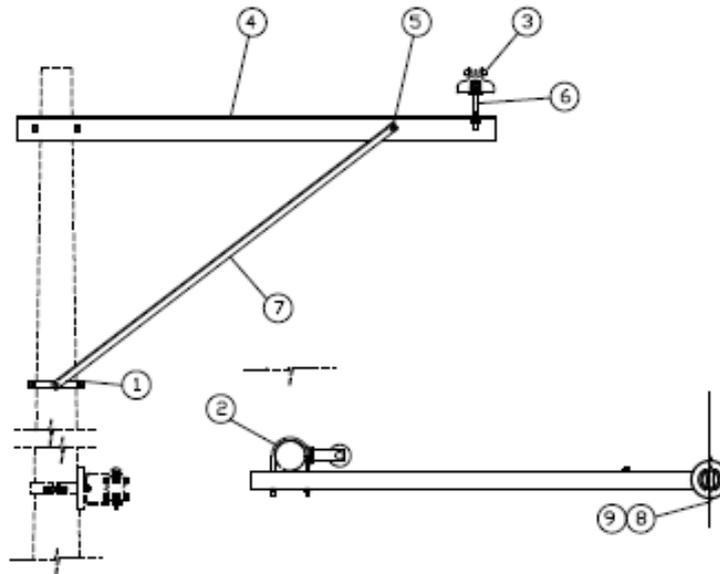


- NOTAS:
- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA,
 - 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
 - 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.



LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
4*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
5*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-15, 15 kV	2
6*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
8	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	1
10	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	1
11	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
12*	c/u	Varilla de armar prefornado para conductor de Al	1
13*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1
14	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estabon "U" para sujeción)	2
15*	c/u	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de Al	2
SUSTITUTIVOS			
4	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	4
6	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
6	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
12	m	Ginta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
13	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1
15	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
15	c/u	Retención prefornada para conductor de Al	2
NOTAS: 1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m. 2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

MONOFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE



- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FIJADO AL AISLADOR LATERALMENTE.
- 3.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 4.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

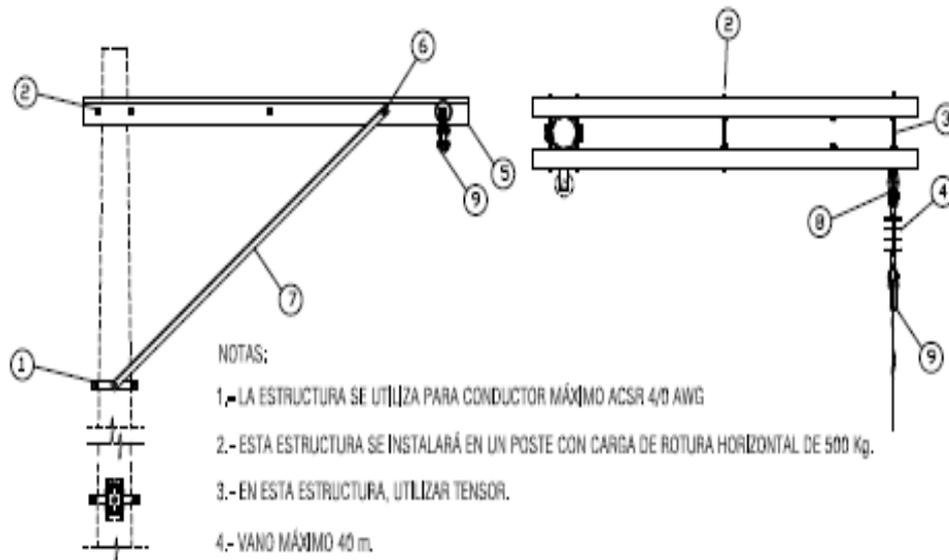
VANO MÁXIMO = 40 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	0° - 20°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°
4/0 - 350	4/0 - 338,4	0° - 5°

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. X 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
3	c/u	Aislador espiga (PIN) porcelana clase ANSI 55-5, 15 Kv	1
4*	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal de perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	1
6	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	1
7	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	1
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
9*	c/u	Varilla de armar prefornado para conductor de Al	1
SUSTITUTIVOS			
4	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	1
4	c/u	Crucecita de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	1
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2

NOTAS:

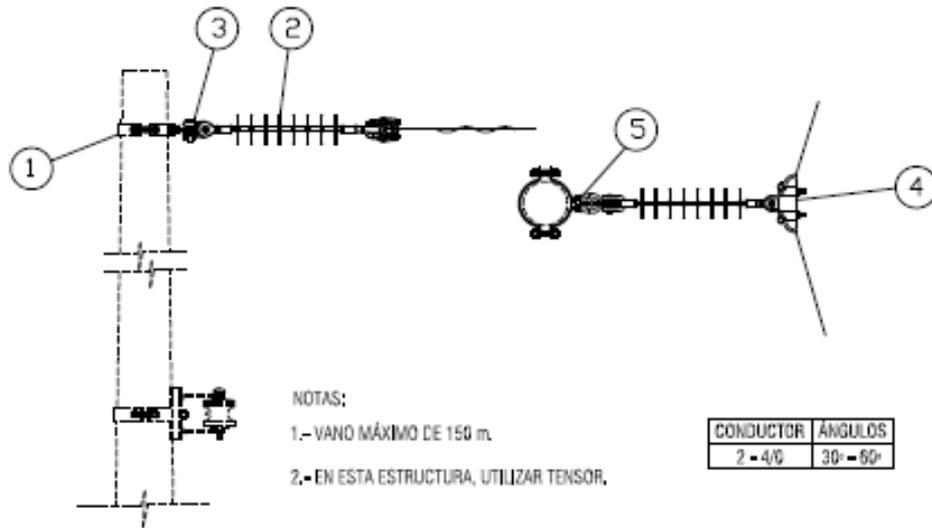
- 1.- La longitud de la crucecita puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucecitas de 2,40 m.
- 2.- El ancho de la crucecita de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

MONOFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL



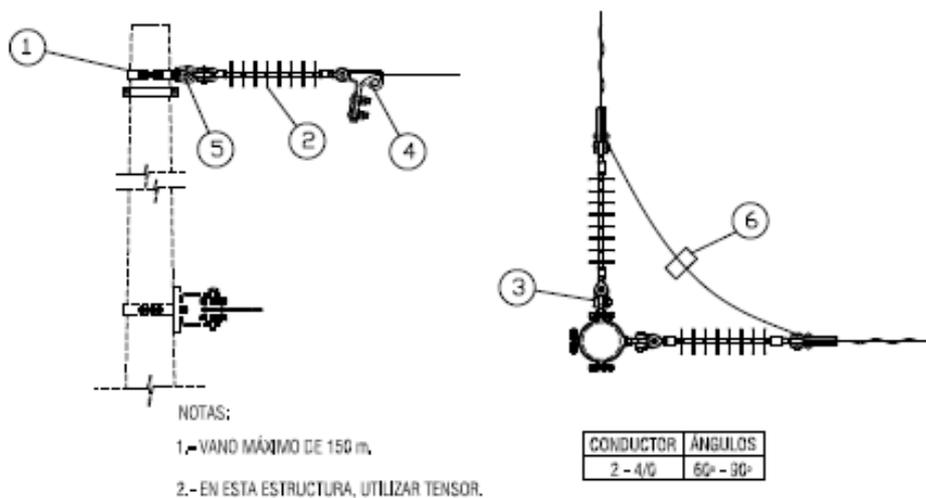
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
4*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-15, 15 kV	1
5*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
8	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
9*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	1
SUSTITUTIVOS			
3	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
4	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	2
5	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
5	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
9	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	1
9	c/u	Retención preformada para conductor de Al	1
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

MONOFÁSICA - BANDERA - ANGULAR



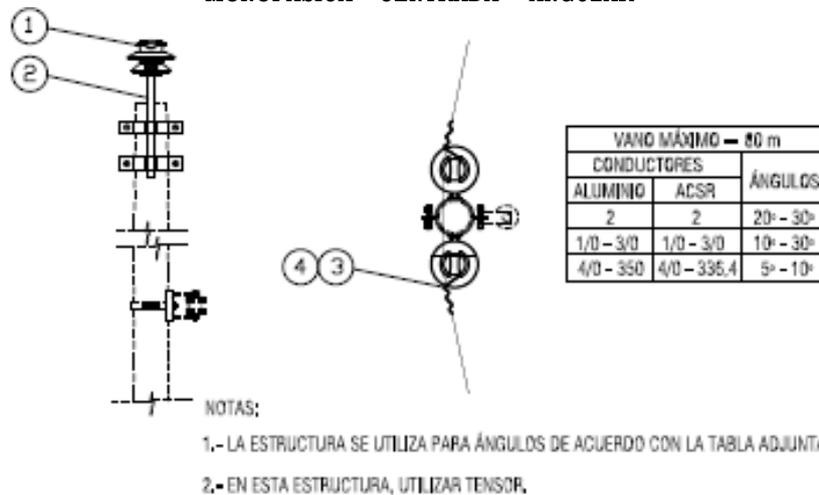
LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	1
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
4	c/u	Grapa angular apernada de aleación de Al	1
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	3

