

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA**



**TRABAJO DE GRADUACION
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

**DISEÑO DE CIRCUITO LOOP 46 KV PARA
INTERCONEXIÓN ENTRE SUBESTACION ETESAL
OPICO Y SUBESTACION ETESAL CEL ATEOS**

PRESENTADO POR:

**HUGO REINALDO MENJÍVAR CRUZ
JUAN JOSE HERNANDEZ SALAZAR
DENNIS WARNER GONZALEZ LAZO**

ASESOR:

ING. MANUEL VICENTE BARDALES

SEPTIEMBRE 2008
EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA**



**RECTOR
ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET**

**SECRETARIO GENERAL
ING. XIOMARA MARTINEZ**

**DECANO FACULTAD DE INGENIERIA
ING. ERNESTO GODOFREDO GIRON**

**SEPTIEMBRE 2008
EL SALVADOR, CENTRO AMERICA**

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA



TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

DISEÑO DE CIRCUITO LOOP 46 KV PARA INTERCONEXION
ENTRE SUBESTACION ETESAL OPICO Y SUBESTACION
ETESAL CEL ATEOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD DON BOSCO

ING. MOISES GUERRA
ADMINISTRADOR

ING. CARLOS LOPEZ
LECTOR

ING. MANUEL BARDALES
ASESOR

SEPTIEMBRE 2008
EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios todo poderoso por permitirme culminar mis estudios universitarios y por darme fuerza y sabiduría en los momentos difíciles en esta etapa de mi vida.

A mi asesor: Ing. Manuel Vicente Bardales por haber aceptado guiarme durante todo el proceso y brindarme su confianza, apoyo y tiempo pues siempre estuvo pendiente no solo como un asesor si no también como un amigo en el cual siempre pude y puedo confiar.

A la Lic. Leda de Bardales que siempre estuvo pendiente de nuestro proceso y dándonos gran parte de su tiempo para el desarrollo de nuestro trabajo y un gran apoyo moral para seguir adelante y sin mirar hacia atrás.

Al Sr. Luis Gustavo Vargas que siempre fue una mano amiga para cualquier consulta técnica y desarrollo de todo el trabajo que se realizo desde principio hasta último momento.

A mis compañeros de trabajo de tesis Hugo Reinaldo Menjivar y Juan José Hernández Salazar que además son mis amigos y con los cuales disfrutamos momentos de alegría tristeza y preocupación, pero lo más importante es que vivimos momentos de sabiduría aprendizaje en la rama de potencia que es nuestra especialidad en la carrera de ingeniería eléctrica.

A todos mis amigos tanto dentro de la universidad como fuera de la universidad y en especial a Paola Victoria Aguilar Rodríguez y a Pamela Vargas Dubon que siempre creyeron en mí y me dieron palabras de aliento para seguir adelante.

Y sobretodo y sin dejar de menos a todos las personas mencionadas anteriormente, a mi familia mi padre Francisco Sánchez González mi madre Digna Lazo de González y mi hermana Digna Kryssia Gonzales que siempre estuvieron conmigo en las buenas y malas que siempre me dieron ese impulso en mis momentos de debilidad, que siempre creyeron en mí y me dieron el apoyo necesario para culminar todo este proceso sin dejarme solo en ningún momento.

Dennis Warner González lazo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios todo poderoso por permitirme culminar mis estudios universitarios y por darme fuerza y sabiduría en los momentos difíciles en esta etapa de mi vida.

A mi asesor Ing. Manuel Vicente Bardales, por brindarnos su tiempo, conocimientos y amistad, ya que con su apoyo y experiencia las dificultades siempre fueron mas fáciles de sobrellevar.

A Licda. Leda de Bardales por que siempre nos brindó su apoyo en cada etapa del proceso y nos guio con paciencia.

Al Sr. Luís Gustavo Vargas que siempre despejo cualquier duda técnica que se generaba de inicio a fin del proceso, gracias por ese carisma y esa capacidad de ayuda para con los amigos.

A mis amigos y compañeros de trabajo de tesis Dennis Warner González Lazo y Juan José Hernández Salazar con los cuales compartimos momentos especiales durante el trabajo de tesis y de la vida universitaria, en la cual tratamos siempre de sacarle lo mejor a la vida y a los conocimientos adquiridos en nuestra rama de la ingeniería.

A todos mis amigos y compañeros de trabajo que siempre me motivaron a continuar y luchar por cumplir con mis metas profesionales y personales.

A mi futura esposa Yolanda Ivette Barrera, por motivarme día a día a superarme y darme ese amor incondicional y desinteresado.

Y sobretodo; a mis padres Reinaldo Menjívar y Ana Daisy Cruz de Menjívar, mis hermanos Jenny y Raúl Menjívar Cruz, mis abuelos, y demás familia, por estar conmigo en los momentos buenos y malos, por creer en mí, y por brindarme el cariño y apoyo necesarios que me ayudaron a terminar este proceso sin dejarme solo en ningún momento.

Hugo Reinaldo Menjívar Cruz

INTRODUCCION

Alrededor del mundo es conocido por todos, que para el desarrollo de un país es de gran importancia la energía eléctrica y en El Salvador no es la excepción tomando en cuenta que día a día se incrementa la demanda de energía eléctrica por parte de las zonas industriales y residenciales las cuales constan de empresas muy reconocidas y urbanizaciones grandes respectivamente. Es por esta razón la importancia de construir nuevas líneas de sub transmisión a 46 KV para satisfacer las demandas energéticas, dar un mejor mantenimiento a líneas existentes y reducir los tiempos de respuesta en los cortes de energía.*

La empresa distribuidora DELSUR solicita, el diseño de interconexión entre la subestación eléctrica ETESAL OPICO y subestación ETESAL ATEOS; el presente trabajo es con el objeto de diseñar un circuito de respaldo para maniobras de mantenimiento y distribuir de manera más eficiente las cargas de los consumidores existentes; prestando un mejor servicio eléctrico en la zona occidental del país, el cual ha presentado problemas de recortes eléctricos por mantenimientos e incrementos de demanda en los últimos años.

*La distribuidora de energía proporciona factibilidad pero datos de índices de calidad son reservados.

ANTECEDENTES

En los últimos años se han detectado problemas de interrupción de servicios en algunas empresas de la zona industrial de Ateos sobre Carretera a Sonsonate. Dichas interrupciones son causadas cuando se efectúan maniobras de suspensión por atención de servicio a nuevos clientes o mantenimiento de las líneas, afectando directamente a los grandes clientes que ya poseen el servicio en la zona; esto conlleva a la pérdida de producción por parte de las empresas en dicha zona y algunas veces a demandas de los grandes clientes impuestas a la empresa distribuidora por el mal servicio energético.

Dentro de esta zona de Ateos existen subestaciones de distribución pero que no tienen ningún tipo de interconexión con ETESAL ATEOS para poder repotenciar y mejorar el servicio.

Entre noviembre y diciembre del año 2007 la empresa distribuidora DELSUR vio la necesidad y la factibilidad de realizar un estudio para dar solución a la problemática; determinando que una interconexión entre Subestaciones ETESAL OPICO y ETESAL ATEOS es una solución viable para responder a las necesidades de la zona recuperando carga de diferentes alimentadores a 46kV.

INDICE

	Pag
INTRODUCCION	I
ANTECEDENTES	II
CAPITULO I	
1.0 CONCEPTOS Y GENERALIDADES EN LINEAS ELECTRICA AEREAS	1
1.1 DESCRIPCION DEL SECTOR ELECTRICO NACIONAL	1
1.1.1 SISTEMA DE GENERACIÓN	3
1.1.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN	4
1.1.3 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	5
1.2 EQUIPOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCION	6
1.2.1 PUNTOS DE APOYO (POSTES)	6
1.2.1.1 ESFUERZOS A LOS QUE ESTAN SOMETIDOS LOS APOYOS EN LAS LINEAS AEREAS	7
1.2.1.2 CLASIFICACION DE LOS APOYOS SEGUN SU FUNCION	8
1.2.1.3 POSTES DE HORMIGON CENTRIFUGADO	10
1.2.1.4 POSTES DE HOMIGON VIBRADO.	11
1.2.1.5 POSTES METALICOS	12
1.2.2 HERRAJES	13
1.2.3 CONDUCTORES	17
1.2.3.1 CONDUCTORES DE COBRE	19
1.2.3.2 CONDUCTORES DE ALUMINIO	19
1.2.3.3 SELECCIÓN DE CONDUCTORES	19
1.2.3.4 CONDUCTORE AEREOS AISLADOS	20
1.2.3.5 CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA CONDUCTORES AEREOS	24
1.2.3.6 EMPALMES Y CONEXIONES	25
1.2.4 AISLADORES	26
1.2.4.1 MATERIALES EMPLEADOS EN LOS AISLADORES	28
1.2.4.2 TIPOS DE AISLADORES	29
1.2.5 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	37
1.2.5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS SUBESTACLONES	37
1.2.5.2 EQUIPOS Y DISPOSITIVOS FUNDAMENTALES DE UNA SUBESTACION ELECTRICA DE SERVICIO	38
1.2.5.3 TRANSFORMADOR	39
1.2.5.4 CONEXIÓN DE UN BANCO DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA FORMAR UN SISTEMA TRIFASICO	39

1.2.6	CAPACITORES	40
1.2.6.1	RAZONES ESPECÍFICAS PARA EL USO DE CAPACITORES	40
1.2.6.2	COMPENSACION DE UN TRANSFORMADOR INDIVIDUAL	41
1.2.7	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	42
1.2.7.1	FUSIBLES	42
1.2.7.2	TIPOS DE FUSIBLES	43
1.2.7.3	FUSIBLES DE ALTA TENSION	43
1.2.7.4	FUSIBLE DEL TIPO DE EXPULSION	44
1.2.7.5	FUSIBLES LIMITADORES DE CORRIENTE	45
1.2.7.6	CARACTERISTICAS TECNICAS Y CRITERIOS DE SELECCION DE FUSIBLES	45
1.2.7.7	CUCHILLAS MONOPOLARES	46
1.2.7.8	PARARRAYOS	47
1.2.7.9	CLASIFICACIÓN DE LOS PARARRAYOS	48
1.2.7.10	SITIOS EN QUE SE RECOMIENDA LA INSTALACION DE PARARRAYOS	50
1.2.7.11	MALLA DE PUESTA A TIERRA	51
1.2.7.12	INTERRUPTORES O DISYUNTORES	51
1.2.7.13	VIBRACIONES Y AMORTIGUADORES O ANTIVIBRADORES	52

CAPITULO II

2.0	DISEÑO DE LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN A 46KV PARA INTERCONEXIÓN ENTRE SUBESTACIONES CEL OPICO A CEL ATEOS	55
2.1	DESCRIPCIÓN DE RUTAS OPCIONALES PARA INTERCONEXIÓN.	55
2.2	DESCRIPCION DE RUTA PARA INTERCONEXIÓN.	59
2.3	DISEÑO DE LÍNEA PARA CIRCUITO LOOP	60
2.3.1	CALCULO ELECTRICO	60
2.3.1.1	CALCULO DE LA CORRIENTE POR CONDUCTOR	60
2.3.1.2	DISTANCIAS VERTICALES ADMISIBLES DE LOS CONDUCTORES A OBJETOS Y FAJA DE SEGURIDAD	62
2.3.1.3	PARARRAYOS	64
2.3.1.4	PARAMETROS DE LINEA Y CALCULO DE EFECTO CORONA	66
2.3.1.5	CALCULO DEL MOMENTO ELECTRICO	73
2.3.2	CALCULO MECANICO	74
2.3.2.1	SELECCION DE ESTRUCTURAS	74
2.3.2.2	CALCULO DE PARAMETROS MECANICOS	100
2.3.2.3	CALCULO DE LONGITUD DE CONDUCTOR	112

2.3.2.4	ESTRUCTURAS AEREAS Y HENDRIX	119
2.3.2.5	CIMENTACIONES	119
2.3.2.6	ARBOLES DE CARGA DE LAS ESTRUCTURAS	120
2.4	MEMORIA TECNICA	125
2.5	ANALISIS TECNICO DE CAPACIDAD DE SUBESTACIONES	128
2.6	MANIOBRA PARA INTERCONEXIÓN DE CIRCUITO	129
2.6.1	INTERCONEXION DE SUBESTACION OPICO A SUBESTACION ATEOS	129
2.6.2	INTERCONEXION DE SUBESTACION ATEOS A SUBESTACION OPICO	130
2.7	DIAGRAMA UNIFILAR	131
2.8	PLANO DEL DISEÑO DE LINEA	131
2.9	IMPACTO AMBIENTAL	131
	CAPITULO III	
3.1.0	PRESUPUESTO CON MATERIALES	136
3.1.1	DESCRIPCION GENERAL DEL PRESUPUESTO	136
3.2.0	PRESUPUESTO CON COSTOS	148
3.3.0	CONCLUSIONES	149
3.4.0	RECOMENDACIONES	150
	ANEXOS	
	ANEXO A: ESTRUCTURAS DE LINEAS AEREAS Y HENDRYX DE DISTRIBUCION 46KV.	151
	ANEXO B: DIAGRAMA UNIFILAR 46KV	179
	ANEXO C: PLANOS DE CIRCUITO LOOP 46KV PARA INTERCONEXION ENTRE SUBESTACIONES ETESAL OPICO Y ETESAL ATEOS	181
	ANEXO D : MAPA ISOCERAUNICO DE EL SALVADOR	187
	ANEXO E: DETALLE DE PRECIOS DE ESTRUCTURAS	189
	ANEXO F: TABLAS DE CONDUCTORES DE POTENCIA	200
	GLOSARIO	203
	BIBLIOGRAFIA	209

CAPITULO I

1.0 CONCEPTOS Y GENERALIDADES EN LINEAS ELECTRICAS AEREAS.

1.1 DESCRIPCION DEL SECTOR ELECTRICO NACIONAL.

En El Salvador existen diversas fuentes de energía según su disponibilidad en la naturaleza, su propiedad de no agotarse al aprovecharla y su grado de utilización en el mercado. Las fuentes energéticas son aquellos recursos o medios capaces de producir algún tipo de energía y luego consumirla. Estas fuentes pueden clasificarse en: primarias, secundarias renovables o no renovables.

Con el fin de aprovechar estos recursos, se creo en el año de 1948 la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL). Y su objetivo principal es “Desarrollar, conservar, administrar y utilizar los recursos energéticos y fuentes de energía en El Salvador”.

Como fuentes capaces de producir algún tipo de energía, tenemos algunas que se presentan como no renovables o agotables: el carbón, el petróleo, el gas natural, fuente geotérmica de energía (la fuerza interna de la tierra). Hay otras fuentes capaces de producir energía y que se presentan como renovables o inagotables: fuente hidráulica de energía (ríos y olas), fuente solar de energía (el sol), fuente eólica de energía (el viento), energía oceánica (las mareas), fuente orgánica de energía (la biomasa). Cualquiera de las fuentes mencionadas es capaz de producir entre otras cosas, la energía o electricidad.

En nuestro país, las principales fuentes de energía que son explotadas son:

- Hidráulica
- Térmica
- Geotérmica

Dentro de los entes reguladores y establecimiento de normas y estándares para el diseño de líneas eléctricas en El Salvador tenemos las siguientes instituciones:

ENTIDAD REGULADORA DEL SECTOR ELECTRICO.

SIGET: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones.

ADMINISTRADOR DEL MERCADO MAYORISTA DE ENERGIA ELECTRICA.

La Unidad de Transacciones (UT) es la entidad responsable de la operación del Sistema de Transmisión, así como de asegurar la calidad del suministro y administrar el mercado mayorista de energía eléctrica.

El sistema de transmisión actual está compuesto por 37 líneas de 115 kV, que tienen una longitud total de 1,022.97 kms; Dos líneas de 230 kV, que interconectan el sistema de Transmisión de El Salvador con el de Guatemala y Honduras, cuya longitud en el caso de la línea hacia Guatemala es de 14.6 Kms y en Honduras es de 92.9 kms. Y 24 subestaciones de potencia. La capacidad de transformación instalada actualmente es de 2,231.7 MVA.

En conjunto con estas instituciones mencionadas anteriormente existen tres grandes sistemas los cuales describen la forma de generar transmitir y distribuir la energía eléctrica a nivel nacional los cuales son:

- Sistema de generación
- Sistema de transmisión
- Sistema de distribución

1.1.1 SISTEMA DE GENERACIÓN.

Este sistema es el que se encarga de generar la energía eléctrica aprovechando los recursos naturales y combustibles fósiles. En el salvador la dependencia de estos últimos es grande ya que el 48% de generadoras utilizan este tipo de recurso y el otro 52% lo complementan la generación hidráulica y geotérmica con un 28% y 24 % respectivamente. El sistema de generación en nuestro país se encuentra a cargo de las siguientes compañías:

CASSA: Compañía Azucarera Salvadoreña, S.A. de C.V. (Cogenerador)

CECSA: Compañía Eléctrica Cucumacayán, S.A.

CEL: Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa.

CESSA: Cemento de El Salvador, S.A. de C.V. (Cogenerador)

De Matheu: Hidroeléctrica Sociedad De Matheu y Cía. de C.V.

DUKE: DUKE Energy International, El Salvador.

Egi Holdco: Egi Holdco El Salvador

El Ángel: Ingenio El Ángel, S.A. de C.V. (Cogenerador)

EB: Energía Boreales

GECSA: Generadora Eléctrica Central, S.A. de C.V.

INE: Inversiones Energéticas, S.A. de C.V.

La Cabaña: Ingenio La Cabaña, S.A. de C.V. (Cogenerador)

LaGeo: LaGeo, S.A. de C.V.

Nejapa: Nejapa Power Company, LLC.

Sensunapán: Sociedad Hidroeléctrica Sensunapán, S.A. de C.V.

Textufil: Textufil, S.A. de C.V. (Cogenerador)

Central Electrica Talnique

La tabla 1.1 muestra la capacidad instalada y disponible en el sistema de generación eléctrica nacional.

CAPACIDAD INSTALADA Y DISPONIBLE DE LAS CENTRALES GENERADORAS DE ELECTRICIDAD

NOMBRE	TIPO	NÚMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD INSTALADA		CAPACIDAD DISPONIBLE	
			(MW)	(%)	(MW)	(%)
HIDRÁULICA			472.0	35.94	472.0	37.76
1 - Guajoyo	Hidráulica	(1x19.8)	19.8	1.51	19.8	1.58
2 - Cerrón Grande	Hidráulica	(2x86.4)	172.8	13.16	172.8	13.83
3 - 5 de Noviembre	Hidráulica	(3x20)+(1x18.0)+(1x21.40)	99.4	7.57	99.4	7.95
4 - 15 de Septiembre	Hidráulica	(2x90)	180.0	13.71	180.0	14.40
GEOTÉRMICA			195.2	14.87	180.2	14.42
5 - Ahuachapán	Geotérmica	(2x30.00)+(1x35.00)	95.0	7.23	80.0	6.40
6 - Berlín	Geotérmica	(2x 28.12)+(1x44)	100.2	7.63	100.2	8.02
TÉRMICA			645.9	41.9	597.6	40.6
7 -Duke Energy Acajutla	a) Vapor	(1x30.0)+(1x33.0)	345.0	26.27	311.0	24.88
	b) Gas	(1x82.1)	63.0	4.80	60.0	4.80
	c) Motores	(6x16.5)+(3x17.0)	82.1	6.25	64.0	5.12
	d) FIAT U-4	(1x27)	150.0	11.42	145.0	11.60
Soyapango	Motores	(3x5.4)	27.0	2.06	27.0	2.16
San Miguel 1/	Motores	(1x1.7)+(3x1.2)+(1x0.6)	16.2	1.23	15.0	1.20
8 - Nejapa Power	Motores	(27x5.33)	6.7	0.51	0.0	0.00
9- Cemento de El Salvador	Motores	(3x6.40)+(2x6.70)	144.0	10.97	135.0	10.80
10- Inversiones Energéticas	Motores	(3x17.076)	32.6	2.48	32.6	2.61
11- Textufile	Motores	(2x3.6)+(2x7.05)+(1x7.38)+(2x7.72)	51.2	3.90	49.5	3.96
12- CASSA	Motores	(1x25)+(1x20)	44.1	3.36	40.5	3.24
			29.0	2.21	29.0	2.32
TOTAL :			1,313.2	100.0	1,249.8	100.0

Tabla 1.1

1.1.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN.

La transmisión de energía en alta tensión es desarrollada por la Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL), quien tiene además la responsabilidad de

elaborar el planeamiento de la expansión, la construcción de nuevas ampliaciones y refuerzos de la red de transmisión, así como el mantenimiento de la misma.

1.1.3 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

En el país la distribución de energía eléctrica esta en manos de empresas privadas las cuales han dividido en zonas el territorio nacional, tal como se muestra en la figura 1.1

La distribución de energía es manejada por las siguientes empresas distribuidoras:

AES-CLESA: Compañía de Luz Eléctrica de Santa Ana y Cía. S en C. de C.V.

CAESS: Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador, S.A. de C.V.

DELSUR: Distribuidora de Electricidad del Sur, S.A. de C.V.