MONOFÁSICA - BANDERA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



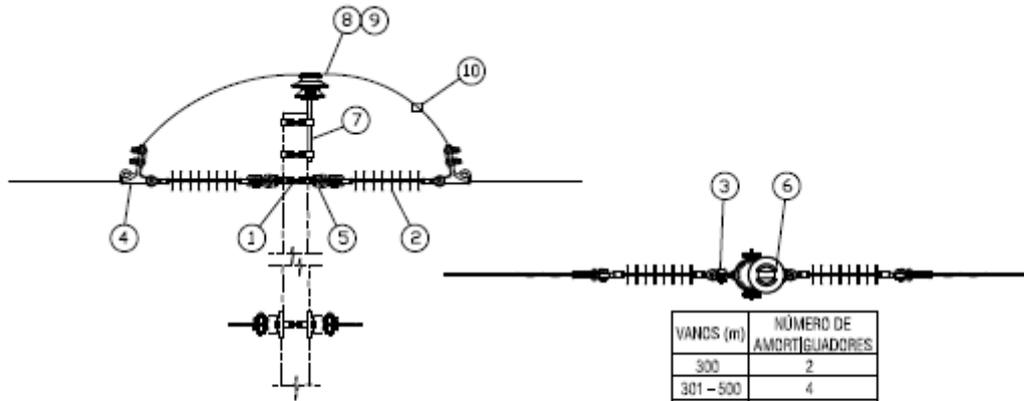
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	2
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
4*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	2
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	2
6*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	6
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	2
6	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1

MONOFÁSICA - CENTRADA - ANGULAR



LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	2
2*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción	1
3	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	4
4*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	2
SUSTITUTIVOS			
2	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	2
2	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
4	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2

MONOFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 80 m			VANO > 80 m	
CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES	ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR		ACSR	
2	2	20° - 60°	2	30° - 60°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	5° - 60°	1/0 - 3/0	30° - 60°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	2° - 60°	4/0 - 336,4	10° - 60°

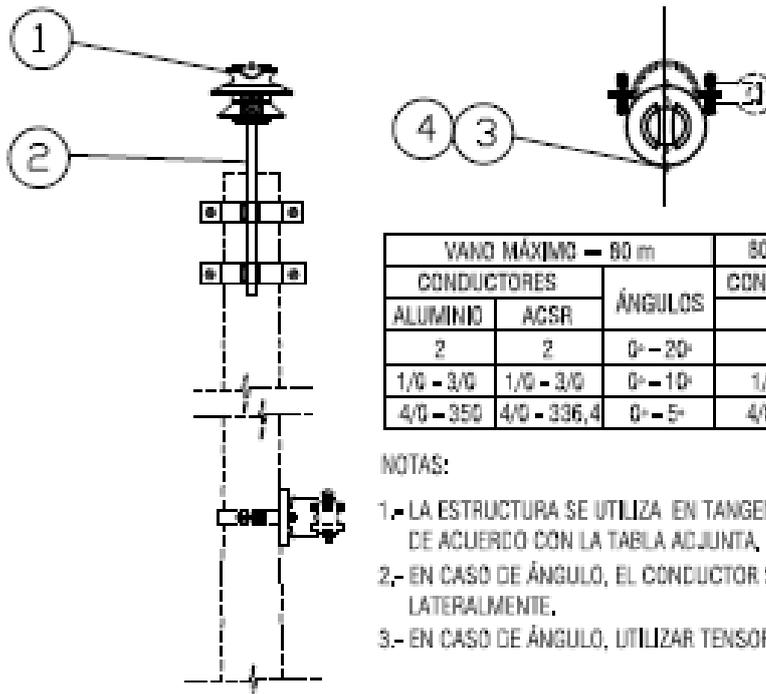
LISTA DE MATERIALES					CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN			
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")			1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV			2
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)			2
4*	c/u	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de A			2
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.			2
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV			1
7*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción			1
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG			2
9*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al			1
10*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador			1
SUSTITUTIVOS					
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión doble, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 x 6 1/2")			1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1			6
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al			2
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado			2
7	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.			1
7	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")			2
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho			2
10	c/u	Conector de compresión, aleación de Al			1

MONOFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE



CUENCA

UNIVERSIDAD DE

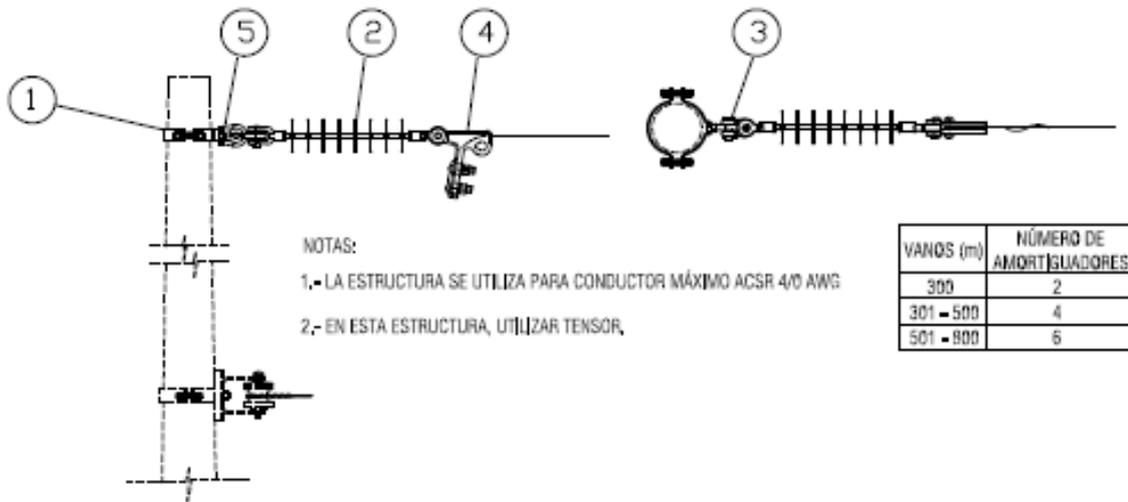


NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA,
- 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FIJADO AL AISLADOR LATERALMENTE.
- 3.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	1	
2*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción	1	
3	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2	
4*	c/u	Varilla de armar prefornado para conductor de Al	1	
SUSTITUTIVOS				
2	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1	
2	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2	
4	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2	

MONOFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL

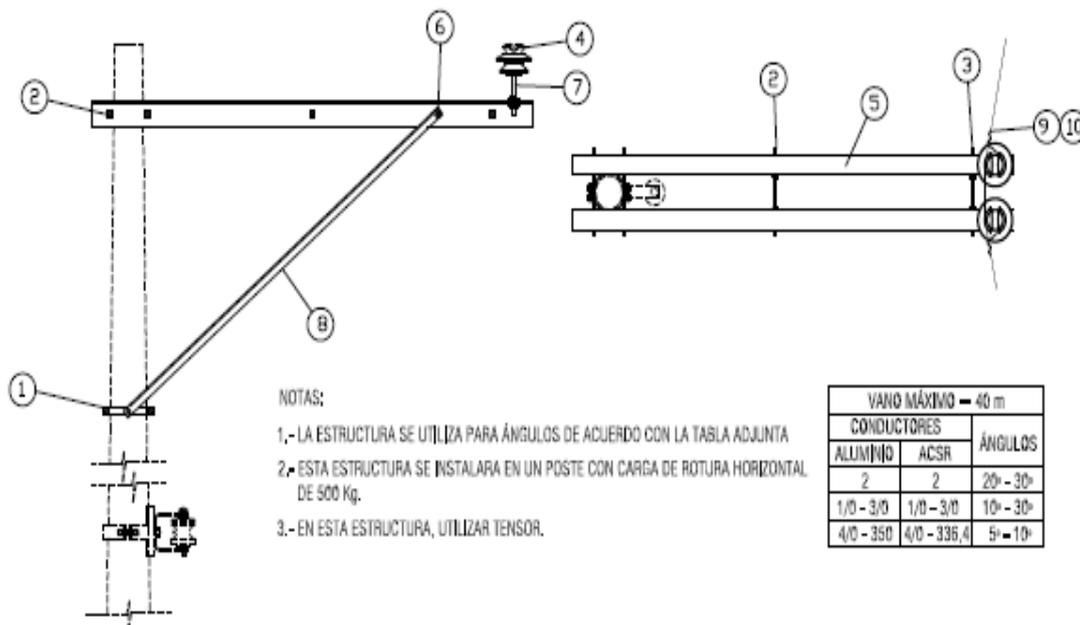


NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR,

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	1
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
4*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	1
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	3
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	1
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	1

MONOFÁSICA - EN VOLADO - ANGULAR



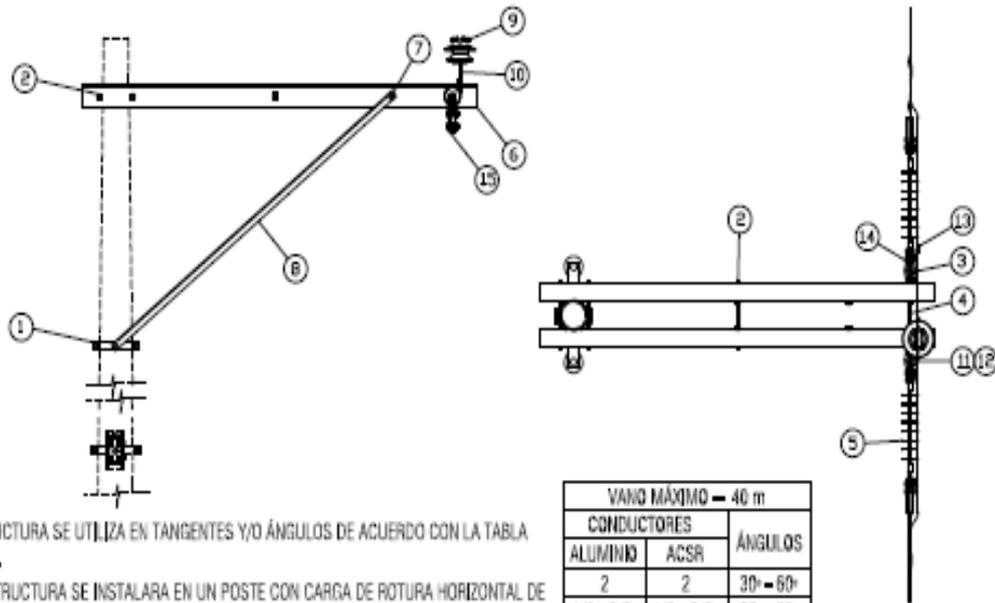
NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARA EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.



LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
4	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	2
5*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	2
8	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	4
10*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	2
SUSTITUTIVOS			
3	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
5	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	4
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

MONOFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARA EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

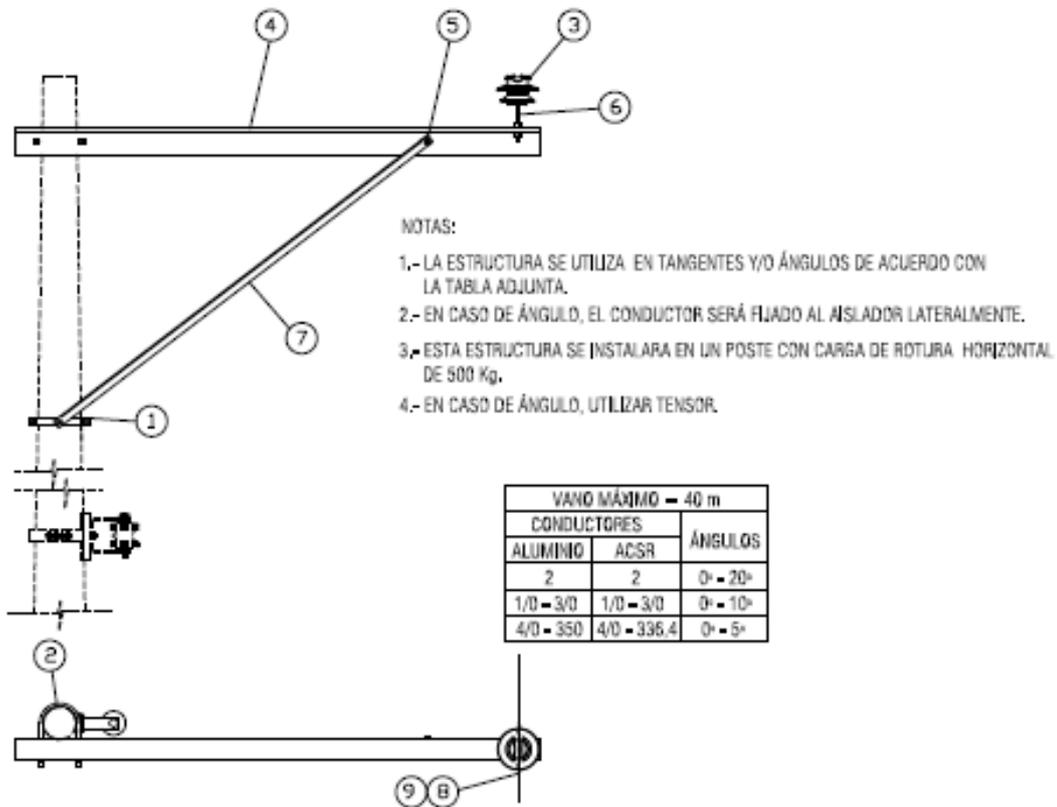
VANO MÁXIMO = 40 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	30° - 60°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	30° - 60°
4/0 - 350	4/0 - 336.4	10° - 60°

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pemos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/4 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
4*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
5*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	2
6*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
8	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	1
10	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	1
11	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
12*	c/u	Vanilla de armar prefarmado para conductor de Al	1
13*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pemos laterales de diferentes longitudes y separador	1
14	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
15*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	2
SUSTITUTIVOS			
3/4	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	6
6	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
6	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
12	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
13	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1
15	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
15	c/u	Retención prefarmada para conductor de Al	2

NOTAS:

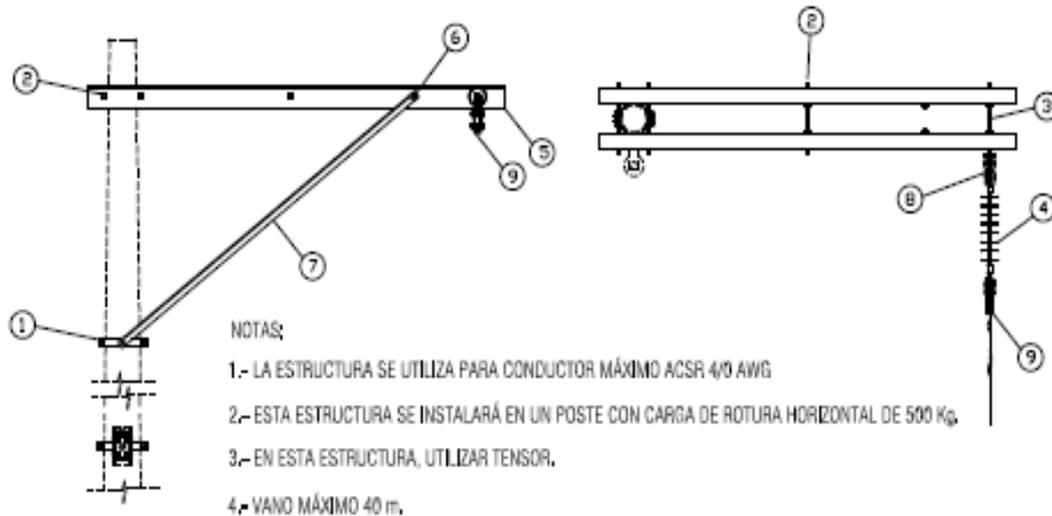
- 1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.
- 2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

MONOFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE



LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	o/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. X 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
3	o/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	1
4*	o/u	Crucecita de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	1
5	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	1
6	o/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	1
7	o/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	1
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
9*	o/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	1
SUSTITUTIVOS			
4	o/u	Crucecita de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	1
4	o/u	Crucecita de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	1
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
NOTAS:			
1.- La longitud de la crucecita puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucecitas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la crucecita de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

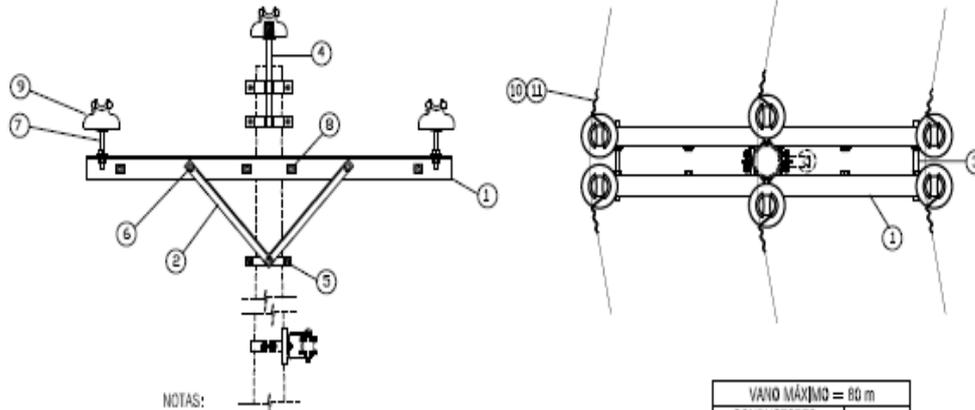
MONOFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL



LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
4*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	1
5*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
8	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
9*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	1
SUSTITUTIVOS			
3	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
4	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	3
5	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
5	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
9	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	1
9	c/u	Retención preformada para conductor de Al	1
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			



**ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS DE MEDIO VOLTAJE
TRIFÁSICA - CENTRADA – ANGULAR**



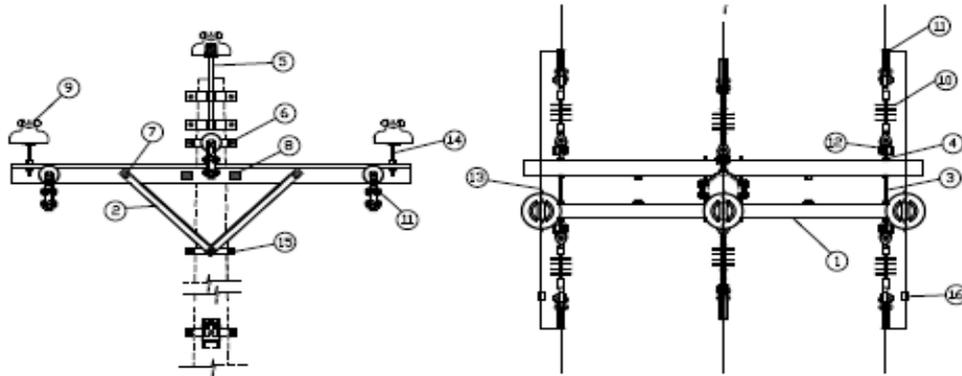
VANO MÁXIMO = 80 m		
CONDUCTORES		
ALUMINIO	ACSR	ÁNGULOS
2	2	20° - 30°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	10° - 30°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	5° - 10°

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4") <small>NOTA 1-2</small>	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	4
8	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	6
10	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	12
11*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	6

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4") <small>NOTA 1-2</small>	2
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64") <small>NOTA 1</small>	2
3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
4	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	2
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
11	m	Dinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12

NOTAS:
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.