DEUSEM: Distribuidora Eléctrica de Usulután, Sociedad de Economía Mixta.

EDESAL: Empresa Distribuidora Eléctrica Salvadoreña, S.A. de C.V.

EEO: Empresa Eléctrica de Oriente, S.A. de C.V.

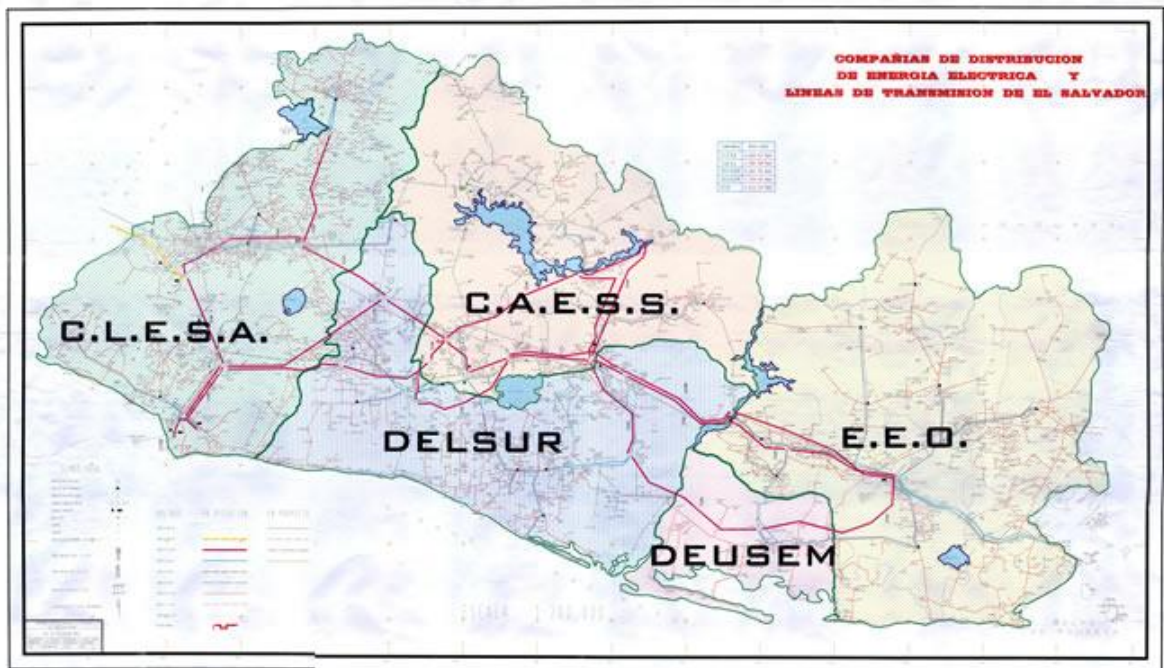


Figura 1.1

1.2.0 EQUIPOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCION.

Línea aérea

En general, se llama línea aérea al conjunto de conductores que transportan la energía eléctrica, montados a cierta altura sobre el terreno; estos conductores están soportados por cruceros, u otros tipos de soportes debidamente aislados de estos, y estos soportes, a su vez, están montados sobre postes, cuya misión primordial es mantener separados los conductores a una altura conveniente del terreno. Los postes se apoyan sobre el terreno, por medio de cimentaciones. Al conjunto del poste, con las cimentaciones y los soportes de los conductores se le denomina apoyo. Por lo tanto, y resumiendo, los elementos esenciales que constituyen una línea aérea son: Apoyos y conductores.

Vano, luz y flecha

Se llama vano de una conducción aérea, a la distancia entre apoyo y apoyo. Esta distancia, medida en metros, se denomina luz.

Se llama flecha a la distancia entre la línea recta que pasa por los dos puntos de sujeción de un conductor en dos apoyos consecutivos y el punto más bajo de este mismo conductor.

1.2.1 PUNTOS DE APOYO (POSTES).

APOYOS PARA LINEAS AEREAS

Un apoyo para línea aérea está constituido de la siguiente forma:

- a) Soportes de conductores
- b) Poste
- c) Cimentaciones

Aunque las prescripciones oficiales establecen que los postes pueden ser de cualquier material, siempre que cumplan las condiciones debidas de seguridad, en la práctica solamente se utilizan como materiales de construcción para postes, los siguientes:

- a) Madera
- b) Acero
- c) Hormigón

En lo que a los soportes de conductores se refiere, cuando son pocos los aisladores que han de montarse en un poste, se sujetan a él directamente, por medio de elementos adecuados. Si el número de aisladores es grande, se montan en un elemento especial generalmente en forma de brazo horizontal y que se denomina cruceta; las crucetas, según los casos, pueden ser también de madera, de hormigón o metálicas sin que, necesariamente, el poste esté construido del mismo material que la cruceta; así, por ejemplo, hay postes de madera con crucetas de madera o crucetas metálicas, postes de hormigón con crucetas de hormigón o crucetas metálicas, etc.

Las prescripciones oficiales establecen que para el diseño constructivo de los apoyos se habrá de tener en cuenta la accesibilidad de todas sus partes por el personal especializado, de forma que pueda efectuarse la inspección y conservación de todos los elementos estructurales que constituyen el apoyo. Debe evitarse también la existencia de cualquier tipo de cavidades, en las que pueda acumularse el agua de lluvia.

1.2.1.1 ESFUERZOS A QUE ESTAN SOMETIDOS LOS APOYOS PARA LINEAS AEREAS.

Los apoyos para líneas aéreas están sometidos a diferentes clases de esfuerzos, que podemos resumir como sigue:

a) Esfuerzos verticales: son debidos al peso de los conductores que soportan los apoyos; unas veces, se trata solamente de los conductores desnudos, en otras ocasiones estos conductores puede ser aislados como el caso del cable Hendryx que posee mayor peso que los cables desnudos.

b) Esfuerzos transversales:

Que pueden deberse a dos causas principales: Acción del viento sobre los apoyos, Acción resultante de las tracciones de los conductores cuando estos no están instalados paralelamente, sino formando ángulo.

c) Esfuerzos longitudinales: provocados, sobre todo, en los apoyos de principio o de final de línea por la tracción longitudinal de los conductores o, en otros casos, por rotura de los conductores que soporta el apoyo.

1.2.1.2 CLASIFICACION DE LOS APOYOS SEGUN SU FUNCION.

Atendiendo a la función que desempeñan en la línea y, de acuerdo con las prescripciones oficiales, los apoyos para líneas aéreas pueden clasificarse como sigue:

Apoyos de alineación. Sirven solamente para soportar los conductores y cables de tierra y deben emplearse solamente en alineaciones rectas. Se denominan también apoyos de sustentación y se proyectan para quedar sometidos solamente a la acción de los esfuerzos verticales y los esfuerzos transversales debido al viento.

Apoyos de ángulo. Se emplean para soportar los conductores y cables de tierra en los vértices de los ángulos que forman dos alineaciones distintas. Deben proyectarse para soportar los esfuerzos verticales, los esfuerzos transversales debidos al viento y los esfuerzos transversales debidos a la tracción de los conductores.

Apoyos de anclaje. Sirven para proporcionar puntos firmes en la línea, que limiten la propagación de ésta de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional por

ejemplo, rotura de un conductor. Naturalmente, además de estos esfuerzos longitudinales excepcionales, deben proyectarse para soportar también los mismos esfuerzos que los apoyos de alineación. Se disponen en alineaciones rectas cada 2 ó 3 km, en sustitución de los apoyos de alineación y también se denominan apoyos de amarre.

Apoyos de fin de línea. Estos apoyos deben resistir, en sentido longitudinal a la línea, los esfuerzos longitudinales de todos los conductores y los cables de tierra; se montan al principio o al final de una línea aérea, cuando el esfuerzo longitudinal de los conductores no está equilibrado por la acción de un apoyo contiguo como sucede, por ejemplo, al pasar de un cable subterráneo de salida de una estación transformadora a la línea aérea de transporte de energía eléctrica. Como es natural, estos apoyos han de soportar también los esfuerzos transversales debidos a la acción del viento y los esfuerzos verticales del peso propio de los conductores, eventualmente soportar el peso por la acción de hielo en climas bajos.

Apoyos especiales. Son aquellos que tienen una función diferente a los apoyos definidos anteriormente. Entre éstos, son interesantes los siguientes:

a) Los apoyos de cruce, utilizados para los vanos en que se crucen con la línea, vías de ferrocarril, líneas de telecomunicación, etcétera...

b) Los apoyos de bifurcación y derivación que, como su propio nombre indica se emplean para bifurcar y derivar la línea en diversas direcciones.

CONFIGURACION DE LOS APOYOS PARA LINEAS AEREAS

Para la configuración de los apoyos, resultan decisivas las separaciones mínimas entre los conductores y entre éstos y el apoyo; también hay que tener en cuenta otros factores, como las condiciones del terreno las condiciones geográficas locales (existencia de espacios de vegetación, ferrocarriles y carreteras existentes, proximidad de aeropuertos, etc.)

1.2.1.3 POSTES DE HORMIGON CENTRIFUGADO.

Estos postes son tronco - cónicos de sección anular. La armadura longitudinal está repartida uniformemente en el corte circular y la armadura transversal se reparte en dos o más espirales en sentido contrario, enrolladas sobre la armadura longitudinal. Se fabrican con hormigón y cemento Portland de alta dosificación y composición uniforme.

La sección circular presenta la importante ventaja de que contiene igual resistencia mecánica en todos los sentidos, lo que resulta de gran utilidad que permite su transporte y montaje desde cualquier posición.

Se han construido postes de este tipo para valores tensiones nominales hasta de 230 KV. Solos o combinando varios postes se obtienen apoyos de alineación, de amarre, de ángulo, etc. Se fabrican en alturas comprendidas entre 11 y 28 metros. En lo que se refiere al montaje y transporte de los postes de hormigón centrifugado es similar al caso de los postes de hormigón vibrado. Es decir, que, por sus cualidades de ligereza, resulta posible construir los postes en fábrica, para su posterior transporte a los lugares de montaje.

MATERIALES UTILIZADOS EN LOS POSTES CENTRIFUGADOS.

Cemento: en general, consiste en cualquier material que de forma líquida o plasma, llena los vacíos de una masa de partículas o une dos superficies adyacentes y, por endurecimiento posterior hasta la solidificación, las mantiene completamente adjuntas.

Cemento Portland: es el producto obtenido por la pulverización final de la escoria que se produce calcinando a fuego incipiente, una mezcla íntima y adecuadamente dosificada, de materiales calizos y arcillosos, sin otras adiciones después de la calcinación, excepto agua y yeso. El fraguado (o dosificación) se realiza en unas diez horas.

Cemento Natural: es un producto finamente pulverizado que resulta de la calcinación de una piedra caliza arcillosa sólo a la temperatura suficiente para eliminar el gas anhídrido carbónico. Fragua más rápidamente que el cemento Portland, pero tiene menos resistencia mecánica.

Hormigón: es una piedra artificial, obtenida por mezcla de cemento, un agregado y agua. El agregado consiste en un material duro e inerte, de grano grueso, como la grava, la piedra machacada, etc., y un material más fino, generalmente arena; debe estar exento de impurezas tales como barro, carbonilla, azufre, etc. La presencia del agua es necesaria para que se produzcan las reacciones químicas que hacen fraguar la mezcla; el proceso de endurecimiento de la mezcla se denomina hidratación. La mezcla, que al principio presenta una estructura elástica, se endurece durante el proceso de fraguado, hasta adquirir una consistencia pétreo, es decir, que adquiere la consistencia de una piedra. La principal característica del hormigón es su excelente resistencia a la compresión, que es tanto mayor cuanto menor sea el contenido de agua.

1.2.1.4 POSTES DE HORMIGÓN VIBRADO.

Los postes de hormigón armado-vibrado se designarán por medio de tres grupos de siglas o números. Estos grupos de siglas o números, que dispuestos en el orden indicado a continuación y separados entre sí por un espacio o guión, tendrán el significado siguiente:

- Las siglas HV o HVH, indicativas del hormigón armado-vibrado o armado-vibrado hueco respectivamente.
- Cifras que expresan en DAN ($6600\text{Kp} = 6475\text{DAN}$), el valor del esfuerzo nominal (F).
- La sigla R, indicativa de poste reforzado.
- Cifras que expresen en metros la longitud total del poste (HT).

POSTES DE HORMIGÓN VIBRADO (HV)

Los postes de hormigón vibrado, tienen una geometría exterior troncopiramidal con sección tipo en I según norma UNE 207016. No obstante, los dos primeros metros desde la base son de sección rectangular, llevando en el resto del poste, cada cincuenta centímetros, un refuerzo, lo que hace que en estos puntos las secciones sean también rectangulares.

POSTES DE HORMIGÓN VIBRADO HUECO (HVH)

Las características diferenciales de este tipo de poste frente a los tradicionales de hormigón vibrado tipo HV son:

- elevada resistencia a la torsión.
- esfuerzos nominales más altos.
- estructura iso-resistente independientemente de la cara del poste.

1.2.1.5 POSTES METALICOS.

Este tipo de poste presenta la misma función que los postes de concreto, la diferencia radica en las zonas en las cuales estos se instalan ya que los postes metálicos se utilizan en áreas de difícil acceso.

Algunas de las ventajas de los postes metálicos respecto a los demás son:

- Superior resistencia mecánica.
- Puede descomponerse en piezas sencillas.
- Fácil mantenimiento.
- Estética configuración.

Los postes metálicos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Postes de perfiles laminados
- Postes tubulares
- Postes de celosía perfiles laminados
- Postes de celosía tubular
- Postes de celosía mixtos

Postes perfiles laminados:

Este tipo de postes se emplea para el tendido de líneas de distribución en baja, media y alta tensión. En general están constituidos por un conjunto de perfiles laminados galvanizados al caliente con un factor de seguridad de 2 (según norma SIGET acuerdo 301-E-2003), por lo que presenta una estructura cónica de 12 lados decreciente (desde la cima a la base del poste).

La cimentación de este tipo de poste se hace por medio de macizos de hormigón en masa o de hormigón armado, fabricados en el propio terreno, y de convenientes dimensiones para conservar la estabilidad de los diferentes esfuerzos a los cuales están sometidos. El izado de postes metálicos se hace por medio de tramos de esta manera se van colocando estas estructuras parcialmente ya sea por medio de mástil o grúa y se requiere menos espacio para maniobrar en comparación con los postes de concreto.

1.2.2 HERRAJES.

Los herrajes son utilizados en la construcción de las diferentes estructuras y retenidas utilizados en líneas primarias aéreas.

La selección de estos elementos no sólo dependerá de la aplicación y versatilidad de cada uno, sino también de la disponibilidad y costo en el mercado de éstos.

- Almohadilla para crucero: sirve para ajustar el crucero en el poste. Las hay para postes de madera y concreto. Se fabrican de hierro galvanizado.
- Amarradera para cables: sirven para sujetar los conductores. Se recomienda que la amarradera sea de igual material que el conductor. Se hacen de alambre calibre No 6, de longitud aproximada de 15 cm.; para líneas secundarias se recomienda que la amarradera sea de aluminio forrado No. 6
- Anclas: se fabrican de hierro debidamente protegido contra la corrosión, mediante una capa de pintura anticorrosiva. Se utiliza al final de la barra para anclar, la cual soporta la tensión de la retenida. Se encuentran de varios tipos, siendo las más comunes la ancla de expansión (repollo) y el ancla hechiza (nacional).
- Arandelas: se fabrican de hierro galvanizado, las hay planas, curvas y de presión, tanto en forma redonda como cuadrada.
- Blindaje para cable: se usa para proteger el conductor del rozamiento contra los aisladores, hay dos tipos: de hilo preformado y de cinta flexible de aluminio.
- Camisas tensoras: permite empalmar conductores sometidos a tensión. Se fabrican en aluminio y cobre para usarse en conductores de igual material. Sus dimensiones dependen del calibre de los conductores a empalmarse.
- Camisas no tensoras; se usan para empalmar conductores que no están sometidos a tensión. Son de menor longitud que las anteriores.
- Camisas de reparación: sirven para reforzar conductores deteriorados. Se fabrican en aluminio y cobre; deberá usarse del calibre adecuado al calibre del conductor a reparar.

- Cepo: llamado también conector de perno partido con separador. Se fabrica con cobre estañado, etc. Se usa para interconectar conductores de cobre y/o aluminio.
- Clevis de remate: se fabrica en hierro galvanizado; se usa en remate de líneas, instalado inmediatamente después del último aislador de suspensión de la cadena, la forma acanalada de su horquilla permite que pase un conductor o un remate preformado, a través de ella.
- Clevis de extensión: se fabrica de hierro galvanizado; se usa cuando es necesario alejar la cadena de aisladores de suspensión de la estructura o de edificios.
- Conector para línea viva: se utiliza para conectar derivaciones en distribución primaria y para conectar los terminales primarios de los transformadores a la red de distribución. Se fabrican de aluminio o bronce y tienen un recubrimiento especial en la superficie de contacto, para evitar la oxidación y mantener una baja resistencia de contacto.
- Conector de compresión: sirven para interconectar cables; los hay de varios tamaños y formas dependiendo del calibre y de la naturaleza de los conductores a conectarse.
- Conector tipo C, solamente se puede usar para conectar conductores de aluminio.
- Conector tipo H, se usa para interconectar conductores de cobre- aluminio, cobre-cobre(el cobre-cobre presenta menor coeficiente de dilatación térmica por lo cual no es recomendable) y aluminio- aluminio.
- Conector tipo Universal, conocido como conector tipo 3 o conector con separador, posee un separador ajustable que permite interconectar conductores de aluminio y cobre.

- Conector para varilla o cepo de polarización: se fabrica en cobre, se usa para conectar el alambre de polarización a la varilla de polarización.
- Espiga para crucero: son de hierro galvanizado, excepto la rosca que es de plomo, para fijar el aislador que es de plomo. Los diámetros comunes de la rosca para sujetar la espiga son de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{5}{8}$ ", su longitud varía de 5" a 10". La espiga para madera es más larga, debido al grosor del crucero de madera.
- Espiga cabezote: se fabrica de hierro galvanizado excepto la rosca que es de plomo, se usa para soportar los aisladores en la punta del poste.
- Estribo o conector argolla: se usa para conectar los terminales primarios de los transformadores a la red de distribución mediante un conector para línea viva.
- Estribo para carrete (clevis para aislador): se fabrica de hierro galvanizado, su estructura permite soportar un solo aislador de carrete.
- Grapa un perno: se utiliza para soportar el neutro en línea de distribución cuyo ángulo sea menor de 5° . Se fabrica en hierro galvanizado.
- Grapa de suspensión para ángulo: se fabrica de hierro galvanizado; se utiliza en estructuras de crucero verticales primarios, con ángulos contemplados entre 30° y 60°
- Grapa de tensión: se fabrica de aluminio y de hierro galvanizado. Tiene la misma utilidad que el remate preformado, teniendo la ventaja de tolerar mayores tensiones, como la que se da en vanos grandes y con conductores de grueso calibre.
- Percha o bastidor: se fabrica de hierro galvanizado; y su estructura permite soportar los aisladores de carrete, en conjuntos de dos, tres y cuatro.
- Perno doble: se fabrica de hierro galvanizado; incluye cuatro tuercas cuadradas y se utiliza en estructuras primarias diversas.

- Perno máquina: se fabrica de hierro galvanizado; su cabeza tuerca cuadrado o hexagonal. Sirve para sujetar estructuras o equipo.
- Perno carrocería: se fabrica de hierro galvanizado; la base es cabeza cuadrada la cual encaja en un agujero similar en tamaño y forma, por lo que no es necesario sostener el perno por el extremo al momento de apretar la tuerca, facilitando así su manipulación.
- Perno de ojo: se fabrica de hierro galvanizado; posee una tuerca cuadrada.
- Remate preformado: los hay para conductores de aluminio, ACSR, y cables de acero para retenidas. Se usa principalmente en estructuras de remate para sujetar la línea. Se fabrican de hilos de hierro galvanizado.
- Soporte argolla para viento: se fabrica de hierro galvanizado; se utiliza para fijar la retenida al poste con ángulo adecuado.
- Varilla de polarización: se fabrica en cobre, hierro galvanizado o Cooperwell, con un diámetro aproximado de 3/8" y 5/8" y longitud de 8' a 10'. Se utilizan para lograr un camino de baja impedancia hacia tierra y con ello lograr una mayor estabilidad en el voltaje del sistema, así como también mayor estabilidad en la respuesta de los equipo de protección del sistema contra sobre voltajes.

1.2.3 CONDUCTORES.

Un conductor es un cuerpo que permite el paso de la electricidad por lo que debe tener ciertas propiedades que lo hagan apto para ello, como por ejemplo: alta conductividad eléctrica, elevada resistencia a esfuerzos mecánicos, gran maleabilidad, etc.; es característico de los conductores que su conductividad disminuya al aumentar la temperatura, ya que su resistencia eléctrica aumenta con la temperatura y viceversa.

Los materiales que cumplen con estas características son casi en su totalidad los metales, de los cuales los más utilizados en transmisión y distribución de energía eléctrica son el aluminio y el cobre.