2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 80 m		80 m < VANO < 150m	
CONDUCTORES		CONDUCTORES	
ALUMINIO	ACSR	ALUMINIO	ACSR
2	2	2	2
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	1/0 - 3/0
4/0 - 350	4/0 - 336,4	4/0 - 350	4/0 - 336,4

VANDOS (m)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6

LISTA DE MATERIALES			
REF	UND.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4") <small>NOTA 1-2</small>	2
2	c/u	Plie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	4
5*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1
6*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	c/u	Perno esparrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
10*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	6
11*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	c/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estalón "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para stadsuns, No. 4 AWG	6
14	c/u	Perno espiga (pin) cono de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	2
15	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
16*	c/u	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UND.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4") <small>NOTA 1</small>	2
1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64") <small>NOTA 1</small>	2
3/4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tocho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
6	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión doble, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
10	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	12
11	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	c/u	Retención preformada para conductor de Al	6
16	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	3

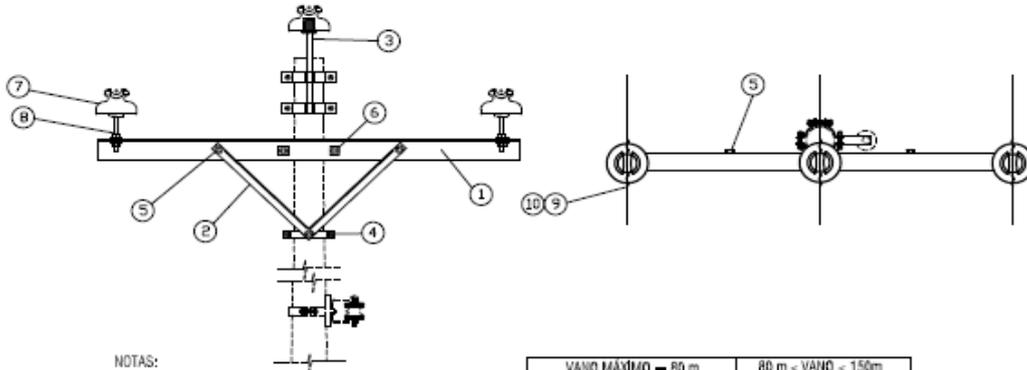
NOTAS:
 1.- La longitud de la crueta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar cruetas de 2,40 m.
 2.- El ancho de la crueta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.



CUENCA

UNIVERSIDAD DE

TRIFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FIJADO AL AISLADOR LATERALMENTE.
- 3.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 80 m			80 m < VANO ≤ 150 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR		ACSR		
2	2	0° - 20°	2	2	0° - 20°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°	1/0 - 3/0	1/0 - 5°	0° - 5°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	0° - 5°	4/0 - 336,4	0° - 2°	

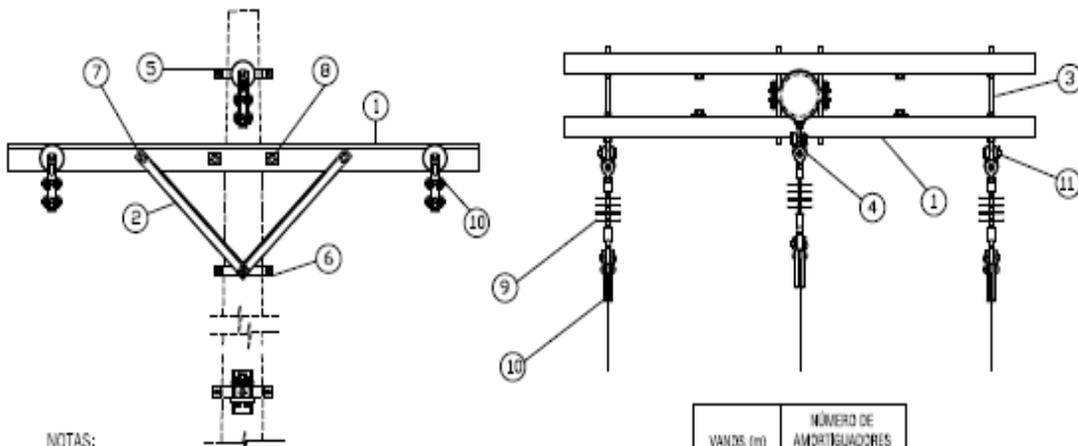
LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	NOTA 1-2	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")		2
3*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción		1
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")		1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión		2
6	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		1
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-S, 15 kV		3
8	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.		2
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para staturas, No. 4 AWG		6
10*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al		3

LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN		
SUSTITUTIVOS				
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	NOTA 1-2	1
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	NOTA 1	1
3	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.		1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")		2
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho		6

NOTAS:

- 1.- La longitud de la cruceta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.
- 2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
- 2.- VANO MÁXIMO 150 m.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)	NÚMERO DE AMORTRIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 900	6

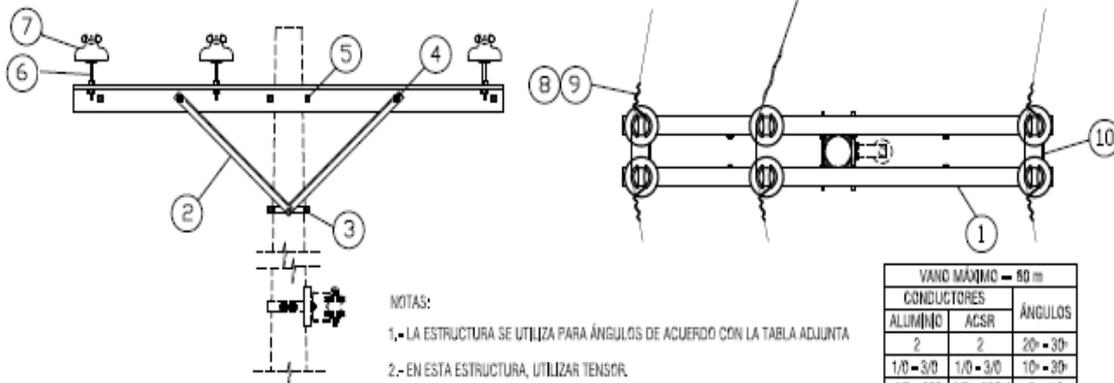


LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4") <small>NOTA 1-2</small>	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
5*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
6	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho/siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	3
10*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	3
11	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4") <small>NOTA 1-2</small>	2
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64") <small>NOTA 1</small>	2
3/4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
9	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	6
10	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
10	c/u	Retención preformada para conductor de Al	3

NOTAS:
 1.- La longitud de la cruceta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.
 2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - ANGULAR

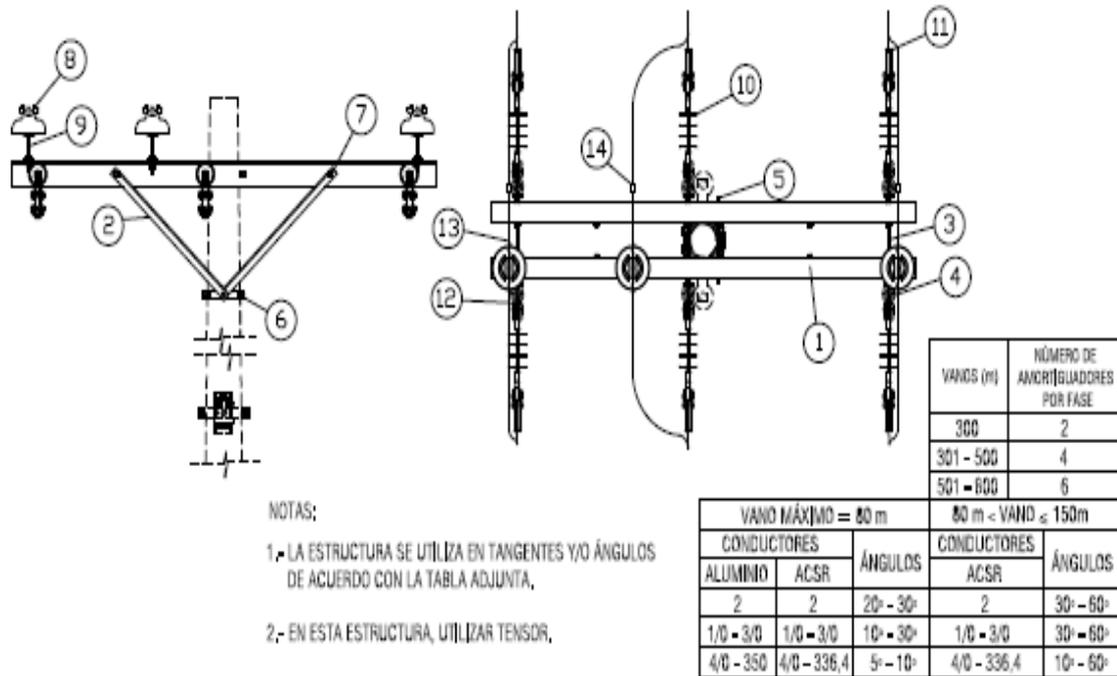


LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95") <small>NOTA 1</small>	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
6	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	6
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	6
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	12
9*	c/u	Vanilla de armar preformada para conductor de Al	6
10	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95") <small>NOTA 1</small>	2
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	2
5	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12

NOTA:
 1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



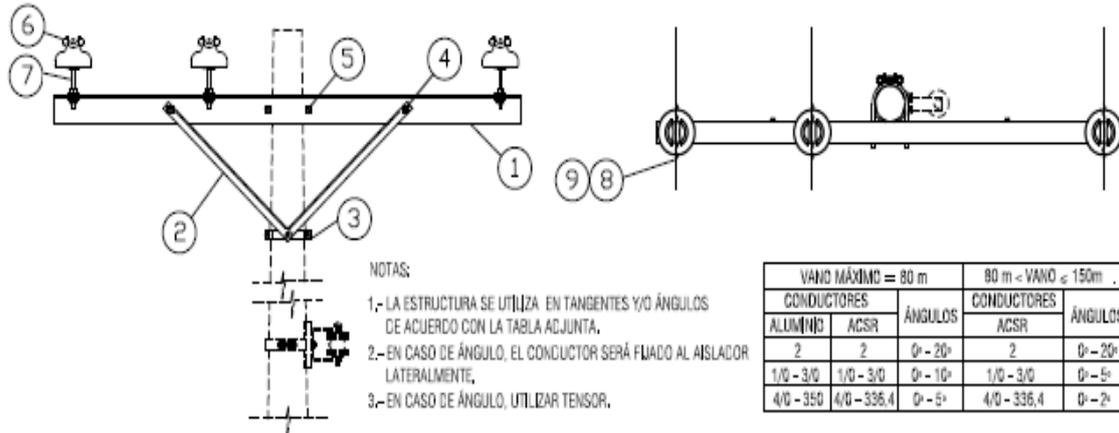
NOTAS:
 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA,
 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95") <small>NOTA 1</small>	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	3
5	c/u	Perno esparrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
9	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
10*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	6
11*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	c/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
14*	c/u	Conector de ramuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95") <small>NOTA 1</small>	2
1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	2
3/4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
10	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	12
11	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	c/u	Retención preformada para conductor de Al	6
14	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	3

NOTA:
 1.- El ancho de la cruce de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - PASANTE O TANGENTE



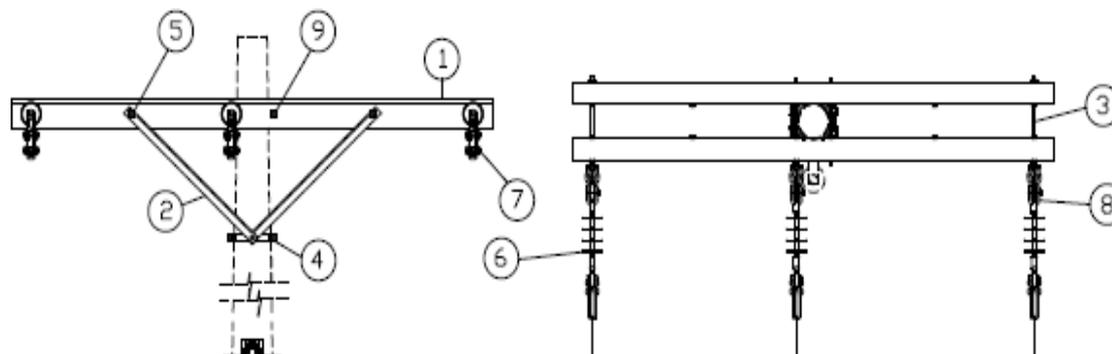
- NOTAS:
- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
 - 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FIJADO AL AISLADOR LATERALMENTE.
 - 3.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 80 m		80 m < VANO ≤ 150m	
ALUMINIO	ACSR	ÁNGULOS	ÁNGULOS
2	2	0° - 20°	2
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°	1/0 - 3/0
4/0 - 350	4/0 - 336.4	0° - 5°	4/0 - 336.4

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	clu	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	1
2	clu	Fie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28°)	2
3	clu	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pemos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2°)	1
4	clu	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	clu	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	clu	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
7	clu	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diam x 300 mm (12") de long.	3
8	m	Conductor desnudo solido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
9*	clu	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	clu	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	1
1	clu	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	1
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	6
NOTA:			
1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL



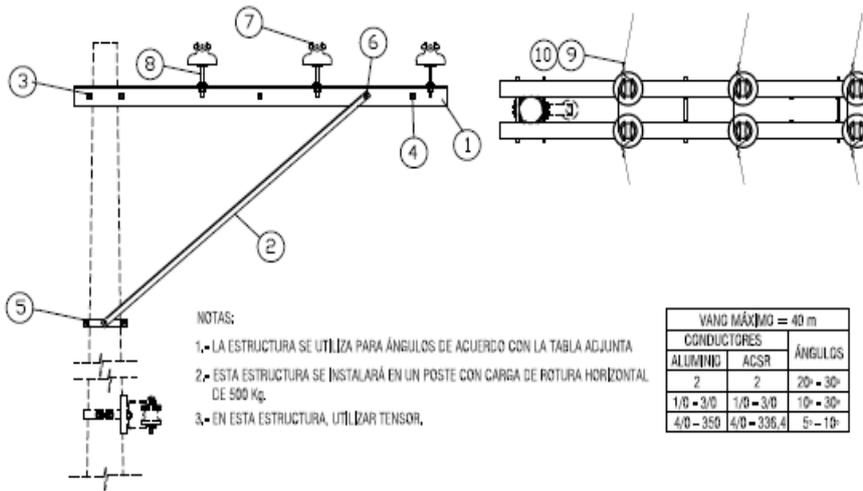
- NOTAS:
- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
 - 2.- VANO MÁXIMO 150 m.
 - 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6



LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD	LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN			REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>		2	SUSTITUTIVOS				
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")		4	1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2	
3	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		3	1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2	
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 5 1/2 - 6 1/2")		1	3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3	
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión		4	3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6	
6*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho silicónado, clase ANSI DG-15, 15 kV		3	6	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	6	
7*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al		3	7	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3	
8	c/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)		3	7	c/u	Retención preformada para conductor de Al	3	
9	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		1	NOTA: 1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.				

TRIFÁSICA - EN VOLADO - ANGULAR



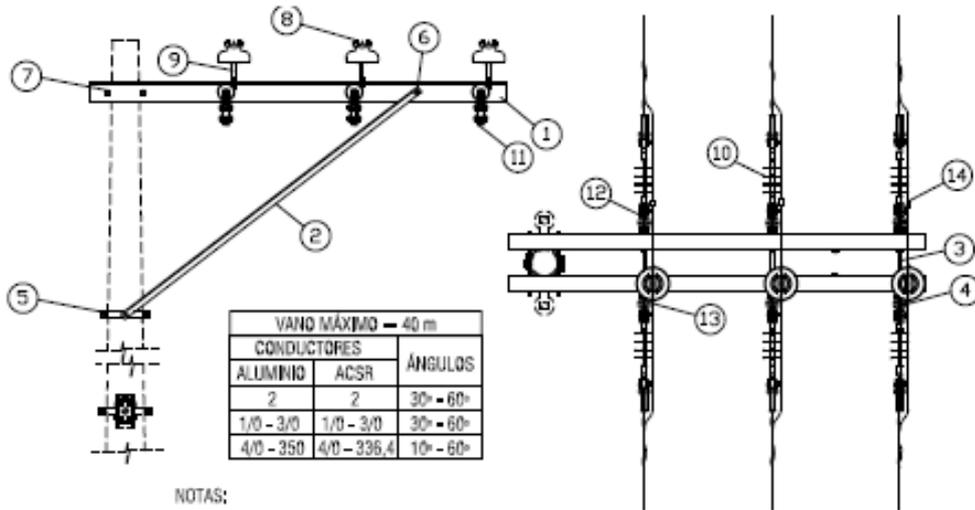
LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD	LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN			REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>		2	SUSTITUTIVOS				
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")		2	1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2	
3	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		2	1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2	
4*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		2	4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3	
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 6 1/2 - 7 1/2")		1	4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6	
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión		2	10	c/u	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12	
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV		6	NOTA: 1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.				
8	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.		6					
9	m	Conductor desnudo solidado de Al para ataduras, No. 4 AWG		12					
10*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al		6					