Los conductores se construyen en dos formas, que son:

- Alambre, el cual es conductor formado por un solo hilo homogéneo.
- Cable, que es un conductor, constituido por un conjunto de hilos trenzados.

Ambas formas de conductores dependiendo de su aplicación, se fabrican desnudos (cuya mayor aplicación es en Transmisión y Distribución donde el aislamiento necesario lo brindan los aisladores) y forrados; éstos últimos pueden tener aislamiento convencional (para usarse en circuitos secundarios) o aislamiento especial para alta tensión, los cuales se emplean en instalaciones subterráneas. Para instalaciones de distribución a 120 y 240 voltios el que posee forro WP es el más utilizado, resistente a la intemperie, la luz solar y la humedad, el cual brinda un aislamiento de hasta 300 voltios y soporta una temperatura máxima de 75° c.

Los materiales más empleados en la fabricación de conductores son el cobre y el aluminio; aunque en la mayoría de instalaciones interiores se emplea más el cobre, en líneas aéreas se ha sustituido en gran parte por el aluminio. Eléctricamente el cobre es mejor conductor que el aluminio (por tener menor resistividad), sin embargo el aluminio presenta ciertas ventajas sobre el cobre que llegan a ser determinantes al momento de seleccionar un conductor de uno u otro material como son:

1. Costo apreciablemente menor.
2. Menor peso.

1.2.3.1 CONDUCTORES DE COBRE.

Los conductores de cobre puro se fabrican en distintos grados de dureza (Duro, Semiduro y Suave) dependiendo del recocimiento que se le dé al material en el proceso de templado durante la fabricación del conductor; los conductores de temple duro tienen aplicación en líneas (por soportar una mayor tensión mecánica) y los de temple blando, debido a su mayor flexibilidad se utilizan mayormente en instalaciones interiores. Para lograr una mayor resistencia mecánica, se fabrican conductores de Copperweld que están constituidos por un alma de acero recubierta con una capa de cobre; la unión entre ambos metales se realiza mediante unión molecular.

1.2.3.2 CONDUCTORES DE ALUMINIO.

Los conductores de Aluminio puro (AAC) no son de gran aplicación debido a su escasa dureza y, poca resistencia a la ruptura, lo cual obliga a tensarlos con menor fuerza, con el consiguiente aumento de la flecha y necesariamente de la altura de los postes empleados como apoyos. Para aumentar la dureza del material, se utiliza aleaciones de aluminio en la fabricación de conductores (generalmente con magnesio, silicio y hierro), los cuales, si están constituidos únicamente de aleación se llaman AAAC y si son de aluminio reforzado con aleación de aluminio se le llama ACAR. Una mayor dureza se logra reforzando el conductor de aluminio con hilos de acero, llamándose a este conductor ACSR, el cual se fabrica con alambres de aluminio estirado en frío trenzados en capas concéntricas alrededor de uno o más hilos de acero los cuales sirven de alma al cable.

1.2.3.3 SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

En líneas de Distribución se utiliza conductor de aluminio debido a su bajo costo en comparación con los conductores de cobre; así, el factor económico es

preponderante al momento de planear la construcción de una línea, debiendo tomarse en consideración no sólo el costo del conductor sino también su existencia en el mercado local, así como la de los accesorios intrínsecos a él indispensables para la construcción de la línea. (Como conectores, preformadas, camisas de empalme, etc.)

Otra limitante del conductor a seleccionar es la tensión mecánica a la que se estará sometida la línea, debido a lo cual, los conductores de aluminio puro son utilizados en líneas de distribución secundaria con distancias interpostales cortas, los conductores con aleación de aluminio se utilizan para distancias interpostales más largas aprovechando el incremento de resistencia mecánica que le proporciona la aleación; los conductores con refuerzo de acero tienen una rigidez mayor que la de los demás conductores de aluminio por lo que se pueden utilizar en tendidos con distancias entre postes más largas, lo que hace que el conductor tipo ACSR sea de los más empleados en distribución de energía.

El criterio de selección basado en caídas de voltaje no es determinante para voltajes elevados (35 Kv, 23 Kv, 13.2 Kv) sin embargo para voltajes menores y especialmente en tendidos de gran longitud debe evitarse que se produzca en la línea una caída de voltaje superior al 5% del voltaje nominal del sistema, tanto en líneas primarias como en secundarias. La selección del conductor debería realizarse tomando estas limitantes, así como el crecimiento futuro de la instalación.

En Anexo F se muestran las tablas de los conductores más utilizados que permiten conocer las diferentes características físicas y eléctricas de los mismos.

1.2.3.4 CONDUCTORES AEREOS AISLADOS.

Las Empresas Distribuidoras de energía eléctrica tiene la necesidad de mantener altos niveles de calidad del servicio, armonía con el medio ambiente y control de la vegetación en la servidumbre de las redes aéreas, los cuales son cada vez más

demandados por sus clientes, han tenido que mejorar y modernizar más sus sistemas de distribución de energía eléctrica. Una de las mejoras más notables ha sido la instalación en sus sistemas de distribución de cables aéreos protegidos o cubiertos, no solamente en zonas urbanas sino en zonas rurales, en las cuales se puedan tener acercamientos a lugares altamente arborizados. Con estos cambios se ha minimizado el impacto ambiental que se deriva de la poda o tala de árboles y se incrementa la confiabilidad del sistema.

Con la utilización del cable cubierto no solo se logra una confiabilidad deseada sino que permite realizar mantenimientos adecuados y en las épocas que sean estrictamente requeridas.

La alta confiabilidad del servicio en los sistemas de línea aérea de cable cubierto con espaciadores usados en áreas urbanas congestionadas y muy arborizadas, es una característica indiscutida y probada. Las empresas de servicios deberán empezar a utilizar sistemas de cables cubiertos para obtener un alto grado de confiabilidad demandado por los clientes finales, además de optimizar los procesos y las metodologías de mantenimiento minimizando el impacto ambiental derivado de la poda y tala masiva de árboles.

Mediante experiencia de otras empresas de energía y charlas dictadas de parte del fabricante de conductor cubierto y accesorios HENDRIX, se está utilizando en cable Hendrix, el diseño de cable normalizado de dos capas que consiste de un conductor central de ACSR o AAAC, semiconductora del conductor, posteriormente una capa de aislamiento virgen, a la radiación UV y al rozamiento de ramas y hojas. El aislamiento del cable esta normalizado en polietileno reticulado a 90° C o polietileno termoplástico a 75° C.

El conductor Hendrix ha permitido dar mejores garantías de confiabilidad del servicio a los clientes finales y una mejor relación de la empresa con sus clientes, permitiendo mayores beneficios económicos para el sector productivo por la mayor confiabilidad del servicio, los beneficios ambientales derivados de este tipo de instalación, especialmente en zonas altamente arborizadas, manteniendo el balance ecológico en ciudades altamente pobladas y en la preservación del medio ambiente mediante la convivencia de la vegetación y los animales con las redes de energía.

En los lugares donde hay abundante vegetación y que las ramas de los árboles están en contacto con los conductores de fase, pero el circuito sigue en servicio pues los cables están recubiertos con tres capas de polietileno. La corriente de fuga que fluye a tierra a través de las ramas es tan pequeña que los relés de protección no operarán y por lo tanto no se provocará la apertura del circuito. Así, el circuito permanecerá en servicio hasta tanto el árbol sea retirado por la cuadrilla a cargo, lo cual puede ocurrir días o semanas después. Una línea desnuda hubiera experimentado una costosa salida de servicio que hubiese requerido atención inmediata. El sistema Hendryx de Cable con espaciadores mejora enormemente la confiabilidad del circuito.

El sistema de cable aéreo con espaciadores consiste en 1 a 3 conductores de fase, que están sustancialmente cubiertos con capas de material aislante extruido y una capa de blindaje semiconductor sobre el conductor, colocados sobre espaciadores de polietileno de alta densidad compatible con la cubierta de los cables, a intervalos de 30 pies (9 m) y suspendidos de un cable portante de alta resistencia mecánica, que actúa como el miembro resistente del conjunto, como neutro en sistemas en estrella con neutro a tierra, y también como hilo de guardia para protección contra descargas atmosféricas.

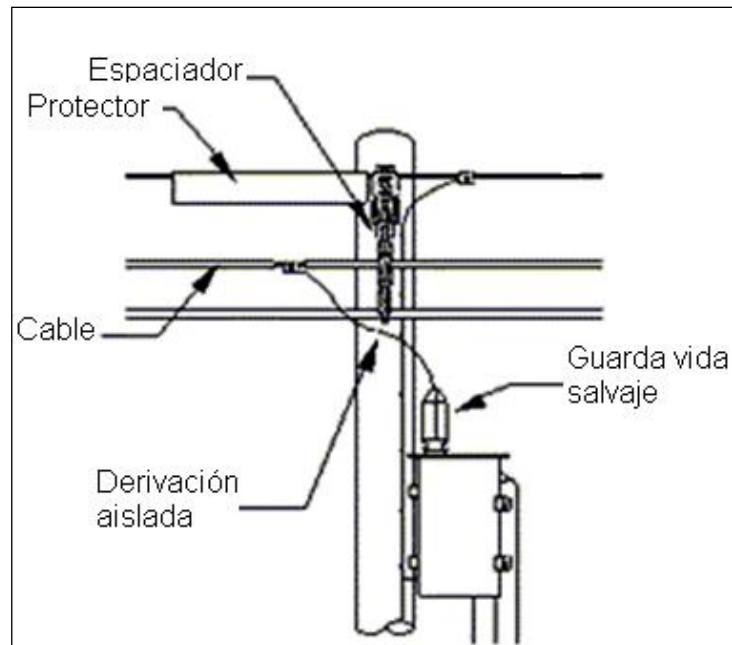


Figura 1.2.1

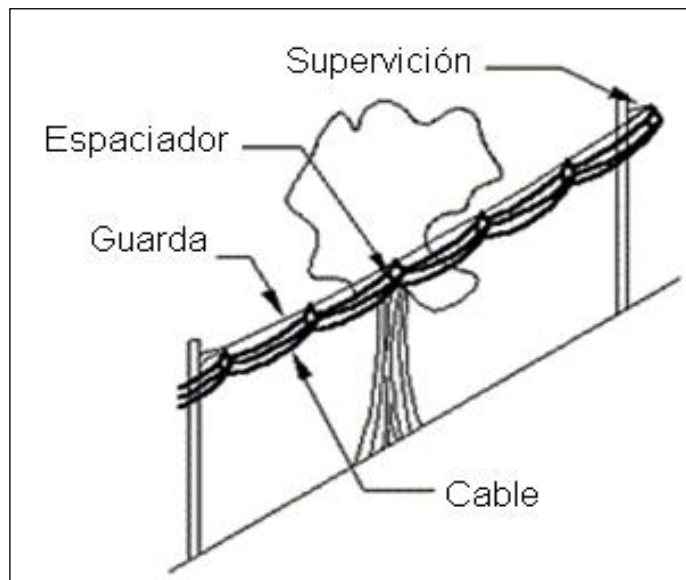


Figura 1.2.2

La figura 1.2.1 muestra la suspensión de la línea y una derivación con detalles, la figura 1.2.2 representa un tramo recto de la línea con conductor Hendryx.

La cubierta de los cables reduce el flujo de corriente a micro amperes o mili amperes en el caso que existan puentes de contacto entre fases o entre fase y neutro, ya sean producidos por hielo, ramas de árboles, basura, etc. De esta forma, los fusibles, reconectores e interruptores no resultan afectados, con lo que no se deteriora ni la calidad ni la confiabilidad del servicio.

El escenario más probable para una falla será que una sobretensión producida por una descarga atmosférica encontrará al "punto débil" causando la perforación de la cubierta y la consiguiente quemadura del conductor. Con un mantenimiento razonable (Podas periódicas y limpieza de la zona de línea) y con descargadores instalados adecuadamente, esta posibilidad se reduce a unos pocos eventos aislados e infrecuentes.

Resolución de problemas que se ofrecen a las cooperativas eléctricas al utilizar sistema de cables cubiertos y red compacta con espaciadores incluyen:

- Áreas donde es difícil obtener permisos de poda;

- Servidumbres de electroducto muy estrechas;
- Vanos largos atravesando ríos o arroyos;
- Tendido de líneas de distribución bajo líneas de transmisión, eliminando la necesidad de postes intermedios;
- Salidas de subestación que necesiten alto grado de confiabilidad y calidad de servicio;
- Salidas de subestación que presenten dificultades con servidumbres de electroducto;
- Circuitos críticos con respecto a confiabilidad y calidad de servicio;
- Áreas congestionadas tales como pasajes urbanos, zonas de señales, etc. (NESC/ANSI C2-1997, Tabla 234 -1 [13]);
- Protección de vida salvaje, incluyendo rapaces, y eliminación de salidas fuera de servicio por accidentes con animales;
- Caída de tensión reducida en líneas largas.

1.2.3.5 CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA CONDUCTORES AEREOS.

De acuerdo con pruebas realizadas por fabricantes de cables aislados las corrientes circulantes, en cables nuevos, fueron muy pequeñas, valores que aparentemente no son peligrosas, pero si los cables están deteriorados, las características físicas y fisiológicas de las personas al momento de contacto no son adecuadas, si es mujer o menor de edad esto agrava el problema, por lo anterior a continuación se presenta el fenómeno que ocurre en cuanto a la seguridad en las personas.

La pequeña corriente en mA, que aparece en el momento de contacto, no va operar ningún dispositivo de protección y tampoco la salida del servicio de energía eléctrica a no ser que la cubierta protectora del cable este muy degradada. Esta corriente es pequeña inicialmente no pueden matar a una persona, debido que muchos estudios establecen que 5mA a 60Hz no representan peligro para la vida humana. Pero las condiciones del cable, su envejecimiento y las características del cuerpo humano tales como: la frecuencia ;el recorrido que realiza la corriente por el cuerpo, el camino que siga la corriente por el cuerpo condicionará la gravedad del accidente; las

factores que puede hacer la diferencia en la gravedad de un accidente son: sudor, estar mojado, la masa, la tasa de alcohol en sangre. Dos accidentes iguales en diferentes personas, pueden provocar consecuencias muy diferentes, dependiendo de los factores mencionados; la duración del paso de la corriente: cuanto menos dure el paso de la corriente por el cuerpo, menos grave será la lesión. También influye el estado de la piel en los puntos de contacto eléctrico, es decir si tiene pequeñas heridas o lesiones; la intensidad de la corriente eléctrica y la resistencia óhmica del organismo, por tanto es conveniente tener en cuenta que el cable no está diseñado en ningún momento para ser tocado por personas sea su estado de salud, aspectos físicos, fisiológicos y conocimiento de la red, como se estableció arriba el cable cubierto se diseñó para mejorar la calidad y confiabilidad del circuito y no para la seguridad del operario.

1.2.3.6 EMPALMES Y CONEXIONES.

Se denomina Empalme a la unión de conductores que asegura la continuidad eléctrica y mecánica de los mismos. Se denomina Conexión a la unión de conductores que asegura la continuidad eléctrica de los mismos, con una resistencia mecánica reducida.

Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por ciento de la carga de rotura del cable.

La conexión de conductores será realizada en conductores sin tensión mecánica, o en las uniones de conductores realizada en el bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, debiendo tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por ciento de la carga de rotura del conductor.

De acuerdo a los estándares para la construcción de líneas aéreas de distribución de energía (Acuerdos III y IV SIGETS), se prohíbe colocar en la instalación de una línea

más de un empalme por vano y conductor en línea nueva. Por reparación en línea existente se admitirá hasta dos.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, se recomienda que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas horizontales de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos. Deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

1.2.4 AISLADORES.

Los conductores en las líneas aéreas es necesario aislarlos de los soportes, lo que se consigue por medio de los aisladores. Estos tienen como objeto sostener el conductor y aislarlos entre si como también de los cruceros. La forma y el tamaño de un aislador es en base al voltaje al cual está construido para soportar. Para poder elegir un aislador no sólo es necesario saber al voltaje que se ha de conectar sino que se debe tomar en cuenta las propiedades dieléctricas y su fortaleza mecánica.

AISLADORES PARA CONDUCTORES DESNUDOS

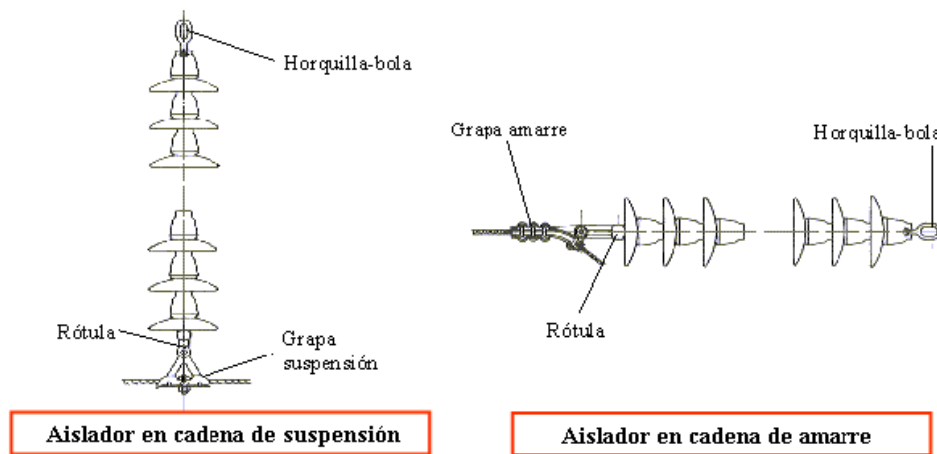


Figura 1.2.3

Los conductores empleados en líneas aéreas, en la mayor parte de los casos, son desnudos; por lo tanto, se necesita aislarlos de los soportes por medio de aisladores, fabricados generalmente con porcelana o vidrio. La sujeción del aislador al poste se realiza por medio de herrajes. Pero además, un aislador debe tener las características mecánicas necesarias para soportar los esfuerzos a tracción a los que está sometido.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, las cualidades específicas que deben cumplir los aisladores son:

- 1.- Rigidez dieléctrica suficiente para que la tensión de perforación sea lo más elevada posible. Esta rigidez depende de la calidad del vidrio o porcelana y del grueso del aislador. La tensión de perforación es la tensión a la cual se ceba el arco a través de la masa del aislador.
- 2.- Disposición adecuada, de forma que la tensión de contorneado presenta valores elevados y por consiguiente no se produzcan descargas de contorno entre los conductores y el apoyo a través de los aisladores. La tensión de contorneado es la

tensión a la que se ceba un arco a través del aire siguiendo la mínima distancia entre fase y tierra, es decir, el contorno del aislador. Esta distancia se llama línea de fuga.

3.- Resistencia mecánica adecuada para soportar los esfuerzos demandados por el conductor, por lo que la carga de rotura de un aislador debe ser cuanto menos igual a la del conductor que tenga que soportar.

4.- Resistencia a las variaciones de temperatura.

5.- Ausencia de envejecimiento.

Los aisladores son, de todos los elementos de la línea, aquellos en los que se pondrá el máximo cuidado, tanto en su elección, como en su control de recepción, colocación y vigilancia en explotación. En efecto, frágiles por naturaleza, se ven sometidos a esfuerzos combinados, mecánicos, eléctricos y térmicos, colaborando todos ellos a su destrucción. Todo nuevo tipo de aislador necesita ser confirmado por un uso muy prolongado, dada la imperfección de nuestro conocimiento en esta materia.

1.2.4.1 MATERIALES EMPLEADOS EN LOS AISLADORES.

Aisladores de porcelana

Su estructura debe ser homogénea y, para dificultar las adherencias de la humedad y polvo, la superficie exterior está recubierta por una capa de esmalte. Están fabricados con caolín y cuarzo de primera calidad. La temperatura de cocción en el horno es de 1400° C.

En alta tensión, los aisladores son de dos, tres o más piezas unidas con yeso. Esto se debe a que solamente se consigue una cocción buena cuando su espesor no excede de 3 cm.

Aisladores de vidrio

Están fabricados por una mezcla de arena silíceo y de arena calcárea, ambas fundidas con una sal de sodio a una temperatura de 1300 °C, obteniéndose por moldeo. Su color es verde oscuro. El material es más barato que la porcelana, pero

tienen un coeficiente de dilatación muy alto, que limita su aplicación en lugares con cambios grandes de temperatura; la resistencia al choque es menor que en la porcelana. Sin embargo, debido a que el costo es más reducido y su transparencia facilita el control visual, hacen que sustituyan en muchos casos a los de porcelana.

Aisladores de esteatita y resinas epoxi

Se emplean cuando han de soportar grandes esfuerzos mecánicos, debido a que su resistencia mecánica es aproximadamente el doble que la de la porcelana, y sus propiedades aislantes también son superiores; sin embargo, el inconveniente que tienen es el de ser más caros.