CUENCA

UNIVERSIDAD DE

TRIFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

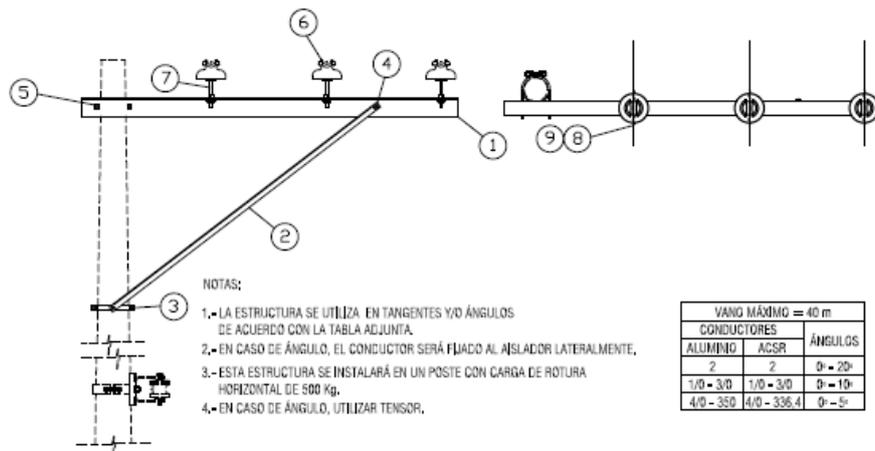
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
2	o/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)	2
3*	o/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	o/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	3
5	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
6	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	o/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
8	o/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
9	o/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
10*	o/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-15, 15 kV	6
11*	o/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	o/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estabon "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
14*	o/u	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
SUSTITUTIVOS			
1	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
1	o/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
3/4	o/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3/4	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
10	o/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	12
11	o/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	o/u	Retención preformada para conductor de Al	6
14	o/u	Conector de compresión, aleación de Al	3

NOTA:

1.- El ancho de la cruce de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

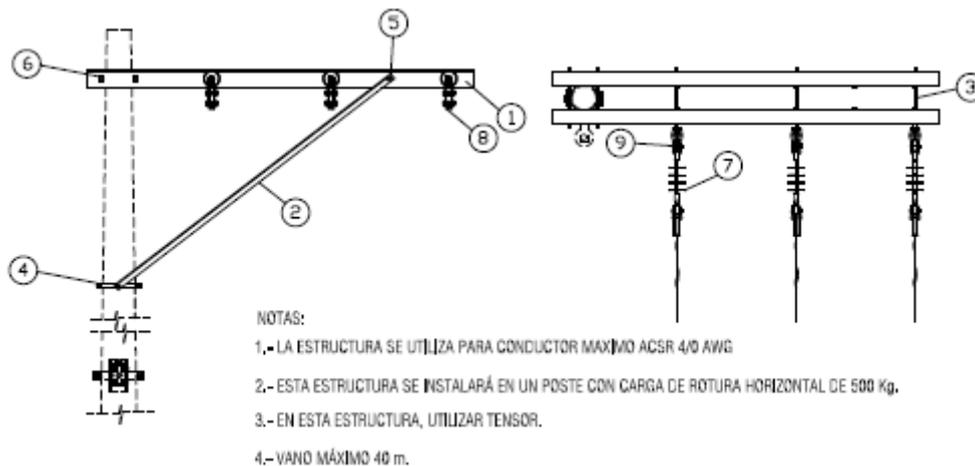
TRIFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE



LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95") NOTA 1	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	1
5	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
9*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95") NOTA 1	1
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	1
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	6

NOTA:
1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL



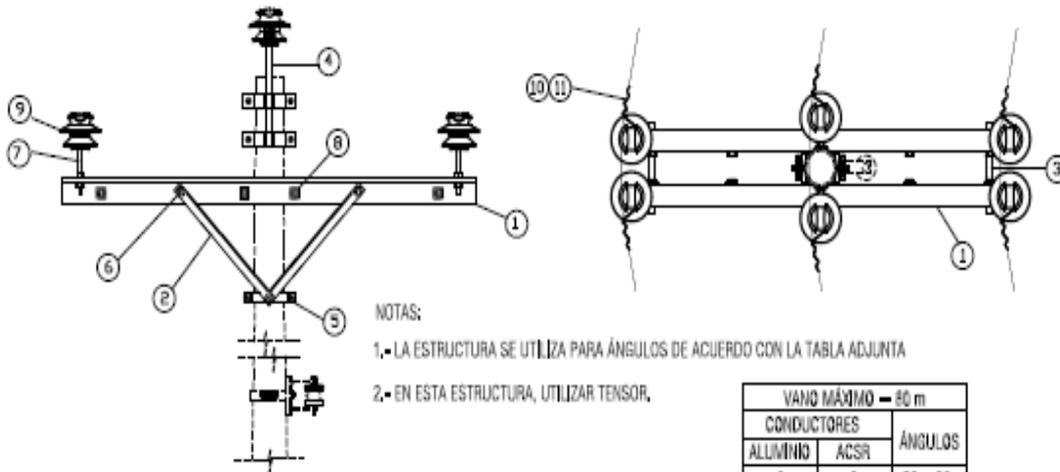


LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) NOTA 1	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)	2
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	2
6	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
7*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	3
8*	c/u	Grapa terminal apriada tipo pistola, de aleación de Al	3
9	c/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	3

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) NOTA 1	2
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6
7	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	6
8	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
8	c/u	Retención preformada para conductor de Al	3

NOTA:
1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - CENTRADA - ANGULAR



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 80 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	20° - 30°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	10° - 30°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	5° - 10°

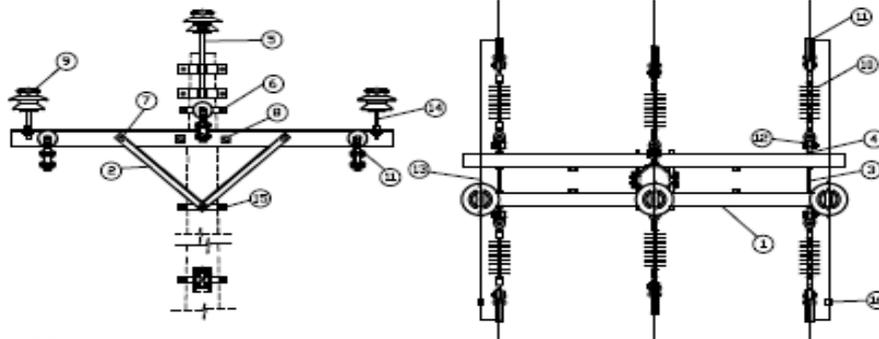
LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4") NOTA 1-2	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	4
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	4
8	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	6
10	m	Conductor desnudo sólido de Al para abaduras, No. 4 AWG	12
11*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	6

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4") NOTA 1-2	2
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64") NOTA 1	2
3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	4
4	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	2
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
11	m	Dinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12

NOTAS:
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.



TRIFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

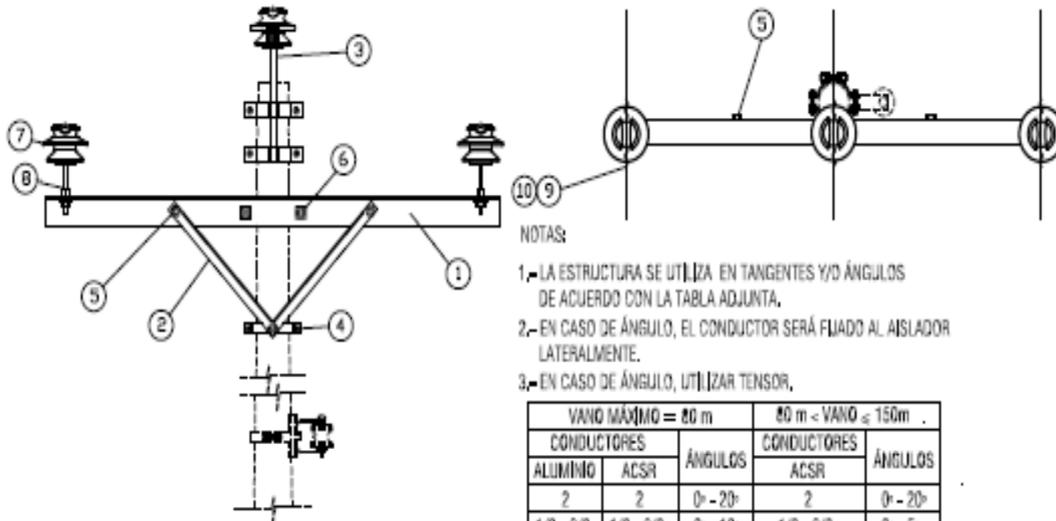
- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANDOS (m)		NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FACE
300		2
301 - 500		4
501 - 800		6

VANO MÁXIMO = 80 m		80 m < VANO < 150 m	
CONDUCTORES		CONDUCTORES	
ALUMINO	ACSR	ACSR	ÁNGULOS
2	2	2	20° - 30°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	10° - 30°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	4/0 - 336,4	5° - 10°

REF	UNID.	LISTA DE MATERIALES DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REF	UNID.	LISTA DE MATERIALES DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2	1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
2	c/u	Fle amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4	1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 3 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2	3/4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
4*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	4	3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5*	c/u	Perno espiga (sin) tope de poste simple de acero galvanizado, 13 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1	5	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tocho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1
6*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1	5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4	6	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión doble, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
8	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2	10	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 50-1	18
9	c/u	Aislador espiga (sin), de porcelana, clase ANSI 55-1, 25 kV	3	11	c/u	Grasa -trinquilla- guardabarro, de acero galvanizado	6
10*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DC-20, 22 kV	6	11	c/u	Retención perforada para conductor de Al	6
11*	c/u	Grasa terminal oprimida tipo protón, de aleación de Al	6	12	c/u	Conector de conexión, aleación de Al	3
12	c/u	Horquilla anillo de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estabón "I" para sujeción)	6	NOTAS:			
13	m	Conductor desnudo soldado de Al para alambres, No. 4 AWG	6	1.- La longitud de la cruzeta puede ser de 1,50 m, 2m y 2,40 m. Se recomienda usar cruces de 2,40 m.			
14	c/u	Perno espiga (sin) corto de acero galvanizado, 13 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	2	2.- El ancho de la cruzeta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			
15	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2				
16*	c/u	Conector de ramuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3				

TRIFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FIJADO AL AISLADOR LATERALMENTE.
- 3.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 80 m			80 m < VANO ≤ 150 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR		ACSR		
2	2	0° - 20°	2	0° - 20°	
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°	1/0 - 3/0	0° - 5°	
4/0 - 350	4/0 - 336.4	0° - 5°	4/0 - 336.4	0° - 2°	

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceña de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4") NOTA 1-2	1
2	c/u	Pie armigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	2
3*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
6	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U., con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3
8	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	2
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para aladuras, No. 4 AWG	6
10*	c/u	Varilla de armar prefornada para conductor de Al	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceña de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4") NOTA 1-2	1
1	c/u	Cruceña de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64") NOTA 1	1
3	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1.27 mm (3/64") de esp. x 7.62 mm (5/16") de ancho	6

NOTAS:

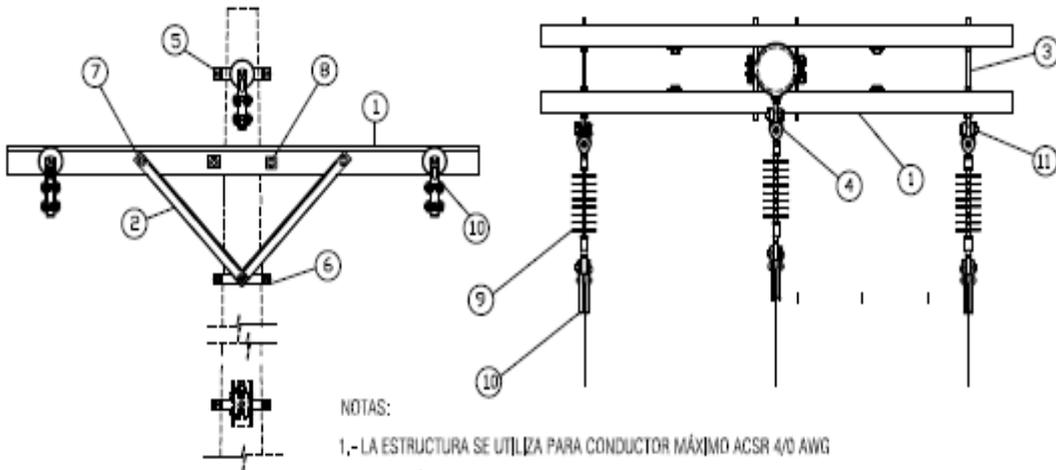
- 1.- La longitud de la cruceña puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar cruceñas de 2,40 m.
- 2.- El ancho de la cruceña de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL



CUENCA

UNIVERSIDAD DE



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
- 2.- VANO MÁXIMO 150 m.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6

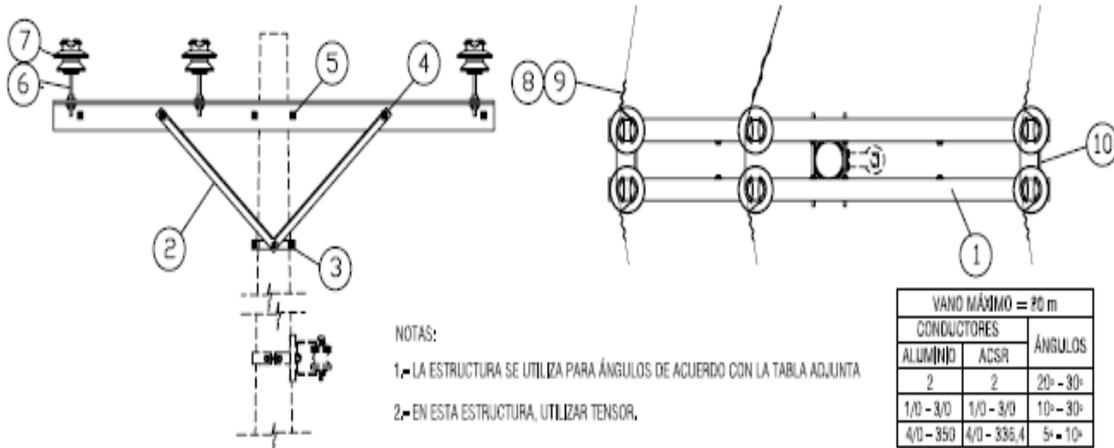
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UND.	DESCRIPCIÓN	
1*	o/u	Cruceata de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
2	o/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	o/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4	o/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diam.	1
5*	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
6	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	o/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9*	o/u	Aislador tipo suspensión, de caucho silicónado, clase ANSI DC-28, 22 kV	3
10*	o/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	3
11	o/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diam. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	3

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UND.	DESCRIPCIÓN	
SUSTITUTIVOS			
1	o/u	Cruceata de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
1	o/u	Cruceata de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
3	o/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
3	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
9	o/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	3
10	o/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
10	o/u	Retención preformada para conductor de Al	3

NOTAS:

- 1.- La longitud de la cruceata puede ser de 1,50 m, 2m y 2,40 m. Se recomienda usar cruceatas de 2,40 m.
- 2.- El ancho de la cruceata de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - ANGULAR



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = #0 m		
CONDUCTORES	ALUMINIO	ACSR
2	2	2
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	1/0 - 3/0
4/0 - 850	4/0 - 336,4	5/ - 10/

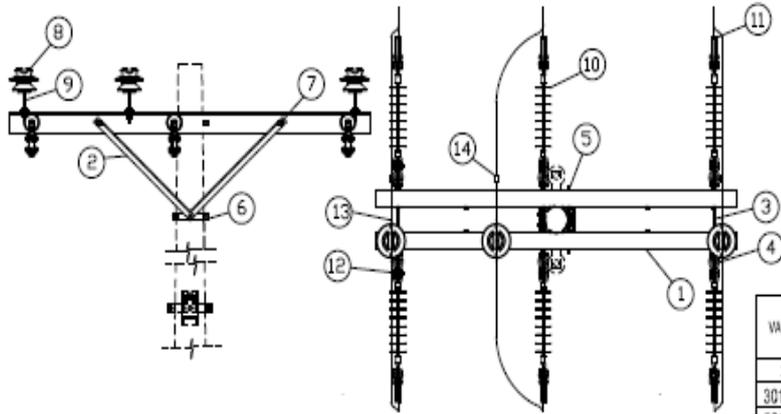


LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95")	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
6	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	6
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	6
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	12
9*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	6
10	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95")	2
1	c/u	Crucecita de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	2
5	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12

NOTA:
1.- El ancho de la crucecita de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



- NOTAS:
1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6

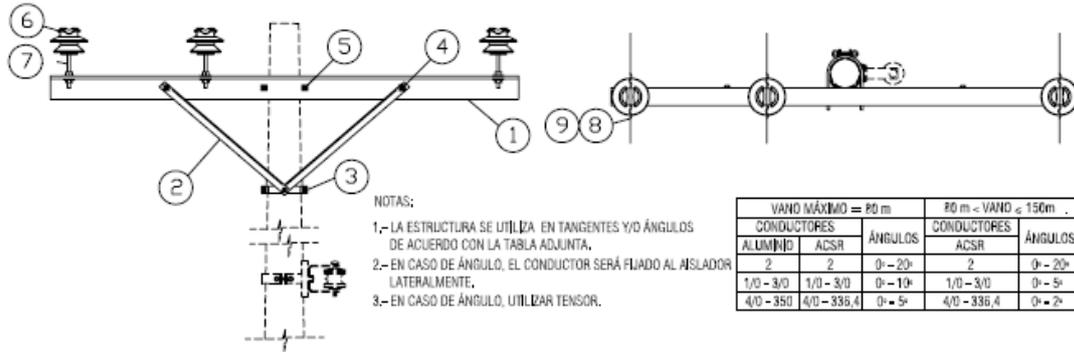
VANO MÁXIMO = 80 m		80 m < VANO < 150m	
CONDUCTORES ALUMINIO	CONDUCTORES ACSR	CONDUCTORES ACSR	ÁNGULOS
2	2	2	20° - 30°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	30° - 60°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	4/0 - 336,4	5° - 10°