1.2.4.2 TIPOS DE AISLADORES.

Aisladores fijos

Están unidos al soporte por un herraje fijo y no pueden, por consiguiente, cambiar normalmente de posición después de su montaje. Su forma general es la de una campana que lleva en su parte superior una garganta sobre la que se fija el conductor por una ligadura (de hilo de cobre recocado para conductores de cobre o de hilo de aluminio para conductores a base de aluminio). El vástago está empotrado en su interior y queda debajo de la campana. Este vástago puede ser recto o en forma de cuello de cisne. Se pueden encontrar aisladores con el interior roscado para atornillarlo a la parte superior del vástago, disposición que facilita la sustitución de un aislador defectuoso, evitando desmontar el vástago.

El aislador fijo más simple es el de las líneas telefónicas, o el de las líneas de baja tensión (Modelo ARVI-12). Cuando la tensión es más alta, se acostumbra a prolongar la línea de fuga dando a la campana ondulaciones profundas e inclinadas hacia abajo; cuando el tamaño del aislador es grande o la campana es complicada, no puede fabricarse de una sola pieza, por lo que debe estar constituida por la unión de 2, 3 ó 4 campanas superpuestas, unidas por yeso o cemento (modelo ARVI-32).

Los mayores aisladores fijos corresponden a una tensión de servicio de 63 kV. Pueden ser de porcelana o vidrio.

Aisladores en cadena o suspendidos

Están constituidos por un número variable de elementos según la tensión de servicio; estas cadenas son móviles alrededor de su punto de unión al soporte, y además, las articulaciones entre elementos deben tener bastante libertad para que los esfuerzos de flexión queden amortiguados; estas articulaciones suelen ser de rótula.

Este tipo de aislador es el más empleado en media y en alta tensión, ya que presenta las siguientes ventajas:

- Permite elevar la tensión de funcionamiento con sólo aumentar la longitud de la cadena, es decir, colocando más elementos.
- No se interrumpe el servicio por rotura de un aislador, ya que la cadena sigue sustentando al conductor.
- Presenta una gran economía en la reparación de las cadenas, pues solamente es necesario cambiar el elemento averiado.

Existen diversos tipos de aisladores de cadena, que a continuación estudiamos:

a) Caperuza-vástago: Este aislador se compone de una campana de porcelana o vidrio, en forma de disco y que lleva en su parte inferior algunas ondulaciones. En la parte superior de la campana está empotrada una caperuza de fundición o acero, y en su parte inferior en un hueco bastante reducido, lleva un vástago sellado al aislador. Vástago y caperuza se adaptan uno y otro por una articulación de rótula, formando de esta forma una cadena tan larga como se quiera. Se fabrican en porcelana o en vidrio templado y existen numerosos modelos con diversas características eléctricas y mecánicas.

La figura 1.2. Siguiente nos muestra la disposición de los aisladores en una cadena de suspensión o en una cadena de amarre.

b) Motor: Este elemento está constituido por un núcleo cilíndrico de porcelana de diámetro comprendido entre 60 y 85 mm., y provisto de dos faldas anchas; en los dos extremos están empotrados dos caperuzas análogas a las de los aisladores

caperuza-vástago. La unión de los aisladores Motor entre sí se hace con un pequeño vástago cilíndrico terminado en dos rótulas ver Figura 1.2.4

La diferencia esencial entre el aislador Motor y el elemento caperuza-vástago reside en el hecho de que el primero es rigurosamente imperforable en servicio, mientras que el segundo puede, en ciertas circunstancias, perforarse antes de ser contorneado, especialmente por la acción simultánea de esfuerzos mecánicos y acciones eléctricas.

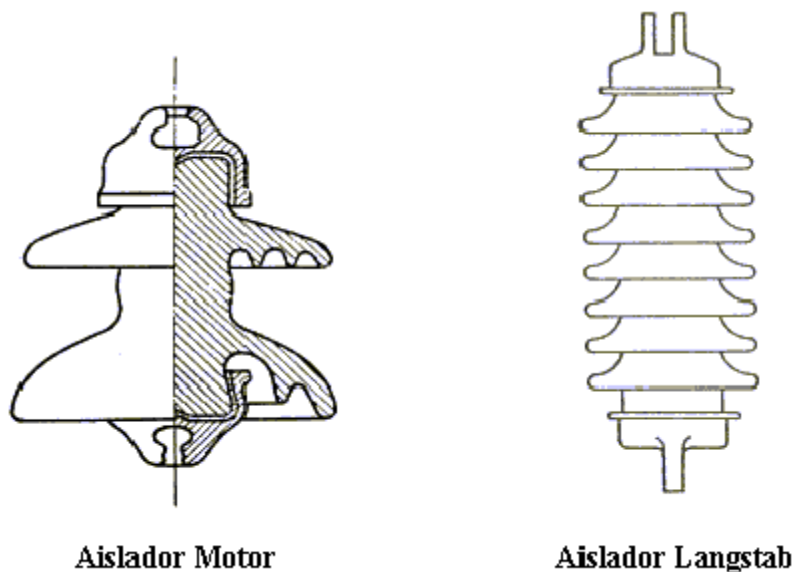


Figura 1.2.4

c) Langstab: Este modelo es una ampliación del aislador Motor y se denomina Langstab (larga línea de fuga). Está constituido por un largo cilindro de porcelana de 80 a 100 cm., con ondulaciones bastante profundas y terminado en dos caperuzas tal como se observa en la Figura 1.2.4.

Aisladores especiales

- a) Antiniebla: Su principal característica consiste en tener ondulaciones más profundas que permitan una mayor tensión de contorneado.
- b) De costa: La campana exterior es más ancha y alta, de forma que protege completamente contra el rocío a las faldas interiores. Los depósitos de humedad (niebla, rocío, condensación de origen variable) lo mismo que el depósito de cuerpos conductores extraños (humos industriales) reducen considerablemente la tensión de contorneado de los aisladores. Cuando se combinan las dos acciones, llegan a impedir la explotación de la red a su tensión nominal. Se impone un aumento del nivel de aislamiento, o la utilización de aisladores de un calibre superior al que sería estrictamente necesario en circunstancias normales. La protección más difícil de realizar es la de líneas en regiones industriales, pues los depósitos contaminantes se introducen en todas las canaladuras del aislador, donde son llevadas a veces por la misma humedad.

AISLADOR FIJO MODELO ARVI-12 (Vidrio)

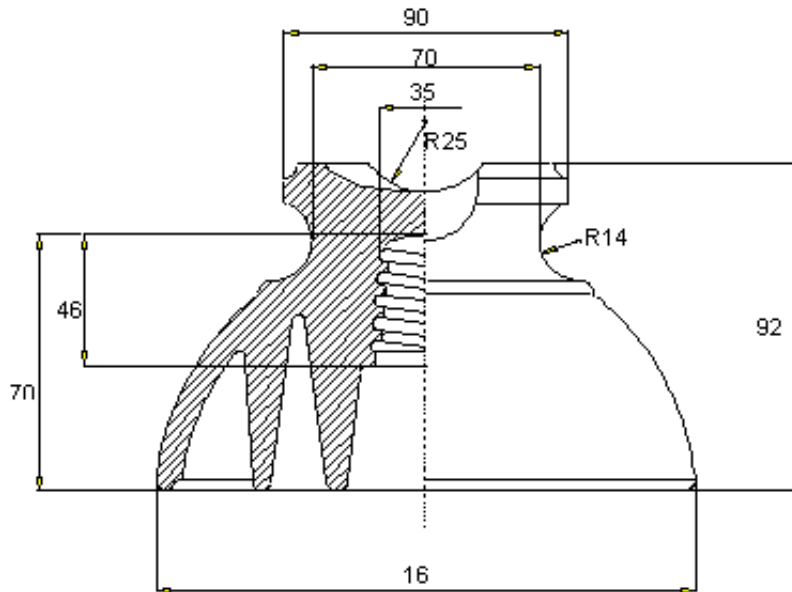


Figura 1.2.5

Tensión mínima de contorno en seco 52 kV

Tensión mínima de contorno bajo lluvia 34 kV

Tensión mínima bajo lluvia a 50 Hz durante 1 minuto 32 kV

Tensión mínima de perforación en aceite 80 kV.

Tensión nominal normal de utilización 10 kV

Longitud mínima de la línea de fuga 250 mm.

Carga mínima de rotura a la flexión 1.200 kg.

Peso neto aproximado 1,7 kg.

AISLADOR FIJO COMPUESTO MODELO ARVI-12 (Vidrio)

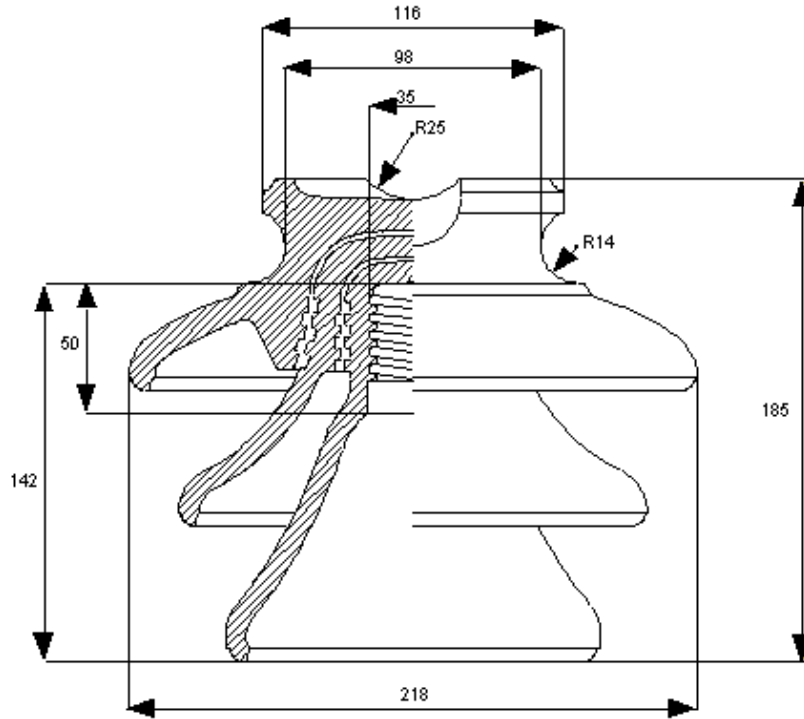


Figura 1.2.6

Tensión mínima de contorneo en seco 92 kV.

Tensión mínima de contorneo bajo lluvia 65 kV.

Tensión mínima bajo lluvia a 50 Hz durante 1 minuto 60 kV.

Tensión mínima de perforación en aceite 135 kV.

Tensión nominal normal de utilización 20 kV.

Longitud mínima de la línea de fuga 510 mm.

Carga mínima de rotura a la flexión 1.200 kg.

Peso neto aproximado 3,9 kg.

AISLADOR DE SUSPENSIÓN MODELO 1.512 (Vidrio templado)

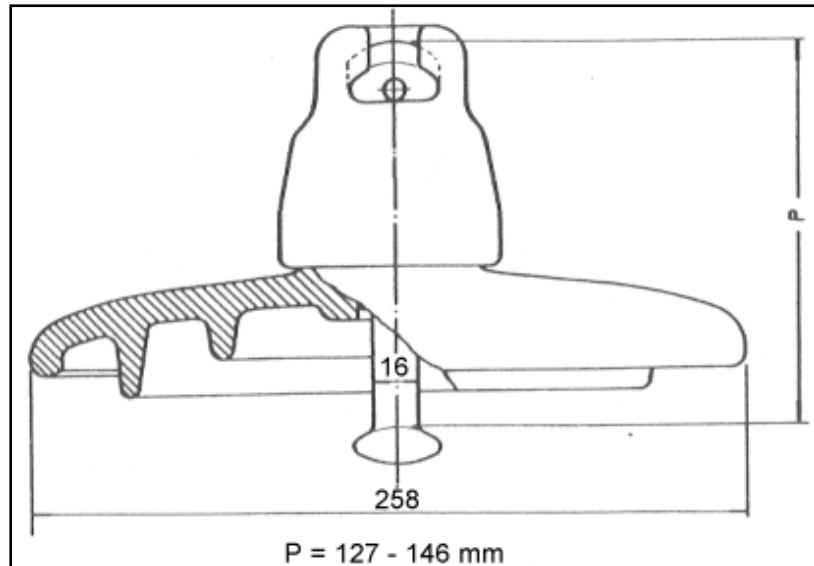


Figura 1.2.7

Tensión de perforación en aceite 130 kV.

Longitud de la línea de fuga 291 mm.

Carga de rotura mecánica, mínima garantizada 12.000 kg.

Esfuerzo permanente normal 4.800 kg.

Peso neto aproximado 4,4 kg.

CARACTERÍSTICAS ELEMENTALES DE LAS CADENAS										
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vs	78	130	180	225	270	310	350	395	435	475
VI	45	80	115	150	185	215	250	290	325	360

Donde:

N = Número de elementos por cadena.

Vs = Tensión de contorneo en seco a frecuencia industrial en kV.

VI = Tensión de contorneo bajo lluvia a frecuencia industrial en kV.

AISLADOR DE SUSPENSIÓN MODELO 1.515-P PARA
ATMÓSFERAS CONTAMINADAS

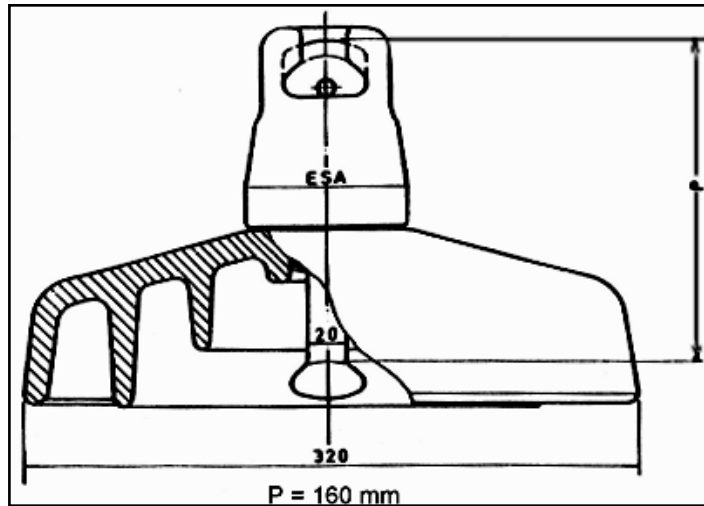


Figura 1.2.8

Tensión de perforación en aceite 130 kV.

Longitud de la línea de fuga 510 mm.

Carga de rotura mecánica, mínima garantizada 16.500 kg.

Esfuerzo permanente normal 6,600 kg.

Peso neto aproximado 8,3 kg.

CARACTERÍSTICAS ELEMENTALES DE LAS CADENAS										
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vs	100	170	235	305	370	425	490	540	595	650
VI	50	80	130	170	215	250	290	335	385	420

Donde:

N = Número de elementos por cadena.

V_s = Tensión de contorneo en seco a frecuencia industrial en kV.

V_L = Tensión de contorneo bajo lluvia a frecuencia industrial en kV.

Los aisladores Hendryx se puede ver en el Anexo A.

1.2.5 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

Una subestación eléctrica esta constituida por un conjunto de dispositivos y equipos, cuya función principal es la de transformar o derivar las características de la energía eléctrica (voltaje y corriente); de acuerdo a las necesidades de transmisión, distribución y consumo.

Un sistema de energía eléctrica esta constituido por las etapas de generación, transmisión y distribución; donde por lo menos existen tres cambios en los niveles de voltaje a través de todo el sistema, así de generación a transmisión, de transmisión a distribución y de distribución a centro de consumo; Estos cambios son realizados por medio de subestaciones.

Subestaciones elevadoras son utilizadas para transformar la energía de un nivel de generación (13.8 KV) a un nivel de transmisión (230, 115 y 69 KV), subestaciones reductoras para transformar un nivel de transmisión a un nivel de distribución (46, 23, 13.2, 7.6 y 4.16 KV) y subestaciones de servicio para convertir un nivel de distribución a un nivel de centros de consumo (480, 240,208 y 120 V). También existen subestaciones de enlace para coordinación de líneas.

1.2.5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS SUBESTACIONES.

Las subestaciones pueden clasificarse de acuerdo:

a) Por el número de fases

- Monofásicas.

- Trifásicas.

b) Por la función que desempeñan:

- Elevadoras.

- Reductoras.

- De servicio.

e) Por su construcción:

- Tipo intemperie.

- Tipo interior.

- Tipo subterránea.

d) Por el tipo de montaje:

- En postes.

- En estructura H (marco).

- En el piso.

1.2.5.2 EQUIPOS Y DISPOSITIVOS FUNDAMENTALES DE UNA SUBESTACION ELECTRICA DE SERVICIO.

Los equipos y dispositivos principales que conforman una subestación son los siguientes:

- Transformador.

- Cortacircuitos con fusible.

- Pararrayos.

- Red de tierra.

1.2.5.3 TRANSFORMADOR.

Es el equipo fundamental de la subestación eléctrica, ya que por medio de él se logra hacer los cambios de voltaje y corriente, posee las características siguientes:

- a) Transfiere la energía de un circuito a otro por inducción electromagnética.
- b) Aísla los circuitos eléctricos y los acopla magnéticamente.
- c) La energía se transfiere manteniendo la frecuencia constante.

1.2.5.4 CONEXIÓN DE UN BANCO DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS PARA FORMAR UN SISTEMA TRIFÁSICO.

En las subestaciones eléctricas de servicio, es común en El Salvador la conexión de tres o dos transformadores monofásicos para formar un sistema trifásico, por la ventaja que presentan en la flexibilidad de las conexiones, aumento de la potencia del banco y en caso de avería, el sistema se puede alimentar con dos transformadores y siempre obtener un sistema trifásico, mientras se reemplaza el transformador averiado.

Al conectar transformadores monofásicos para formar un banco trifásico, se deben cumplir las condiciones siguientes:

- La capacidad en KVA de los transformadores deben ser igual; de lo contrario la capacidad máxima del banco, donde el punto de vista de seguridad, será solamente tres veces la capacidad del transformador menor.
- Voltajes iguales en el primario y en el secundario (igual relación de transformación)
- De preferencia que posean la misma polaridad; si no es posible se debe tener mucho cuidado al efectuar la conexión.
- Es deseable que los transformadores sean del mismo fabricante aun cuando no es una condición indispensable.

Las conexiones más comunes de transformadores monofásicos, para formar un banco trifásico son las siguientes:

- a) Estrella- Estrella.
- b) Delta-Estrella.
- c) Delta-Delta.
- d) Estrella-Delta.

1.2.6 CAPACITORES.

En las instalaciones eléctricas, las máquinas eléctricas y algunos otros elementos como las lámparas de alumbrado fluorescentes demandan además de la corriente de trabajo (en fase con el voltaje), una componente reactiva desfasada 90° (retrasada con respecto al voltaje), y que sirve para crear el campo magnético. Tal corriente magnetizante que debe producir la potencia útil de la instalación. Este inconveniente se puede reducir o eliminar, con el uso de condensadores instalados en la proximidad de las cargas; y con capacidad para suministrar parte o toda la corriente de magnetización.

Dadas las características globales de una instalación; la potencia activa y la potencia reactiva absorbida, el grado de compensación de la energía reactiva, es el resultado de un cálculo de conveniencia económica.

1.2.6.1 RAZONES ESPECÍFICAS PARA EL USO DE CAPACITORES.

Los generadores normalmente tienen un f.p. de 0.8. Si el f.p. es menor de 0.8, la salida de kw será menor que la normal .El generador no será capaz de conducir la corriente de la línea a plena carga debido a que la componente de retraso de un factor de potencia bajo tiene un efecto de des magnetización sobre los campos del

generador. Esto demanda un aumento considerable de la corriente de campo del generador. La cual disminuye al grado de que no pueden ser conducidos los KVA a plena carga con un f.p. de atraso y bajo.

- Las líneas de transmisión y distribución conducen una cierta cantidad de corriente sin sobrecalentamiento, independientemente de si la corriente es activa o reactiva. A un bajo f.p. la componente reactiva desplaza a la corriente activa, que es la que hace el trabajo útil. En consecuencia, hay una gran cantidad de pérdidas en las líneas por cada Kw de potencia útil. De aquí para conducir una determinada carga de Kw con un f.p. baja, se necesitarán conductores de mayor diámetro cuando el f.p. es alto.

- A factores de potencia bajos y con retraso se perjudica la regulación de voltaje de los generadores. Normalmente la regulación de voltajes de un generador de CA es de 25% para un f.p. de 1.0 y de 40 % para un f.p. de 0.8. La corriente adicional conducida por las líneas de alimentación con un f.p. bajo causa una mayor caída de voltaje que cuando el f.p. es alto.

- Los capacitores o los motores síncronos que operan en las plantas proporcionan KVAR y corriente de magnetización para motores y transformadores. Así se necesitan menos corriente de la fuente de alimentación. Una corriente menor significa menos KVA o menor carga en los transformadores. Esto permite la capacidad del sistema.

1.2.6.2 COMPENSACION DE UN TRANSFORMADOR INDIVIDUAL.

La carga de un transformador de distribución es usualmente desconocida; varia y puede ser aún cero (por ejemplo, durante la noche) y la compensación de potencia reactiva es, por lo tanto, usualmente limitada a la potencia consumida por el mismo transformador. Esta potencia reactiva varía con el tipo y diseño del transformador. Si el medidor de Kvar es sensible a las corrientes inductivas y capacitivas, el valor del capacitor para ser instalado en el transformador debe ser determinado con cuidado.

Una regla general es elegir un valor entre 1.5 y 2.5% del valor nominal del transformador.

Si el medidor en Kvar es solo sensible a las Corrientes inductivas, el valor del capacitor es usualmente escogido entre 4 y 6% del valor nominal del transformador. Para evitar problemas de resonancia con las armónicas, uno debe checar que la frecuencia de resonancia entre la inductancia de fuga del transformador y el capacitor de compensación está lo suficientemente alejada de las frecuencias armónicas más comunes (3a, 5a, 7a).

1.2.7 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.

1.2.7.1 FUSIBLES.

El fusible es un dispositivo protector contra sobre corrientes, constituido por un elemento de aleación metálica, generalmente en forma de alambre, el cual se funde en un tiempo específico debido al efecto térmico originado por el paso de una corriente eléctrica superior a un valor predeterminado.

La función de protección se lleva a cabo cuando el fusible se coloca en serie con el circuito eléctrico a proteger, al cual se interrumpe el suministro de potencia por la apertura automática del fusible cuando fluye a través de él una corriente mayor al valor de la corriente nominal de éste.

Existen diversos tipos de fusibles para operar a varios niveles de voltaje y diferentes corrientes de fusión. Las diferencias constructivas básicamente son el resultado de estos distintos niveles de voltaje y corriente de utilización; sin embargo, todos los fusibles constan de un cartucho o parte destinada a ser montada, el elemento fusible propiamente, y los elementos de aislamiento y extinción destinados a limitar los efectos del arco eléctrico producido por la interrupción de una corriente de falla.

El principio de operación del fusible consiste en la fusión de un elemento metálico de aleación, debido al gran aumento de temperatura asociado al paso de una corriente

de falla, o simplemente el paso de una corriente cuya magnitud sea mayor que la nominal del dispositivo. Dependiendo de la magnitud de esta corriente se tendrá un tiempo de fusión menor para corrientes de mayor valor y mayor para corrientes de valor bajo.

1.2.7.2 TIPOS DE FUSIBLES.

De acuerdo a las necesidades y aplicaciones que se tengan, así como los niveles de voltaje y corriente de los circuitos en los cuales se van a utilizar, existen muchos tipos de fusibles. Otro dato importante que se lee en los catálogos de fusibles es el BIL de este elemento.

Existen diferentes tipos de instalaciones, residenciales, comerciales, industriales, circuitos de distribución eléctrica, etc., y en cada caso los fusibles deben responder a las necesidades específicas de aislamiento, rangos de corriente, montaje, facilidad de reposición, tiempo de respuesta y limitación de corriente, dando lugar a una enorme variedad de tipos de fusibles, los cuales pueden agruparse en muchas clasificaciones.

Sin embargo, algunas de estas clasificaciones no son prioritarias para nuestro propósito, por lo cual se tomará como base para describir a los tipos de fusibles más comunes en el campo industrial, a una clasificación simple, la cual es el nivel de voltaje. Se consideran fusibles de potencia según las normas ANSI, a todos aquellos que poseen un rango de voltaje superior a los 600 voltios, los cuales se denominan fusibles de alta tensión.

1.2.7.3 FUSIBLES DE ALTA TENSION.

Dentro de esta clasificación los tipos más comunes son el limitador de corriente, y sobre todo el de expulsión.

1.2.7.4 FUSIBLE DEL TIPO DE EXPULSION.

Este tipo se emplea generalmente para protección de sistemas de distribución plantas industriales, protección de circuitos de alimentación, fallas primarias en transformadores, y protección de banco de capacitores.

Básicamente consta de un tubo confinador del arco el cual contiene un gas des ionizante y un elemento fusible en su interior. Durante la interrupción del arco, debido a la rápida fusión del elemento fusible se origina una rápida producción de gases presurizados al interior del tubo del fusible, los cuales se acumulan estrechándolo, comprimiendo y enfriando el arco, llegando incluso a escapar por los externos del tubo expulsando partículas que pudieran sostener el arco. La presencia de los gases des ionizante, y su alta presión y turbulencias aumenta la rigidez dieléctrica en el interior del tubo, previniendo el re encendido del arco y expulsando a los iones que pudieran facilitar la conducción de éste.

Existen tres tipos de cortacircuitos fusibles de expulsión: Los denominados encapsulados, los cuales poseen terminales, portafusibles y ganchos para el montaje del fusible dentro del receptáculo aislado, los abiertos, los cual constan de las mismas partes que los anteriores, pero se encuentran expuestas, tal como su nombre lo indica, estando montadas sobre un aislador adecuado, y finalmente los de elemento abierto, que no poseen un receptáculo, por lo cual el elemento se encuentra expuesto y debe poseer un tubo confinador del arco incorporado.

Los elementos de los fusibles tipo expulsión constan de tres partes básicas, el elemento fusible propiamente dicho y un conductor de guía. Existen varios tipos de elementos diseñados para ajustarse en cada uno de los portafusibles antes descritos.

Muchos fusibles poseen una intercambiabilidad mecánica, pero no asegura que tengan características tiempo-corriente similares, para asegurar una intercambiabilidad eléctrica la NEMA divide a los elementos dentro de dos tipos designados por las letras K y T, los elementos K tiene características rápidas,

mientras que los T presentan una fusión más lenta. La diferencia entre ambos tipos estriba en que si se tienen fusibles K y T del mismo rango, el fusible T comienza su fusión en un tiempo mayor que el fusible K.

1.2.7.5 FUSIBLES LIMITADORES DE CORRIENTE.

Este tipo de fusible está diseñado en forma tal que la fusión de su elemento introduzca una alta resistencia dentro del circuito que protege, evitando que se alcance el pico de corriente asimétrica disponible del primer medio ciclo, no pudiendo desarrollar la semionda correspondiente a este periodo de tiempo, presentándose una magnitud inferior de corriente denominada pico de corriente permisible, o máxima corriente permisible, con una característica de limpieza distorsionante, como resultado de la alta resonancia introducida por el arqueo. Los fusibles limitadores de corriente también son clasificados en base a letras.

La letra E designa a los fusibles limitadores de corriente de propósito general, mientras que los designados por la letra R poseen características especiales, y es que la magnitud numérica que acompaña a la letra R es un centésimo de los amperios necesarios para abrir el fusible en 2.0 segundos.

1.2.7.6 CARACTERISTICAS TECNICAS Y CRITERIOS DE SELECCION DE FUSIBLES.

Las características técnicas que son de importancia particular para la aplicación de los fusibles son las siguientes: rango de corriente, rango de voltaje, frecuencias nominales, capacidad interruptiva, picos permisibles de corriente, máxima energía térmica de limpieza y retardo de tiempo.

Un fusible debe ser seleccionado según su voltaje, su corriente nominal continua y su capacidad interruptiva. Todas estas características dependen del voltaje del sistema, la corriente de carga, el tipo de sistema de distribución, así como su nivel de

corriente de falla disponible. Deben tomar en cuenta también el crecimiento de carga y la posibilidad de modificaciones del sistema

Además de estos datos debe contarse con la relación reactancia a resistencia (X/R) del sistema.

La corriente nominal continua del fusible debe ser mayor o por lo menos igual a la máxima corriente de carga continua que debe conducir. Deben tomarse en cuenta también las posibles sobrecargas de corriente que pueden existir dentro del sistema, como las debidas al arranque de motores o la energización de transformadores. El rango apropiado de voltaje debe determinarse por las siguientes características del sistema; voltaje máximo del sistema fase-fase o fase neutro, aterrizamiento del circuito, aplicación en circuitos monofásicos o trifásicos, ya que estas características determinan el voltaje de recuperación a 60 hertz soportable entre terminales luego que el fusible ha despejado la corriente de falla.

La aplicación del uso de fusibles es simple ya que para sistemas sin referencia el rango de voltaje máximo de los fusibles debe ser igual o mayor que el voltaje máximo de fase a fase del sistema, y en sistemas trifásicos efectivamente aterrizados el rango de voltaje máximo debe ser igual o mayor al voltaje máximo de fase a tierra del sistema para cargas monofásicas, o el voltaje máximo de fase a fase del sistema para cargas trifásicas.

La capacidad interruptiva simétrica de los fusibles debe ser igual o mayor que la máxima corriente de falla posible calculada en el lado de la carga del fusible.

1.2.7.7 CUCHILLAS MONOPOLARES

Son dispositivos de maniobra capaces de interrumpir en forma visible la continuidad de un circuito, pueden ser maniobrables bajo tensión pero en general sin corriente ya que poseen una capacidad interruptiva casi nula.

En las maniobras de operación o de mantenimiento que se deban realizar en la subestación o líneas de transporte de energía, se debe dar seguridad a los operarios de que realmente no se tiene circulación de corriente por los dispositivos en los que se deben trabajar y además un aislamiento adecuado del resto de puntos energizados, así se asegura que el sector donde se desea trabajar se encuentra aterrizado (puesto que se pueden dar voltajes inducidos de magnitud considerable en los elementos metálicos), e interrumpido el paso de corriente.

Las cuchillas desconectadoras pueden tener formas y características constructivas variantes con base en la tensión de aislamiento y a la corriente que deben conducir en condiciones normales, algunos de estos tipos de cuchillas son la unipolar, tripolar, unipolar de rotación, tripolar giratoria, de apertura vertical.

Las Cuchillas Monopolares Loadbuster Disconnects, se encuentran disponibles en capacidades corriente nominal de 400 y 900 Amperes y una capacidad momentánea de 40,000 Amperes para todas las tensiones. Diseñadas específicamente para satisfacer los requerimientos de alto desempeño de los sistemas de distribución aérea del presente. La figura 1.2.10 muestra una cuchilla monopolar Loadbuster.



Figura 1.2.10

1.2.7.8 PARARRAYOS.

Son los dispositivos destinados a descargar las sobretensiones producidas por descargas atmosféricas, por maniobras o por otras causas, que de otro modo

descargarían sobre los aisladores perforándolos, ocasionando así interrupciones en el sistema eléctrico y en muchos casos, desperfectos en los generadores, transformadores y otros equipos.

La función principal del pararrayo es la de proveer un camino de baja impedancia a tierra cuando se produce una sobretensión y la de cerrar este camino cuando ya no exista sobretensión y permanecer así en condiciones normales de funcionamiento de la línea.

Para que este proporcione una protección ideal es necesario que el voltaje de arqueo, que es el que aparece entre las terminales del pararrayo cuando éste opera, sea lo más bajo posible, para evitar los esfuerzos eléctricos innecesarios en los devanados del transformador.

El pararrayo debe montarse lo más cerca posible del transformador para evitar que la separación anule la efectividad del mismo; la puesta a tierra del pararrayo debe estar interconectada con el neutro del secundario y con el tanque del transformador con esto se previene que la caída de voltaje en la bajada a tierra del pararrayo someta a sobretensión al devanado primario del transformador.

Para reducir la posibilidad de que se funda el fusible que protege al transformador, durante la operación del pararrayo, el fusible debe conectarse entre el pararrayo y el transformador de manera que la corriente de descarga que pasa a través del pararrayo no pase por el fusible.

1.2.7.9 CLASIFICACIÓN DE LOS PARARRAYOS.

Los pararrayos se pueden clasificar de acuerdo a sus características y también por su construcción.

De acuerdo a sus características eléctricas:

- a) Tipo Estación: son robustos, tienen mayor capacidad de drenar corrientes. Se utilizan en las subestaciones mayores de 10 MVA. Es el único tipo de pararrayos disponible para sistemas mayores de 120 KV.
- b) Tipo Intermedio: se utilizan en subestaciones menores que 10 MVA a un costo menor que los primeros. En casos de fallas pueden descargar corrientes de cortocircuito de 10 KA o menores. Estos pararrayos están disponibles en rangos de 3 KV a 120 KV.
- c) Tipo Distribución: son menos robustos que los anteriores. Se utilizan en el lado de baja de las subestaciones reductoras de tensión. Las características de protección son menores que los del tipo estación e intermedio. Su rango de fabricación oscila entre 1 y 30 KV.

De acuerdo a su construcción:

- a) Tipo Expulsión: este posee dos separadores de arcos que deben de ser salvados por el impulso de sobretensión. Estos separadores se encuentran unidos en serie con una resistencia no lineal, que en varios casos es un tubo de fibra. Al producirse la sobretensión la energía cruza el separador y se forma un arco que atraviesa el canal, lo que provoca que la fibra origine gases no conductores que extinguen el arco, restableciendo la resistencia original.
- b) Tipo Valvular: está construido por separadores de arco y resistencias valvulares en serie. El separador está ajustado para que salte la descarga entre sus electrodos a una cierta tensión, con lo que se establece un fácil camino a tierra a través de la resistencia valvular automática que permite pasar la corriente de una sobretensión y una vez que ha desaparecido ésta, corta la corriente que pasa por su próximo paso por cero mediante la ayuda del separador de arco, quedando nuevamente la línea separada de tierra.

Generalmente, se prefiere usar el pararrayo tipo valvular por ser más versátil y tener mejores características de operación que el tipo de Expulsión.

Los pararrayos deben ser especificados de manera que reduzcan todo sobre voltaje a un nivel tal que todo el equipo conectado a la línea y donde la misma línea no sufra daño alguno por causa de los sobre voltajes.

Pararrayos de oxido de zinc

Estos pararrayos se utilizan para proteger las instalaciones y equipos de los sistemas de potencia, contra sobretensión de tipo atmosférico y de maniobras. En general, se los conecta paralelamente con el equipo a ser protegido, típicamente entre fase y tierra para instalaciones trifásicas. Y las capacidades se fabrican entre 3KV y 48kV.

1.2.7.10 SITIOS EN QUE SE RECOMIENDA LA INSTALACION DE PARARRAYOS.

- En líneas fuera de zonas urbanas, donde están más expuestos a descargas: Instalar un pararrayos por fase a distancias de 1 km entre si.
- Si el equipo es de paso como reguladores de voltaje y otros: Deberá colocarse dos juegos de pararrayos, uno antes y otro después del lugar donde están instalados. Si el equipo está conectado en derivación como transformadores o capacitores, bastará con colocar el pararrayos a la entrada de alimentación de éste.
- En acometidas subterráneas: Habrá de colocarse un juego de pararrayos a la entrada y otro a la salida de ésta, pudiendo ser este último de menor rango de voltaje que el primero.

1.2.7.11 MALLA DE PUESTA A TIERRA

La malla de puesta a tierra es la encargada de transportar las corrientes producto de sobretensiones o cortocircuitos hacia tierra, de tal forma que se asegure que se brinda un camino de baja impedancia para eliminar las sobrecorrientes lo más rápido posible de sistema para evitar que se dañen los equipos de la subestación, a esta se deben conectar los neutros de los equipos eléctricos así como los pararrayos, bayonetas e hilos de guarda, además la malla de puesta a tierra esta íntimamente ligada con aspectos de seguridad puesto que todas las carcazas de máquinas eléctricas o aparatos eléctricos que se encuentran accesibles al contacto de las personas deben estar a potencial cero tanto en condiciones normales como anormales de operación.

Debe asegurarse que no se darán diferencias de potencial significativas que puedan hacer que circulen corrientes a través de la malla y que puedan causar daños o muerte a los operarios al realizar maniobras en la subestación, para esto se define la tensión de paso (V_p), se le denomina a la diferencia de voltaje dada entre dos puntos del terreno al tomar como distancia de separación “un paso” o sea la distancia entre los pies de una persona, generalmente se toma de 1m; además se define la tensión de contacto (V_c) a la diferencia de potencial que se puede ver sometido el cuerpo humano por contacto con una carcaza o estructura metálica conectada a la malla a tierra.

1.2.7.12 INTERRUPTORES O DISYUNTORES

Los interruptores sirven para abrir o cerrar el flujo de potencia de cualquier circuito en una determinada situación normal o anormal del sistema, se utilizan para energizar o desconectar generadores, transformadores, líneas aéreas o cables subterráneos, que generalmente son los elementos que requieren una protección más adecuada.

Interruptor en Hexafluoruro de Azufre (SF₆):

La extinción del arco se puede efectuar en SF₆, los interruptores que utilizan este gas inerte poseen la ventaja de tener un elevado valor de rigidez dieléctrica (89kV/cm , 1atm y 25 °C) cercano al 300% del valor de rigidez del aire; después de la apertura de los contactos los gases ionizados no escapan al exterior produciendo poco ruido y poca contaminación, además poseen una elevada velocidad de recuperación de la rigidez dieléctrica al perderse las partículas del SF₆ puro por la formación del plasma producto de la interrupción del arco eléctrico, haciendo que los interruptores en SF₆ posean ventajas respecto a los demás tipos de interruptores al ser más compactos y de mayor duración .

1.2.7.13 VIBRACIONES Y AMORTIGUADORES O ANTIVIBRADORES

Una línea eléctrica puede considerarse como un sistema oscilante complejo. Todos sus elementos pueden oscilar y especialmente los conductores que lo hacen como una cuerda vibrante y forman un sistema pendular; también aparecen oscilaciones de torsión porque el cable tiene un par de torsión. Resulta, pues, que debido a su elasticidad longitudinal propaga las ondas longitudinales y transversalmente, siendo estas últimas las más peligrosas porque corren a lo largo de la línea se reflejan y forman vientres cuya amplitud puede venir aumentada por interferencias de las ondas siguientes, supuesto que se mantengan entretenidas.

Las oscilaciones de alta frecuencia y de pequeñas amplitud y longitud de onda, se llaman vibraciones y se manifiestan en forma de onda vertical con amplitud constante, o más frecuentemente, en forma de pulsaciones con amplitud variable. Se deben a la acción del viento perpendicular a la dirección de la línea, el cual engendra remolinos en el aire que rodea al conductor y produce una onda migratoria que va ganando amplitud y es en parte reflejada en las pinzas de fijación del conductor. En su retorno provoca el despego de mayor número de remolinos.

Si coincide la frecuencia propia del conductor con la de la onda. Llegará a producirse una resonancia de vibraciones que originan flexiones alternas del conductor y son causa de la ruptura de los haces o hilos del cable, que se produce esencialmente a la

salida de las pinzas de suspensión. Porque éstas no pueden seguir los movimientos engendrados.

Los dispositivos que suprimen en gran parte las vibraciones se designan con el nombre de amortiguadores que constituyen elementos de cierta frecuencia propia de oscilación, los cuales se instalan en la línea, colocan junto a las pinzas que aseguran el cable. Las vibraciones inducen en el dispositivo amortiguador oscilaciones con cierto desfase, las cuales se oponen a las acciones propias del conductor, suprimiéndolas a límites admisibles.

Existen varios tipos de estos dispositivos, de los cuales mencionaremos a continuación.

- Amortiguadores de palanca oscilante: consiste en una palanca giratoria con centro de giro asimétrico, y fijado por una horquilla al conductor. La fijación del punto de articulación permite una regulación vertical para dar a la palanca de la posición más favorable. Las oscilaciones se transmiten a la palanca y esta golpea contra el tope de la brida de fijación, produciéndose una reacción que estorba la vibración del cable y limita su amplitud. El diseño debe contar con la siguiente relación:

Energía amortiguadora = Energía oscilatoria natural

En algunos casos se colocan varios de estos, uno al lado de otro, su ventaja es que su eficacia se extiende a una amplia gamma de frecuencia y su simplicidad, una desventaja es que está sujeto a desgaste y debe reponerse cuando tal cosa sea necesaria.

- Amortiguador stockbridge: Este es un trozo corto de cable de acero, con una masa en cada extremo, hace presión en su centro contra el conductor principal, junto a la pinza de fijación, creando una fuerza que actúa en sentido contrario a la dirección del movimiento del conductor. Si se elige

convenientemente el dimensionado del amortiguador esta fuerza ayuda considerablemente a reducir la amplitud de las vibraciones. La acción del dispositivo no es efectiva, si la frecuencia de la oscilaciones, están próximas a las frecuencias de las oscilaciones propias del amortiguador.

- Amortiguador de pistón y resorte: Consiste en un peso que, por medio de un resorte, se apoya sobre un platillo, unido al cable por una brida de fijación. Cuando el cable realiza las oscilaciones, el peso se levanta periódicamente sobre su base de sostén, se pone a oscilar también y choca con el cable repetidamente. Como las oscilaciones del amortiguador están desfasadas respecto a las del cable, actúan en sentido contrario, anulándolos. Como este amortiguador no tiene frecuencia propia de oscilación, su campo de aplicación es muy extenso. Su eficacia se hace mejor si se instala a cierta distancia de la pinza de suspensión o anclaje.

CAPITULO II

2.0 DISEÑO DE LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN A 46KV PARA INTERCONEXIÓN ENTRE SUBESTACIONES CEL OPICO A CEL ATEOS.