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95")	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	3
5	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3
9	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
10*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DD-28, 22 kV	6
11*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	c/u	Harquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estibón "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
14*	c/u	Conector de ramuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95")	2
1	c/u	Crucecita de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	2
3/4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
10	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	18
11	c/u	Grapa - harquilla - guardacables, de acero galvanizado	6
11	c/u	Retención preformada para conductor de Al	6
14	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	3

NOTA:
1.- El ancho de la crucecita de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

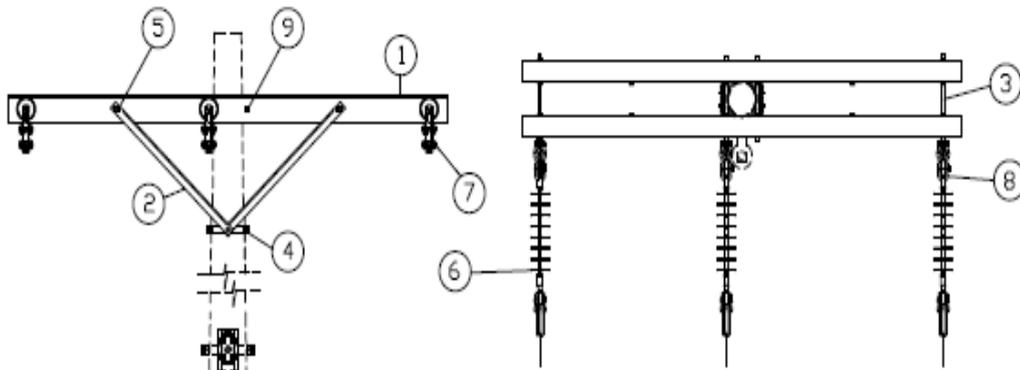
TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - PASANTE O TANGENTE



LISTA DE MATERIALES				LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	o/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 3/8") <small>NOTA 1</small>	1	SUSTITUTIVOS			
2	o/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	2	1	o/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 3/8") <small>NOTA 1</small>	1
3	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1	1	o/u	Cruceleta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	1
4	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2	3	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1.27 mm (3/64") de esp. x 7.62 mm (5/16") de ancho	6
5	o/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U., con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1				
6	o/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3				
7	o/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 13 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3				
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para abaduras, No. 4 AWG	6				
9*	o/u	Vánula de armar preformada para conductor de Al	3				

NOTA:
1.- El ancho de la cruceleta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL



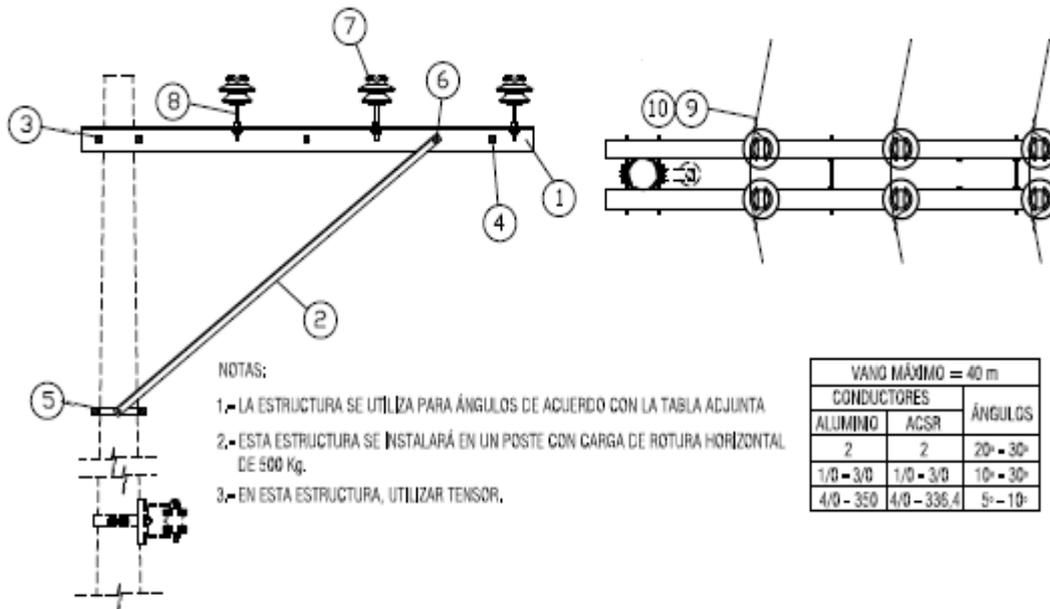


CUENCA

UNIVERSIDAD DE

LISTA DE MATERIALES				LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2	SUSTITUTIVOS			
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28°)	4	1	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
3	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3	1	c/u	Cruceleta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1	3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	4	3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6
6*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	3	6	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	9
7*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	3	7	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
8	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long., (Eslabón "U" para sujeción)	3	7	c/u	Retención preformada para conductor de Al	3
9	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1	NOTA: 1.- El ancho de la cruceleta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

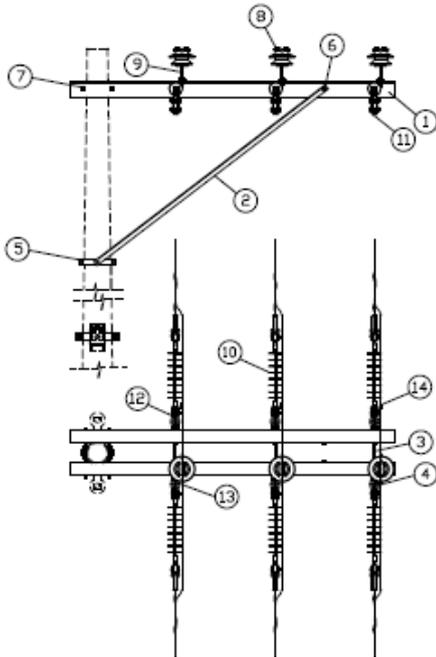
TRIFÁSICA - EN VOLADO – ANGULAR



LISTA DE MATERIALES				LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2	SUSTITUTIVOS			
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)	2	1	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
3	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2	1	c/u	Cruceleta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
4*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2	4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1	4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	2	10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	6	NOTA: 1.- El ancho de la cruceleta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			
8	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	6				
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	12				
10*	c/u	Vanilla de armar preformada para conductor de Al	6				



TRIFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA,
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 40 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	30° - 60°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	30° - 60°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	10° - 60°

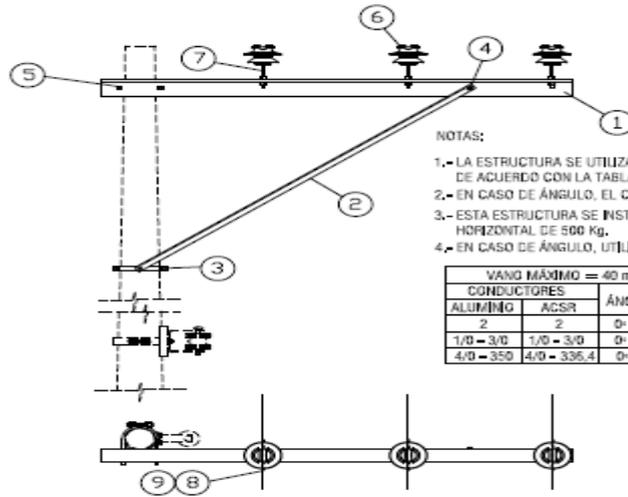
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	o/u	Cruceca de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
2	o/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)	2
3*	o/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4*	o/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	3
5	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
6	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	o/u	Perno esparrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
8	o/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 95-1, 25 kV	3
9	o/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
10*	o/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	6
11*	o/u	Grpa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	o/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
14*	o/u	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	
SUSTITUTIVOS			
1	o/u	Cruceca de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
1	o/u	Cruceca de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
3/4	o/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3/4	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
10	o/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	18
11	o/u	Grpa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	o/u	Retención preformada para conductor de Al	6
14*	o/u	Conector de compresión, aleación de Al	3

NOTA:

1.- El ancho de la cruceca de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE



- NOTAS:
- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
 - 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FIJADO AL AISLADOR LATERALMENTE.
 - 3.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
 - 4.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

LISTA DE MATERIALES				LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95")	1	1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95")	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	1	1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1	9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1.27 mm (3/64") de esp. x 7.62 mm (5/16") de ancho	6
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	1				
5	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U., con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1				
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3				
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3				
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWC	6				
9*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3				

NOTA:
1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

TRIFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL



LISTA DE MATERIALES				LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95")	2	1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95")	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2	1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	2
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3	3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1	3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2	7	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	9
6	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2	8	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
7*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	3	8	c/u	Retención preformada para conductor de Al	3
8*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	3				
9	c/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	3				

NOTA:
1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.