2.1.0 DESCRIPCIÓN DE RUTAS OPCIONALES PARA INTERCONEXIÓN.

En la zona que comprende subestación Sitio El Niño y subestación Ateos existen dos posibles puntos de interconexión fronterizos con línea de distribuidora CLESA; el primer punto está ubicado sobre carretera a Santa Ana contiguo a desvío San Juan Opico, el segundo punto está ubicado sobre la carretera los Chorros y Carretera a Sonsonete desde subestación CEL Soyapango hasta desvío de colonia Las Seiscientas; dicha línea se encuentra compartida con distribuidoras CLESA y DELSUR.

Ambos circuitos mencionados anteriormente han sido descartados ya que lo que pretende la distribuidora es tener un circuito independiente entre las subestaciones ETESAL OPICO, subestación Sitio El Niño y Subestación CEL Ateos.

Al estar descartadas rutas en las cuales se comparta diseño de circuito de interconexión con líneas de CLESA, por medio de visitas de campo se determinaron 5 posibles rutas, las cuales se describen a continuación:

Ruta alternativa 1

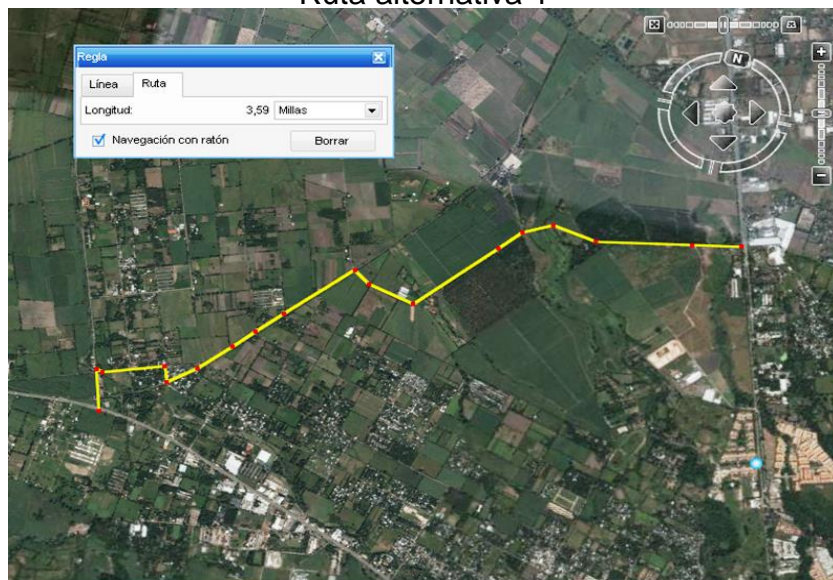


Figura 2.1

Esta ruta presenta una trayectoria bastante directa entre ambas subestaciones como se puede ver en la Figura 2.1 pero presenta algunos inconvenientes los cuales descartan la posibilidad de poder realizar una interconexión exitosa tales como: contaminación de líneas existentes con mampostería de 50 y 60 pies de altura y en ciertos tramos de la trayectoria se ve la necesidad de pasar por terreno privados.

Ruta alternativa 2

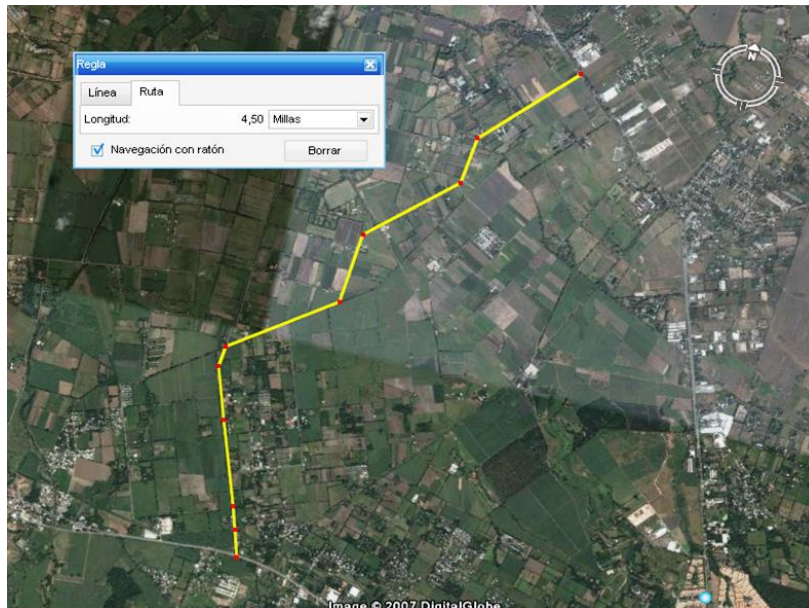


Figura 2.2

Puede observarse en la Figura 2.2 que esta ruta tiene la ventaja de ser una trayectoria bastante directa entre subestaciones Cel Ateos y Sitio El Niño, Pero al igual que la trayectoria anterior presenta inconvenientes tales como: contaminación de líneas de parte de CLESA y DELSUR con mampostería de 50 y 60 pies de altura y en ciertos tramos de la trayectoria se ve la necesidad de pasar por terrenos privados.

Ruta alternativa 3

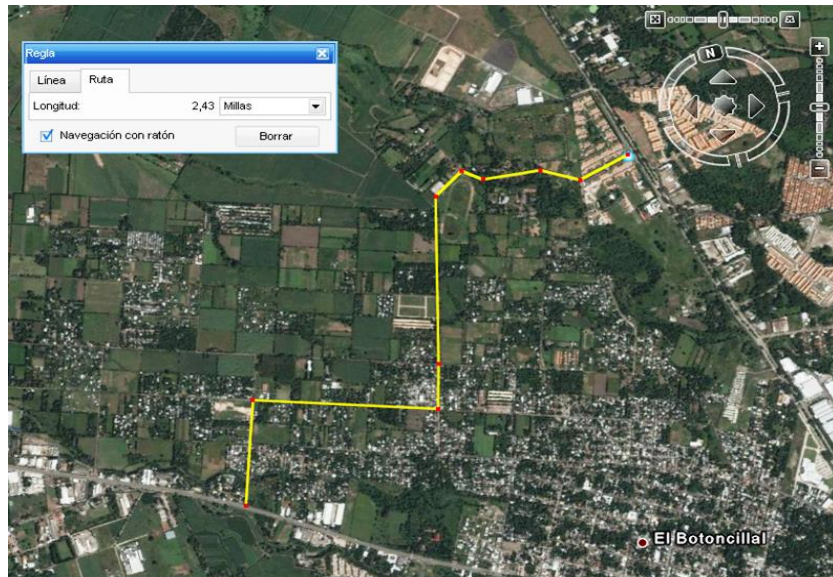


Figura 2.3

La ruta alternativa 3 presenta la trayectoria más corta que las anteriores pero al igual que las rutas 1 y 2 presenta abundante contaminación de líneas con mampostería de 50 y 60 pies de altura y en ciertos tramos líneas de telefonía y cable con mampostería de 60 pies; También presenta la desventaja de originar una poda de árboles centenarios y vegetación diversa.

Ruta alternativa 4

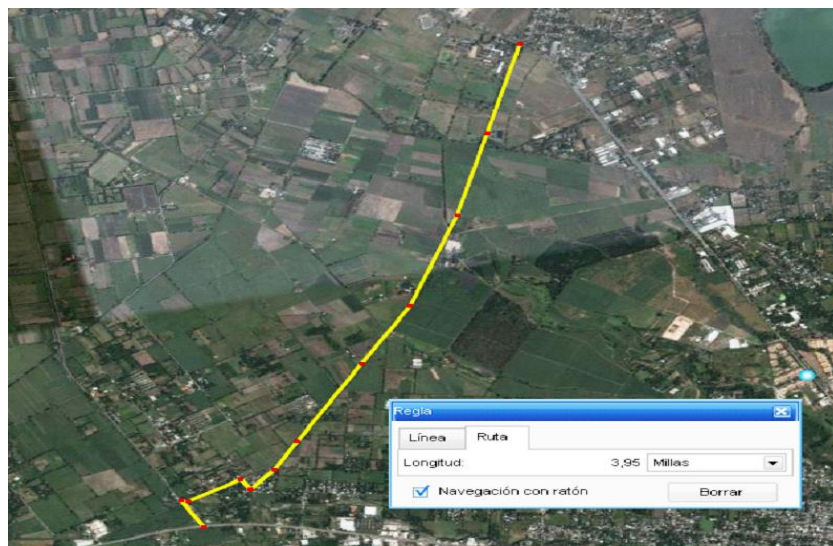


Figura 2.4

La ruta alternativa 4 presenta una trayectoria bastante directa al igual que la ruta alternativa 3, pero contempla pasar por línea férrea antigua la cual podría habilitarse en cualquier momento, así como también se debe originar poda abundante de árboles y vegetación diversa.

Ruta alternativa 5

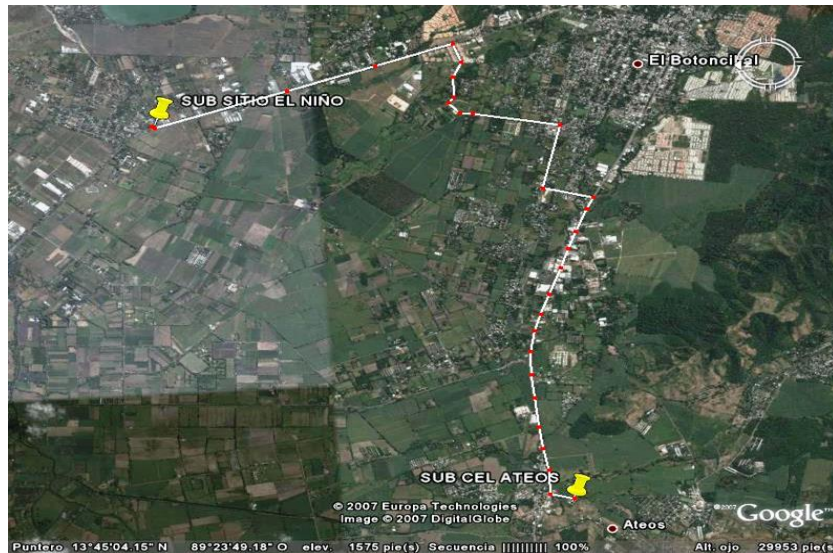


Figura 2.5

Esta trayectoria es la ruta más larga pero es la que presenta mejor acceso para la interconexión ya que la contaminación de líneas y poda es mínima; no presenta paso por propiedad privada, su paso es derecho de vía y se puede utilizar mampostería existente en cierto tramo que es propia de DELSUR realizando recalibración de conductor. También pasa por la zona industrial de Ateos se tomara la ruta de la figura 2.5 como la trayectoria para realizar el diseño de la interconexión entre las subestaciones.

2.2.0 DESCRIPCION DE RUTA PARA INTERCONEXIÓN.

La ruta diseñada está contemplada a partir del punto uno (según plano de diseño de línea y figura 2.5) y ubicada en la incorporación de carretera a Santa Ana, contiguo a desvió a San Juan Opico, continuando hacia el sur sobre carretera Santa Ana a San Salvador. La línea se proyecta en tres partes; la primera parte inicia con 9 tramos con conductor 397.5 M.C.M , la segunda parte se hace por medio de una transición de cable Hendryx a lo largo de toda la carretera con estructuras especiales (Hendryx), altura de postes adecuada, con tendido eléctrico hacia un lado de carretera y arriate central para evitar tala de árboles centenarios y solamente se realice poda mínima. A la altura de la Residencial Pasatiempo Norte y Pasatiempo Sur, inicia la tercera parte de línea la cual contempla estructuras aéreas comunes normalizadas por el estándar de SIGET hasta lograr conectarse con la carretera que conduce de San Salvador a Sonsonate a la altura de la empresa TROPIC FOOD donde se entrega un servicio a 46KV desde subestación CEL Ateos (punto 200 según plano), dicha empresa es la frontera con la que se hará una prolongación de fase recalibrando el conductor ACSR 4/0 ya existente hasta la Subestación CEL Ateos por el conductor que se presenta en el diseño (397.5 MCM).

En todo el trayecto de línea se cruzan líneas de CLESA existentes, para lo cual se toma en cuenta los estándares establecidos por la SIGET para respetar alturas mínimas de seguridad entre líneas y estructuras.

2.3.0 DISEÑO DE LÍNEA PARA CIRCUITO LOOP.

2.3.1 CALCULO ELECTRICO.

Cálculo eléctrico en este apartado se determinara parámetros de la línea de interconexión. Resistencia, Inductancia, capacidad, conductancia de aislamiento y efecto corona. Criterios para el diseño eléctrico y cálculo de secciones de los conductores: caída de tensión admisible y rendimiento energético entre otros aspectos a considerar en este capítulo tenemos:

La línea a diseñar debe ser capaz de transportar 32MVA de potencia.

2.3.1.1 CALCULO DE LA CORRIENTE POR CONDUCTOR.

$$I = \frac{32MVA}{\sqrt{3}(46KV)(0.95)} = 422.77 A$$

Por lo tanto la opción más factible para llevar esta corriente es el conductor CHICKADEE que tiene una ampacidad de 491.64A. Soporta la corriente que se desea transportar mediante la línea.

SELECCIÓN DE CONDUCTORES

Conductor: 397.5MCM CHICKADEE. Tipo ACSR (Conductor de aluminio con refuerzo de acero).

Los datos técnicos del conductor CHICKDEE se presentan a continuación:

Diámetro mm	Resistencia 20Ω	Sección total mm ²	Peso Propio Kg/Km	Carga de Ruptura Kg	Modulo E Kg/mm ²	Corriente Max A	Coficiente. α
18.872	0.14331	212.58	642.9	4509	7000	491.64	2.11E-05

Conductor: HENDRYX 397.5

Los datos técnicos del conductor HENDRYX se presentan a continuación:

46kV



A 0.015" Semiconducting Polyethylene (0.020" for 477 kcmil and larger)

B 0.225" Natural Low Density Polyethylene

C 0.175" Black or Gray Track Resistant High Density Polyethylene

No. Catalogo	Tamaño	Hilos	Tipo	Diámetro (mm)	Diámetro Menor (mm)	Peso (Kg/Km)
S0397PA46B3	397.5 MCM	19	compacto	37.8206	18.872	1433.1018

2.3.1.2 DISTANCIAS VERTICALES ADMISIBLES DE LOS CONDUCTORES A OBJETOS Y FAJA DE SEGURIDAD.

Las distancias verticales admisibles de los conductores a objetos y la faja de seguridad fueron establecidas de acuerdo a la Resolución de la SIGET capítulo cuatro ESTANDAR Y CONSTRUCCION DE LINEA AEREAS DE 46Kv Acuerdo 29-E-2000 Art. 17, la cual indica las siguientes distancias mínimas requeridas para 46 KV:

Distancia de seguridad de caminos calles líneas férreas

Clase de piso o rieles sobre los cuales pasan los conductores	Retenidas, mensajeros, conductores de comunicación y de tierra, y de cualquier voltaje con cubierta metálica conectada a tierra	Líneas abiertas suministradoras, incluyendo las de alumbrado en serie y acometidas (voltaje de fase a tierra)		
		0 - 750 V	750 - 15000 V	15000 - 50000 V
En cruzamiento sobre ^{1, 2}				
Vías férreas ³	8.00	8.00	8.50	9.00
Carreteras.	7.00	7.00	7.00	7.00
Calles, callejones o caminos vecinales.	5.50	5.50	6.00	7.00
Lugares no transitados por vehículos.	5.50	5.50	5.50	6.00
A lo largo de				
Calles o callejones en distritos urbanos.	5.50	5.50	6.00	6.50
Caminos en distritos rurales.	5.50	5.50	5.50	6.00
Aguas donde no es permitida la navegación.	4.00	4.60	5.20	5.70
Aguas navegables, incluyendo lagos, ríos, embalses, canales, esteros, con un área de superficie sin obstrucción de:				
a) Hasta 8 Ha	5.30	5.60	6.20	6.70
b) De 8 a 80 Ha	7.80	8.10	8.70	9.20
c) De 80 a 800 Ha	9.60	9.90	10.50	11.00
d) Más de 800 Ha	11.40	11.70	12.30	12.80

Referencia CRNE Vol. II. Tabla 3. Art. 17. Acuerdo 29-E-2000.

Tabla 2.1

DISTANCIAS MINIMAS DE CONDUCTORES, CABLES Y PARTES VIVAS RIGIDAS NO PROTEGIDAS ADYACENTES, PERO NO SUJETOS, A EDIFICIOS Y OTRAS INSTALACIONES EXCEPTO PUENTES.

(Todo los voltajes son de fase a tierra para circuitos efectivamente aterrizados).
(Metros)

Distancias Mínimas de	Conductores de comunicación aislados, cables mensajeros, hilos de guarda, retenidas, conductor neutro multiaterrizado, cables de suministro aislados (con neutro concéntrico).	Cables de suministro aislados de 0 a 750 V	Partes vivas rígidas no protegidas de 0 a 750 V, conductores de comunicación no aislados.	Línea abierta de 0 a 750 V, cables de suministro aislados de más de 750 voltios.	Partes vivas rígidas no protegidas de más de 750 V a 22 kV.	Línea abierta de 750 V a 22 kV.
Edificios.						
a) Horizontal:						
Paredes, salientes y balcones.	1.4 ⁶	1.5	1.5	1.7 ^{1,2,3}	2.0	2.3 ^{1,2,4,5}
Ventanas ⁷	1.4	1.5	1.5	1.7 ^{1,2,3}	2.0	2.3 ^{4,5}
Areas accesibles a peatones (techos, balcones)	1.4	1.5	1.5	1.7 ³	2.0	2.3 ^{4,5}
b) Vertical:						
Encima o debajo de techos o salientes no accesibles a peatones.	0.9	1.07	3.0	3.2	3.6	3.8
Encima o debajo de balcones y techos accesibles a peatones.	3.2	3.4	3.4	3.5	4.0	4.1
Encima de techos accesibles a vehículos pero no sujeto a tráfico de camiones.	3.2	3.4	3.4	3.5	4.0	4.1
Encima de techos accesibles a tráfico de camiones.	4.7	4.9	4.9	5.0	5.5	5.6
Vallas publicitarias, chimeneas, rótulos antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios o puentes						
a) Horizontal	0.90	1.07	1.50	1.70 ^{1,2,3}	2.0	2.30 ^{1,2,4,5}
b) Vertical arriba o abajo	0.90	1.07	1.70	1.80 ⁵	2.30	2.45

Referencia: Tabla 234-1 NESC/1997

Tabla2.2

2.3.1.3 PARARRAYOS.

Cálculo de la tensión nominal del pararrayo.

Consideraciones:

- Sistema sólidamente aterrizado.
- Pararrayos de Oxido de Zinc (ZnO).
- Tensión nominal $U_m = 46 \text{ KV}$.
- Nivel isoceraunico: de acuerdo al mapa mostrado en el anexo D se puede observar que de acuerdo a la zona de ubicación de la línea el nivel isoceraunico es de 84 días/año que nos indica que es un dato considerable para instalar protección contra descargas atmosféricas.

La tensión nominal de los pararrayos de ZnO, Ur, se encuentra teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Las sobretensiones son voltajes transitorios mayores al los máximos voltajes de operación del sistema. De acuerdo al tipo de sobretensión estos pueden ser limitados por distintos medios de protección. La amplitud de las sobretensiones se puede limitar mediante pararrayos u otros medios de protección. Existen tres tipos de sobretensiones: las temporales, las de maniobra y las atmosféricas.

Las sobretensiones temporales y las de maniobra son consideradas de origen interno del sistema, como resultado de un fenómeno transitorio.

Las sobretensiones de maniobra están asociadas a todas las operaciones de maniobra y fallas en un sistema.

- Tensión Continua de Operación (COV):

$$COV = \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{46KV}{\sqrt{3}} = 26.55KV$$

- Sobretensión Temporal (TOV):

Constante de diseño según el fabricante $K_e=1.44$

$$TOV = K_e \times COV = 1.44 \times 26.55KV = 37.1814KV$$

La tensión nominal del pararrayos **R**, se elige seleccionando el mayor valor entre **R_o** y **R_e**.

$$R_o = \frac{COV}{K_o} = \frac{26.55KV}{0.8} = 33.1976KV$$

Donde K_o^* es el factor de diseño según el fabricante 0.8

Donde K_t^* es la capacidad del pararrayo contra sobretensiones temporales el cual depende del tiempo de duración de la sobretensión y es criterio del diseñador elegir el K_t según los siguientes rangos.

$$R_e = \frac{TOV}{K_T} = \frac{37.1814KV}{1.10} = 33.80KV$$

$K_t = 1.15$ para 1 segundo.

$K_t = 1.10$ para 10 segundos.

$K_t = 0.95$ para 2 horas.

El mayor entre R_o y R_e , es la el voltaje U_r multiplicado por un factor de seguridad del 5% que será el valor del voltaje del pararrayo que se instalara:

$$U_r = R_e = 33.80 \times 1.05 = 35.5KV$$

Según la tabla de el fabricante el próximo comercial es el de 36KV= U_r

*Las constantes utilizadas en este cálculo se obtuvieron según referencia del fabricante www.angefire.com.

Tensión asignada. Tension Assignée. Ur (KV)	Tensión funcionamiento continuo. Tension de service permanent. Uc (KV)	Referencia. Référence.	Tensión residual. Tension résiduelle. Ures (KV)		Dimensiones. Dimensions.		Línea de fuga* Ligne de fuite*	Peso. Poids. Kg.
			10 KA 8/20 msg	10 KA 0,5 msg	A mm.	B mm.		
3	2,55	214203-CLBC	11	12.5	140	108	391	1.42
6	5,1	214205-CLBC	22	25	140	108	391	1.42
9	7,65	214208-CLBC	30	34	140	108	391	1.42
10	8,4	214209-CLBC	32	36.5	140	108	391	1.42
12	10,2	214210-CLBC	38.5	43.5	140	108	391	1.42
12	10,2	214211-CVBC	38.5	43.5	216	152	660	1.94
15	12,7	214213-CVBC	48	54.2	216	152	660	1.94
18	15,3	214215-CVBC	57.5	65	216	152	660	2.22
21	17	214217-CVBC	61.5	69.5	216	152	660	2.22
21	17	214218-CVBC	64	73	274	152	782	2.79
24	19,5	214220-CVBC	77	87	274	152	782	2.79
24	19,5	214221-CVBC	77	87	437	152	1320	3.84
27	22	214222-CVBC	86.5	97.7	437	152	1320	3.84
30	24,4	214224-CVBC	96	108.4	437	152	1320	3.84
36	29	214230-CVBC	115	130	437	152	1320	4.39
39	31,5	214231-CVBC	121.5	137	437	152	1320	4.39
45	36	214236-CVBC	144	162.6	643	152	1981	5.82
48	39	214240-CVBC	153.5	173.4	643	152	1981	5.82

El pararrayo deberá contener polarización a tierra a través de una malla de puesta a tierra según exige las normas SIGET : conductores de calibre #4 enterrados a 50cm, la malla está dividida en rectángulos de 3x6m, se utilizan varillas cooperweld enterradas a 2,5m de profundidad. La malla se recubre con una capa de 10cm de piedra caliza para evitar que el terreno pierda humedad y aumentar el aislamiento del terreno para evitar diferencias de potencial peligrosos.

2.3.1.4 PARAMETROS DE LINEA Y CALCULO DE EFECTO CORONA.

El efecto corona dependen principalmente de la diferencia de potencial entre los conductores y tierra, más exactamente del gradiente de potencial en la superficie de los conductores y de las condiciones climáticas a lo largo de la línea.

Para la determinación de efecto corona se sigue el siguiente planteamiento:

$$U_c = 84 * M_c * \delta * M_t * I_g (D/r)$$

M_c : coeficiente de rugosidad del conductor

δ : factor de corrección de la densidad del aire

M_t : coeficiente meteorológico

D : distancia media geométrica (DMG)

r : radio del conductor

Donde $M_c = 1$ para hilos de superficie lisa

= de 0.93 a 0.98 para hilos oxidados o rugosos

= de 0.83 a 0.87 para cables

$M_t = 1$ para tiempo seco

= 0.8 para tiempo húmedo

$$\delta = \frac{273 + 25}{76} \frac{h}{273 + \theta} = \frac{3,921 h}{273 + \theta}$$

Donde h : es presión atmosférica en cm de mercurio

θ : es la temperatura en °C correspondiente a la altitud del punto a considerar

Si $U < U_{max} < U_c$ decimos que no existirá el efecto corona donde:

U_c = tensión crítica disruptiva

U_m = tensión máxima dado U

U = tensión dada de la línea

Pero si en un dado caso $U < U_c < U_m$ o $U_c < U < U_m$ entonces si se deben calcular las pérdidas por efecto corona con la siguiente expresión:

$$p = \frac{241}{\delta} (f + 25) \sqrt{\frac{r}{D}} \left[\frac{U_{max}}{\sqrt{3}} - \frac{U_c}{\sqrt{3}} \right]^2 10^{-5} \text{ kW/km}$$

$$U_c = 84 m_c \delta m_t r \lg \frac{D}{r}$$

$$r = \sqrt{\text{radiodelconductor}(\Delta)} \text{ Valido solo para } U_c$$

Para el análisis y cálculo de parámetros de la línea a diseñar se ha creado un programa llamado loope utilizando matlab 7.11. El programa utiliza las tablas de conductores mostrados en Anexo F (El conductor 397.5 MCM corresponde a Chickadee) y realiza el cálculo para la configuración mostrada en pantalla que es una tangente sencilla con sus aisladores a 46KV y los datos de entrada utilizados son los mostrados en la figura 2.6. La altura sobre el nivel del mar fue medida en campo con la ayuda de un GPS.

El programa loope utiliza las formulas mostradas a continuación:

FACTORES METEOROLOGICOS

TEMPERATURA = 40°C PROMEDIO

COEFICIENTE METEOROLOGICO.

mt = 0.8 PARA TIEMPO HUMEDO

mt = 1.0 PARA TIEMPO SECO

CALCULO DEL DMG

$$D_1 = 1.449\text{m}$$

$$D_2 = 1.449\text{m}$$

$$D_3 = 2.898\text{m}$$

$$\text{DMG} = \sqrt[3]{D_1 D_2 D_3} = 1.825$$

CALCULO DE RESISTENCIA

$$R = R_{20} \Omega \frac{228 + T}{228 + 20} = 0.1548 \Omega$$

CALCULO DE REACTANCIA

DMG

$$X_k = 2\pi f \left(\frac{1}{2} + 4.6 \log \left(\frac{\text{DMG}}{\text{diametro}} \right) \right) \Omega/\text{km} = 0.4153 \Omega$$

XK RLinea=R*L;

$X_{\text{Linea}} = X_K \cdot L$;

CALCULO DE LA SUSCEPTANCIA

$$B = 2\pi f \left(\frac{24.2}{\log_{10} \left(\frac{DMG}{\text{diametro}} \right)} \right) = 3989.81 \times 10^{-9} \text{ S/km}$$

$B_{\text{Linea}} = B_k \cdot L / 1000$;

Para el cálculo de efecto corona se utilizaron las formulas mostradas la sección 2.3.1.4 de este capítulo.

La figura 2.6 muestra el cálculo de parámetros de la línea para la Primera parte ejecutando el programa loope.

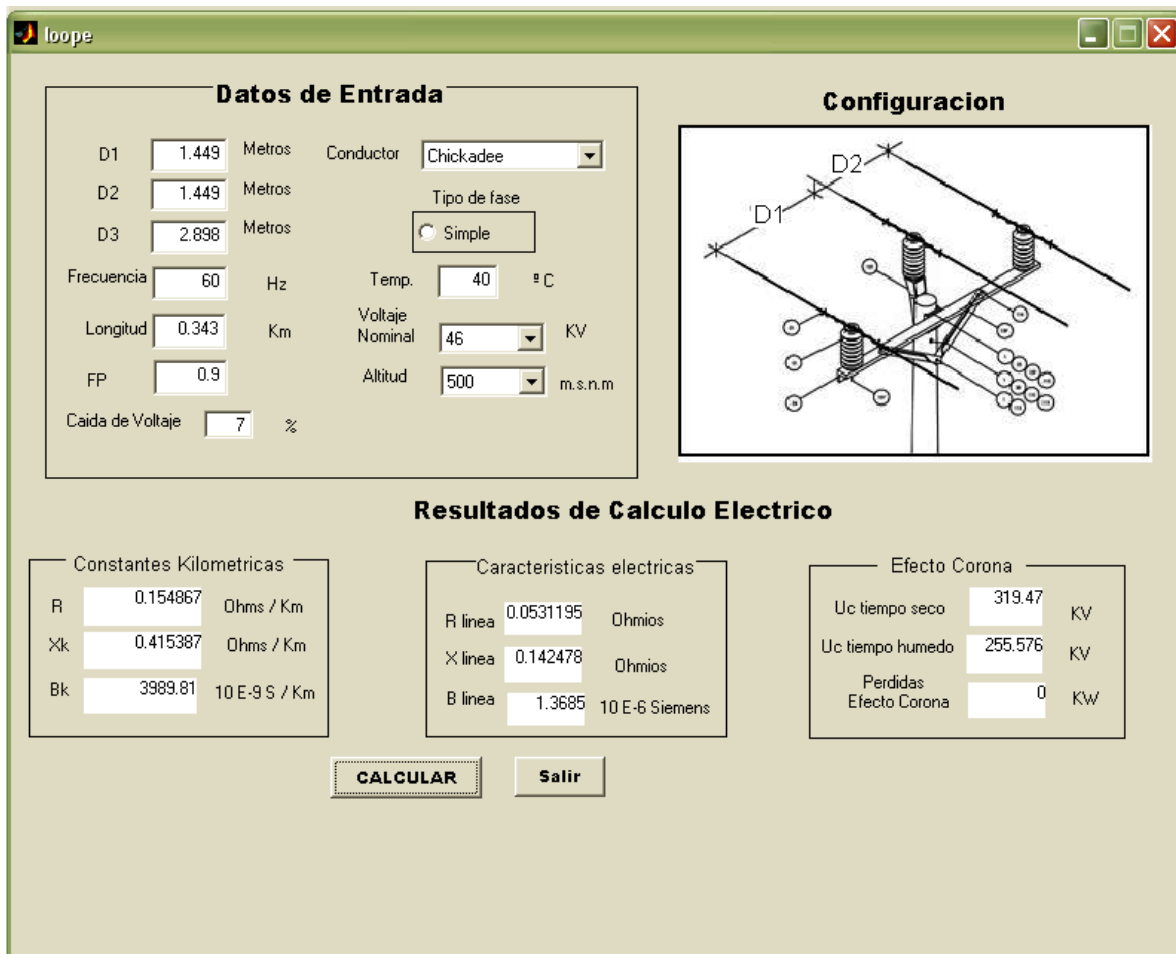


Figura 2.6

Figura 2.7 en la siguiente figura se presentan los cálculos eléctricos para la segunda parte del tramo de línea, utilizando cable Hendryx 397.5 y la configuración utilizada es 46-SCTS3 mostrada en el anexo A y ejecutando el programa loope.

The screenshot shows the 'loope' software interface with the following sections:

Datos de Entrada

D1	0.6604	Metros	Conductor	Hendryx
D2	0.6604	Metros	Tipo de fase	Simple
D3	0.6604	Metros		
Frecuencia	60	Hz	Temp.	40 °C
Longitud	3.697	Km	Voltaje Nominal	46 KV
FP	0.9		Altitud	500 m.s.n.m
Caida de Voltaje	7	%		

Resultados de Calculo Electrico

Constantes Kilometricas			Caracteristicas electricas			Efecto Corona		
R	0.154867	Ohms / Km	R linea	0.572544	Ohmios	Uc tiempo seco	292.784	KV
Xk	0.338805	Ohms / Km	X linea	1.25256	Ohmios	Uc tiempo humedo	234.227	KV
Bk	4944.76	10 E-9 S / Km	B linea	18.2808	10 E-6 Siemens	Perdidas Efecto Corona	0	KW

Buttons: **CALCULAR** and **Salir**

Figura 2.7

Figura 2.8 Cálculo eléctrico para el tercera parte del tendido de línea ejecutando el programa loope.

Datos de Entrada

D1	1.449	Metros	Conductor	Chickadee
D2	1.449	Metros	Tipo de fase	<input checked="" type="radio"/> Simple
D3	2.898	Metros	Frecuencia	60 Hz
Temp.	40	°C	Longitud	9.0035 Km
Voltaje Nominal	46	KV	FP	0.9
Altitud	500	m.s.n.m	Caida de Voltaje	7 %

Configuracion

Resultados de Calculo Electrico

Constantes Kilometricas		Caracteristicas electricas		Efecto Corona	
R	0.154867 Ohms / Km	R linea	1.39435 Ohmios	Uc tiempo seco	319.47 KV
Xk	0.415387 Ohms / Km	X linea	3.73993 Ohmios	Uc tiempo humedo	255.576 KV
Bk	3989.81 10 E-9 S / Km	B linea	35.9222 10 E-6 Siemens	Perdidas Efecto Corona	0 KW

CALCULAR **Salir**

Figura 2.8

2.3.1.5 CALCULO DEL MOMENTO ELECTRICO.

El método del momento eléctrico permite determinar con gran sencillez, la potencia de transporte y la distancia a que podrá ser transmitida.

$$M = PL = \frac{u}{100} \frac{U^2}{R_k + X_k \operatorname{tg} \varphi}$$

Las unidades prácticas para el cálculo son las siguientes:

P = potencia en MW

L = longitud de la línea en kilómetros

u = caída de tensión en porcentaje, generalmente, =7%

R_k = resistencia eléctrica, en Ω/km

X_k = reactancia de autoinducción, en Ω/km

U = tensión nominal de la línea en kilovoltios,

cos φ = 0.9

φ = cos⁻¹(0.9) = 25.8419°

tan φ = tan(25.8419°) = 0.48843

$$M = 7\% * \frac{V_{\text{NOM}}^2}{R_k + X_k \operatorname{TAN} \theta} = \text{MW} - \text{Km}$$

$$M = \frac{46^2}{0.154867 + (0.4153)(0.4843)} * 0.07 = 416.07 \text{MW} - \text{Km}$$

$$P_{\text{transporte}} = \frac{M}{\text{longitud km}} = \frac{416.07}{13.0435} = 31.8987 \text{MW}$$

$$31.8987 \text{MW} / 0.9 = 35.44 \text{MVA} > 32.0 \text{MVA}$$

La línea tiene la capacidad de poder transporta 35.44MVA

RESUMEN DE CÁLCULO ELÉCTRICO:

CALCULOS ELECTRICOS	
POTENCIA DE LA LINEA (MVA)	32
VOLTAJE ENTRE FASES (KV)	46
VOLTAJE MAX (KV)	52
BIL (KV)	170
CORRIENTE POR CONDUCTOR (A)	422.77
RADIO MEDIO GEOMETRICO (DMG) (MTS)	1.825
RESISTENCIA A 35°C (OHM)/Km	0.154867
REACTANCIA (OHM)/km	0.4153
SUSCEPTANCIA (S)/km	3989.81×10^{-9}
MOMENTO ELECTRICO MW	31.897
FP	0.9
FRECUENCIA Hz	60
NUMERO DE CIRCUITOS POR FASE	1

Tabla 2.3

2.3.2 CALCULO MECANICO.

Cálculo mecánico de interconexión de línea a 46KV, se determinara Cargas y sobrecargas a considerar en el cálculo mecánico. Cálculo mecánico de conductores, Hipótesis de cálculo y de apoyos.

2.3.2.1 SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS.

En las tablas 2.4 se muestra las diferentes estructuras para cable 397.5MCM Chickadee que se utilizaran en la primera y tercera parte de la línea de interconexión, también se especifican las alturas de poste para cada tramo y su estado existente o nuevo. *

Las tablas 2.5 muestran las diferentes estructuras para Anclas y Neutro de la parte uno y tres del tramo de línea de interconexión, también se especifica el estado nuevo o existente del tendido eléctrico.*

Tabla 2.6 muestran los tipos de estructuras a utilizar en el tramo Hendryx incluyendo la altura de los postes y los tipos de anclas a utilizar, el estado de los postes nuevo o existente. **

*Los colores en las tablas corresponde a los colores de las líneas en el plano para cada caso: azul= Nuevos, rojo=Existentes y verde= Relocalización.

**Ver sección 2.2.0 descripción de ruta para interconexión.

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																															
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS						EXISTENTES									
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45' 2000	A 50' 2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3	
1	1	2	37											1																	1
2	2	3	35					1						2									1								1
3	3	4	51					2												1											
4	4	5	37												1	1															
5	5	6	37					1								1															
6	6	7	36					1								1															
7	7	8	37												1	1															
8	8	9	37					1								1															
9	9	10	36					1								1															
10	10	11	37												1							1									
93	93	94	44						1													1									
94	94	95	55								1																				
95	95	96	55					1								1															
96	96	97	55					1								1															
97	97	98	45					1								1															
98	98	99	45					1								1															
99	99	100	35					1																							
100	100	101	42					1																							
101	101	102	42				1									1															
102	102	103	40				1									1															

Tabla 2.4.1

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																															
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS						EXISTENTES									
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45' 2000	A 50' 2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3	
123	123	124	60			1											1														
124	124	125	62			1											1														
125	125	126	60			1												1													
126	126	127	50			1												1													
127	127	128	65			1												1													
128	128	129	65			1												1													
129	129	130	60			1												1													
130	130	131	60			1												1													
131	131	132	60			1												1													
132	132	133	60			1												1													
133	133	134	61			1												1													
134	134	135	60			1												1													
135	135	136	45			1												1													
136	136	137	45			1												1													
137	137	138	44			1												1													
138	138	139	44			1												1													
139	139	140	60			1												1													
140	140	141	59			1												1													
141	141	142	44			1												1													
142	142	143	44			1												1													

Tabla 2.4.3

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																															
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS						EXISTENTES									
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45' 2000	A 50' 2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3	
143	143	144	45			1												1													
144	144	145	51			1												1													
145	145	146	56			1												1													
146	146	147	57			1												1													
147	147	148	40			1												1													
148	148	149	26			1																1									
149	149	150	42		1																	1									
150	150	151	46		1													1													
151	151	152	42		1													1													
152	152	153	56		1													1													
153	153	154	17		1																	1									
154	154	155	34		1																	1									
155	155	156	54		1													1													
156	156	157	50		1													1													
157	157	158	60		1													1													
158	158	159	43		1													1													
159	159	160	39		1													1													
160	160	161	27		1													1													
161	161	162	40		1													1													
162	162	163	20		1																	1									

Tabla 2.4.4

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																															
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS						EXISTENTES									
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45' 2000	A 50' 2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3	
163	163	164	39		1																	1									
164	164	165	42		1													1													
165	165	166	46		1													1													
166	166	167	60		1													1													
167	167	168	40		1													1													
168	168	169	52		1													1													
169	169	170	60		1													1													
170	170	171	65			1																1									
171			0						1												1										
172	172	173	38			1															1										
173	173	174	42		1														1												
174	174	175	29		1														1												
175	175	176	51		1														1												
176	176	177	43		1														1												
177	177	178	45		1														1												
178	178	179	23			1													1												
179	179	180	16			1																1									
180	180	181	33			1																1									
181	181	182	40							1												1									
182	182	183	60			1											1														

Tabla 2.4.5

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																															
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS						EXISTENTES									
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45' 2000	A 50' 2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3	
183	183	184	52			1											1														
184	184	185	55			1											1														
185	185	186	57			1														1											
186	186	187	57			1												1													
187	187	188	42			1							1						1												
188	188	189	37			2							2							1											
189	189	190	71			1							1			1															
190	190	191	41			1							1					1													
191	191	192	65			1							1						1												
192	192	193	60			1							1						1												
193	193	194	77			1							1			1															
194	194	195	52			1							1			1															
195	195	196	53			1										1															
196	196	197	36			1							1			1															
197	197	198	36			1										1															
198	198	199	39			1							1			1															
199	199	200	44			2													1												
200	200	201	37											1										1							1
201	201	202	37			1										1															
202	202	203	38											1											1						

Tabla 2.4.6

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																															
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS						EXISTENTES									
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45' 2000	A 50' 2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3	
203	203	204	39			1									1																
204	204	205	60										1											1							
205	205	206	43										1											1							
206	206	207	50										1											1							
207	207	208	47										1											1							
208	208	209	27										1											1							
209	209	210	38										1											1							
210	210	211	39			1									1																
211	211	212	38										1											1							
212	212	213	37			1									1																
213	213	214	65										1											1							
214	214	215	48										1											1							
215	215	216	49			1									1																
216	216	217	42				1					1												1							
217	217	218	41			1									1																
218	218	219	65										1											1							
219	219	220	62										1													1				1	
220	220	221	59										1														1				
221	221	222	39										1													1					
222	222	223	40			1									1																

Tabla 2.4.7

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																														
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS						EXISTENTES								
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45' 2000	A 50' 2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3
223	223	224	44										1														1			
224	224	225	42			1										1														
225	225	226	44										1														1			
226	226	227	42			1												1												
227	227	228	40										1																1	
228	228	229	40			1									1															
229	229	230	35										1											1						
230	230	231	36			1									1															
231	231	232	58										1											1						
232	232	233	40										1											1						
233	233	234	66										1											1						
234	234	235	41										1											1						
235	235	236	40										1											1						
236	236	237	62									1												1						
237	237	238	48										1											1						
238	238	239	69										1											1						
239	239	240	32										1												1					
240	240	241	32			1									1															
241	241	242	69										1																1	
242	242	243	36										1												1					

Tabla 2.4.8

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																															
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS						EXISTENTES									
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45' 2000	A 50' 2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3	
243	243	244	37			1									1																
244	244	245	35										1														1				
245	245	246	35			1									1																
246	246	247	35										1											1							
247	247	248	35			1									1																
248	248	249	67										1											1							
249	249	250	54										1											1							
250	250	251	69										1											1							
251	251	252	35										1											1							
252	252	253	35			1									1																
253	253	254	53										1											1							
254	254	255	35										1											1							
255	255	256	36			1									1																
256	256	257	35										1											1							
257	257	258	36			1									1																
258	258	259	36										1											1							
259	259	260	37			1									1																
260	260	261	35										1											1							
261	261	262	36			1									1																
262	262	263	54										1											1							

Tabla 2.4.9

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																																
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS						EXISTENTES										
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45' 2000	A 50' 2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3		
263	263	264	42											1										1								
264	264	265	43			1										1																
265	265	266	66											1										1								
266	266	267	35											1											1							
267	267	268	34			1									1																	
268	268	269	65											1																	1	
269	269	270	64											1																	1	
270	270	271	35											1										1								
271	271	272	34			1										1																
272	272	273	35											1										1								
273	273	274	34			1										1																
274	274	275	36											1										1								
275	275	276	37			1										1																
276	276	277	55											1										1								
277	277	278	54											1										1								
278	278	279	91											1																	1	
279	279	280	60											1																	1	
280	280	281	67											1										1								
281			0											1																	1	
282	282	283	45											1																1		

Tabla 2.4.10

CUADRO PARA VANOS POSTES Y ESTRUCTURAS 46KV																															
PUNTO	DISTANCIA			POSTES NUEVOS									POST EXIS			NUEVAS							EXISTENTES								
	ENTRE		Mts	A 26'	A 40'	A 45'	A 50'	A 55'	A 60'	A 45 '2000	A 50'2000	A 60' 2000	A 40'	A 45'	A 55'	46TS3	46TD3	46VS3	46VD3	46CH3	46RH3	46CD3	46PROL3	46TS3	46TD3	46DH3	46VS3	46RH3	46CH3	46CD3	
283	283	284	78										1											1							
284	284	285	63										1											1							
285	285	286	49										1																	1	
286	286																														
287	287			1																											
288	288			1																											
289	289			1																											
290	290	190	25																												
291	291	191	25																												
292	292	192	25																												
293	293	193	40																												
294	294	196	15																												
295	295	196	15																												
296	296													1																	
297	297													1																	
298	298													1																	
299	299													1																	
TOTAL			9348	3	32	84	5	13	1	4	2	1	13	61	8	48	9	40	13	4	4	23	1	42	3	1	5	2	9	2	
RELOC			145																												

Tabla 2.4.11

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																																
PUNTO	NVA			EXISTENTES										NVA			EXIST			ANCLAS					NEUTRO							
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST	
1																						2										
2																						2	4									
3																						4										
4																																
5																																
6																																
7																																
8																																
9																																
10																						2										
93																						2										
94																																
95																																
96																																
97																																
98																																
99																						2										
100																						2										
101																																
102																																

Tabla 2.5.1

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																																	
PUNTO	NVA			EXISTENTES									NVA			EXIST				ANCLAS					NEUTRO								
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST		
103																					1												
104																						1											
105																						2											
106																																	
107																																	
108																																	
109																						1											
110																						1											
111																																	
112																						2											
113																						1											
114																						1											
115																																	
116																						1											
117																																	
118																																	
119																																	
120																																	
121																						1											
122																						1											

Tabla 2.5.2

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																																
PUNTO	NVA		EXISTENTES						NVA		EXIST				ANCLAS				NEUTRO													
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST	
123																					1											
124																						1										
125																																
126																																
127																																
128																																
129																																
130																																
131																																
132																																
133																																
134																																
135																																
136																																
137																																
138																																
139																																
140																																
141																																
142																																

Tabla 2.5.3

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																																	
PUNTO	NVA		EXISTENTES										NVA		EXIST					ANCLAS					NEUTRO								
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST		
143																																	
144																																	
145																																	
146																																	
147																																	
148																						1											
149																						1											
150																																	
151																																	
152																																	
153																						1											
154																						1											
155																																	
156																																	
157																																	
158																																	
159																																	
160																																	
161																																	
162																						1											

Tabla 2.5.4

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																																			
PUNTO	NVA		EXISTENTES										NVA		EXIST			ANCLAS					NEUTRO												
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST				
163																					1														
164																																			
165																																			
166																																			
167																																			
168																																			
169																																			
170																						2													
171																																			
172																						1													
173																																			
174																																			
175																						1													
176																						1													
177																																			
178																																			
179																						1													
180																						1													
181																																			
182																																			1

Tabla 2.5.5

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																																	
PUNTO	NVA			EXISTENTES									NVA			EXIST			ANCLAS					NEUTRO									
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST		
183																																	
184																					1												
185																								1									
186																								1									
187							1																					1					
188																															1		
189																							2									1	
190							1						1																1	1			
191													1																1	1			
192							1						1																1	1			
193				1									1																	1		1	
194											1												2							1			
195		1																									1						
196				1												2													1	2			
197		1																									1						
198				1																									1				
199		1																				2					1						
200						1																1	1						1				
201		1																									1						
202																													1				

Tabla 2.5.6

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																																
PUNTO	NVA			EXISTENTES									NVA			EXIST			ANCLAS					NEUTRO								
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST	
203		1																									1					
204				1																									1			
205				1																									1			
206				1																									1			
207				1																									1			
208				1								1																	1	1		
209				1																									1			
210		1																									1					
211									1		1											2							1	1		
212		1																									1					
213				1																									1			
214				1							1																		1	1		
215		1																									1					
216				1																									1			
217		1																									1					
218				1																									1			
219									1		1														1				1	1		
220									1		1														1				1	1		
221				1																									1			
222		1																									1					

Tabla 2.5.7

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																																	
PUNTO	NVA			EXISTENTES									NVA			EXIST			ANCLAS					NEUTRO									
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST		
223					1						1										1	1											
224		1																									1						
225				1																									1				
226	1																										1						
227									1															1								1	
228		1																						1									
229			1																				1										
230			1																				1				1						
231						1																		1									
232							1																										
233						1																		1									
234						1																											
235						1		1																									
236					1																						1						
237																																	
238																																	
239																								1									
240																																	
241																																	
242																1		1							1								1

Tabla 2.5.8

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																																
PUNTO	NVA			EXISTENTES									NVA			EXIST			ANCLAS					NEUTRO								
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST	
243														1													1					
244																			1										1			
245														1													1					
246																	1											1				
247														1													1					
248																	1											1				
249																				1								1				
250																				1								1				
251																	1											1				
252														1													1					
253																	1											1				
254																	1											1				
255														1													1					
256																	1											1				
257														1													1					
258																	1											1				
259														1													1					
260																	1											1				
261														1													1					
262																	1											1				

Tabla 2.5.9

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																															
PUNTO	NVA			EXISTENTES									NVA		EXIST				ANCLAS					NEUTRO							
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST
263																1												1			
264													1														1				
265															2				1									1	2		
266																		1						1				1			
267															1												1				
268																		1										1			
269																1							2					1			
270																1		1					1						1		1
271																															
272																							1								
273																															
274																							1								
275																															
276																															
277																															
278																															
279																															
280																															
281																															
282																															

Tabla 2.5.10

CUADRO PARA ESTRUCTURAS AEREAS 13KV ANCLAS Y NEUTRO																															
PUNTO	NVA			EXISTENTES									NVA			EXIST				ANCLAS					NEUTRO						
	13VS3	13TS3	13CH3	13TS3	13RH3	13VS3	13VD3	13DH3	13CH3 CC	13CH3	13PROL3	13DH3 CC	13DH2 CC	13TS1	13VS1	13DH1 CC	13TS1	13RH1	13VS1	13CH1	APS	APS EXIS	APD EXIST	APP	APP EXIST	RN EXIST	TN	TN EXIST	DN EXIST	CN	CN EXIST
283																															
284																															
285																						2									
286																															
287																															
288																															
289																															
290												1																			
291												1																			
292												1																			
293											1																				
294																1															
295															1																
296																															
297																															
298																															
299																															
		2	11	1	15	2	6	4	1	1	9	1	6	7	9	1	8	11	2	3	3	62	31	3	3	6	1	23	48	15	1

Tabla 2.5.11

CODIGO DE COLORES

■ Existentes
■ Nuevos

■ Relocalizacion

CUADRO PARA ESTRUCTURAS Hendryx											
PUNTO	DISTANCIA			ESTRUCTURAS				ANCLAS	POSTES		
	ENTRE		mt	AC-1245	AC-1248	AC-1256	AC-1259	APS	A 55' E	A 55' N	A 60'
1					1			2	1		
2	9	10	42	1						1	
3	10	11	42	1						1	
4	11	12	42	1					1		
5	12	13	42	1						1	
6	13	14	43	1					1		
7	14	15	46	1						1	
8	15	16	47	1					1		
9	16	17	47	1						1	
10	17	18	48	1					1		
11	18	19	44				1			1	
12	19	20	43	1					1		
13	20	21	53	1						1	
14	21	22	54	1					1		
15	22	23	46	1						1	
16	23	24	46	1						1	
17	24	25	46	1					1		
18	25	26	45	1						1	
19	26	27	45	1						1	
20	27	28	47	1					1		
21	28	29	63	1					1		
22	29	30	61				1	2	1		
23	30	31	45	1						1	
24	31	32	45	1						1	
25	32	33	46	1					1		
26	33	34	49	1						1	
27	34	35	49	1						1	
28	35	36	49	1					1		
29	36	37	47	1						1	
30	37	38	47	1						1	
31	38	39	48	1					1		
32	39	40	48	1						1	
33	40	41	48	1						1	
34	41	42	48	1					1		
35	42	43	46	1						1	
36	43	44	46	1						1	
37	44	45	46	1					1		
38	45	46	50	1						1	
39	46	47	50	1						1	
40	47	48	52	1					1		
41	48	49	45	1						1	
42	49	50	45	1						1	

CUADRO PARA ESTRUCTURAS Hendryx											
PUNTOS	DISTANCIA			ESTRUCTURA				ANCLAS	POSTES		
			mt	AC-1245	AC-1248	AC-1256	AC-1259	APS	A 55' E	A 55' N	A 60'
43	50	51	45	1						1	
44	51	52	45			1		2			1
45	52	53	40			1		2			1
46	53	54	43	1						1	
47	54	55	44	1						1	
48	55	56	44	1					1		
49	56	57	43	1						1	
50	57	58	43	1						1	
51	58	59	44	1					1		
52	59	60	50	1						1	
53	60	61	50	1						1	
54	61	62	44	1					1		
55	62	63	50	1						1	
56	63	64	45	1							1
57	64	65	50				1	2			1
58	65	66	35				1	2			1
59	66	67	47	1							1
60	67	68	53	1						1	
61	68	69	41	1					1		
62	69	70	60				1	2			1
63	70	71	38				1	2	1		1
64	71	72	59				1	2		1	
65	72	73	33				1	2	1		
66	73	74	60	1						1	
67	74	75	61	1					1		
68	75	76	57				1	2		1	
69	76	77	55				1	2	1		
70	77	78	54	1					1		
71	78	79	56	1					1		
72	79	80	50	1						1	
73	80	81	54	1						1	
74	81	82	54				1	2		1	
75	82	83	55	1						1	
76	83	84	56			1		2		1	
77	84	85	53		1			2			1
TOTAL			3652	61	2	3	11	30	27	42	9

Tabla 2.6

2.3.2.2 CÁLCULO DE PARÁMETROS MECÁNICOS

Calculo de vano base.

Altura sobre el nivel del mar 512 m.s.n.m.*

Conductor: CHICKADEE

Zona B.

Luz del vano base 60m que resulta del próximo valor promedio de los vanos: **

Coefficiente de seguridad: $n = 3$.

El conductor Chickadee presenta las siguientes constantes:

Diámetro mm	Resistencia 20Ω	Sección total mm^2	Peso Propio Kg/Km	Carga de Ruptura Kg	Modulo E Kg/mm^2	Corriente Max A	Coefficiente. A
18.872	0.14331	212.58	642.9	4509	7000	491.64	2.11E-05

De igual forma para los cálculos de los parámetros mecánicos de la línea se desarrollo un programa llamado loopm en matlab 7.11 este programa utiliza las tablas de conductores que se muestran en el anexo F y considera para realizar los cálculos las siguientes formulas:

Formulas a utilizar para desniveles menores al 14 %h.

La sobrecarga del viento será:

$$P_v = 0,05 D$$

El peso propio más la sobrecarga del viento es:

$$P + V = \sqrt{P^2 + P_v^2} :$$

* Valor obtenido (medido) por medio de GPS en el área en la cual se diseño el circuito.

** Según estándar SIGET de estructuras a 46KV.

La sobrecarga del hielo será:

$$P_H = 0,18 \sqrt{D} = 0 \text{ para este diseño.}$$

El peso propio más la sobrecarga del hielo es:

$$P + H = P + P_H$$

Tenemos que calcular la hipótesis más desfavorable, es decir, aquella en la que el conductor esté sometido a una mayor tensión. En la zona B se consideran las siguientes hipótesis:

Zona B		
HIPOTESIS	PESO	TEMP.
TRACCION MAXIMA	P + H	15
ADICIONAL	P + V	25
FLECHA MAXIMA	P + V	25
	P + H	15
	P	40
FLECHA MINIMA	P	15
T.D.C.	P	25

Recordamos la ecuación del cambio de condiciones:

$$T_2^3 + K_2 T_2^2 - K_3 = 0$$

Siendo:

$$K_1 = \frac{a^2 P_1^2}{24 T_1^2} - \alpha t_1 - \frac{T_1}{E S}$$

$$K_2 = (K_1 + \alpha t_2) E S$$

$$K_3 = \frac{a^2 P_2^2 E S}{24}$$

Comparamos la hipótesis de tracción máxima con todas las demás, y de esta forma conoceremos el caso más desfavorable.

A) Hipótesis de tracción máxima (P + H; t = 15)

La tensión será igual a la carga de rotura dividida entre el coeficiente de seguridad:

$$L = a + \frac{8}{3} \frac{f^2}{a} - \frac{32}{5} \frac{f^4}{a^3} + \dots$$

El conductor estará sometido a un peso de:

$$P_1 = P + H$$

Y la temperatura será de:

$$t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Con estos datos podemos calcular la constante K_1 :

$$K_1 = \frac{a^2 P_1^2}{24 T_1^2} - \alpha t_1 - \frac{T_1}{E S}$$

La flecha correspondiente será:

$$f = \frac{a^2 P_1}{8 T_1} ;$$

B) Hipótesis adicional (P + V; t = 25)

Teniendo como datos de partida los de la hipótesis de tracción máxima, calculamos si la hipótesis adicional es más desfavorable.

En la ecuación del cambio de condiciones los datos iniciales son:

$$T_1 = \text{tensión máxima kg.} \quad ; \quad P_1 = P_1 = P + H$$

$$t_1 = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Y los finales:

$$P_2 = P + V$$

$$t_2 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

La constante K_1 no varía, pues sólo depende de los datos iniciales, por lo que K_2 y K_3 serán:

$$K_2 = (K_1 + \alpha t_2) E S$$

$$K_3 = \frac{a^2 P_2^2 E S}{24}$$

Llevando los valores a la ecuación queda:

$$T_2^3 + K_2 T_2^2 - K_3 = 0$$

Al resolver se obtiene: T_2

De este se deduce que la hipótesis de tracción máxima es más desfavorable que la adicional, ya que $T_1 > T_2$. En caso contrario calcularíamos la constante K_1 con los datos de la hipótesis adicional y seguiríamos el proceso.

La flecha correspondiente a esta tensión es:

$$f = \frac{a^2 P_2}{8 T_2}$$

Una vez conocida la hipótesis más desfavorable, y haciendo uso de la constante K_1 calculamos el resto de la hipótesis para el resto del tramo.

1.- Hipótesis de flecha máxima (P + V; t = 25)

2.- Hipótesis de flecha máxima (P + H; t = 15)

3.- Hipótesis de flecha máxima (P; t = 40)

4.- Hipótesis de flecha mínima (P; t = 15)

5.- Tensión de cada día (P; t = 15)

Tensión de cada día

Por la experiencia adquirida en la explotación de las líneas eléctricas se llegó a la conclusión de que cuanto más elevada sea la tensión mecánica de un cable, mayores son las probabilidades de que aparezca el fenómeno de las vibraciones. De aquí se dedujo la conveniencia de mantener dicha tensión dentro de ciertos límites para eludir en lo posible la presencia de tal fenómeno.

Se pretendía determinar cuál sería la tensión admisible para poder recomendar valores con los que se esperaba no se produjeran averías por vibración, es decir, roturas de los hilos componentes de los cables.

Se llegó al concepto de "tensión de cada día" (T.D.C.) que es la tensión a la que está sometido el cable la mayor parte del tiempo correspondiente a la temperatura media de 15 °C sin que exista sobrecarga alguna.

Si el coeficiente T.D.C. resulta superior al 14% se recomienda colocar anti vibratorios:

$$T. D. C. = \frac{T_{T.D.C.} \cdot 100}{Q}$$

Para este diseño no se encontraron desniveles mayores al 14% de altura pero se detallan las formulas que están implícitas en el programa para realizar el cálculo mecánico:

$$Ae = A + \frac{2hT_0}{A * p}$$

$$f_{e,max} = \frac{Ae^2 * p}{8 * T_0}$$

$$TB = T_0 + (f_{e,max} - h)p$$

$$TA = T_0 + f_{e,max} * p$$

$$L = \sqrt{h + Ae^2 \left(1 + \frac{A^2}{12 * C1^2} \right)}$$

$$T_0 = \frac{A^2 P}{8fs}$$

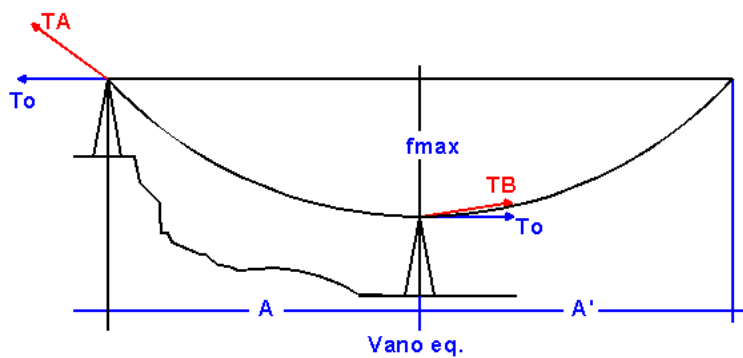
Donde:

Ae= Vano equivalente.

f_e=Flecha máxima

T₀=Tensión en el punto más largo del cable.

L=Longitud del cable.



Para el cálculo del vano base de 60 m se realizó a través del programa loopm en Matlab7.11 creado para el desarrollo de este diseño, los resultados se muestran en la Figura 2.9 y la Tabla 2.7. El dato de entrada de 18.28 es la conversión en metros de la altura de un poste de 60pies.

Calculo mecanico vano base

Datos de entrada

Tipo Conductor: Chickadee
 Voltaje nominal: 46
 Factor de Seguridad: 3 (entre 2.5 y 5)
 Altitud Zona: 500-1000 m.s.n.m
 Luz de vano: 60 metros
 Altura de poste: 18.28 metros

Altitud de vano inicial: 500 m.s.n.m
 final: 500 m.s.n.m
 Altura de seguridad: 7 metros

Seleccione la Hipotesis a calcular

Traccion Maxima
 Flecha Maxima Inclinada (Viento)
 Flecha Maxima Vertical
 Flecha Minima
 TCD

Verificar desnivel **Calcular**

Resultados

Desnivel > 14%
 To: [] Kgf
 TA: [] Kgf
 TB: [] Kgf
 Vano: [] metros
 fmax: [] metros

Desnivel < 14%
 To: 1503 Kgf
 Flecha: 0.192488 metros
 TCD: [] %
Debe llevar antivibradores

Datos del conductor

k: 6.8781 w: 0.0030242
 cambio de condicion: 9.6035
 coeficiente de dilatacion: 2.11e-005
 modulo de elasticidad: 7000
 seccion m²: 212.58
 mc: 1

Figura 2.9

Resumen de cálculo de hipótesis para vano base			
Tracción máx.	1503kgf	Flecha	0.1924m
Tensión	88.68kgf	Flecha máx. inclinada	0.5781m
Tensión	320.33kgf	Flecha máx. vertical	0.934m
Tensión	1503kgf	Flecha min vertical	0.1924
TDC	705.54kgf	Flecha	0.41m
TDC	15.40%	no necesita anti vibradores	

Tabla 2.7

Teniendo los resultados del vano base se procede a calcular la Tabla 2.8 la cual contiene los valores de Flechas y Tensiones para diferentes valores de temperatura, iniciando en -15 grados la cual es la referencia de la hipótesis de tensión máxima para la zona B siempre para el vano base de 60 m.

T° C	k	ΔT	k-αΔTE	Ecuación	T kgf/mm ²	Tensiones Kgf	Flecha base m
-15	6.8781	0	6.8781	t' ² *(t-6.8781)=9,6035	7.070222	1502.987793	0.192469204
0	6.8781	15	4.6626	t' ² *(t-4.6626)=9,6035	5.040580	1071.526496	0.269968932
5	6.8781	20	3.9241	t' ² *(t-3.9241)=9,6035	4.416460	938.8510668	0.308120078
10	6.8781	25	3.1856	t' ² *(t-3.1856)=9,6035	3.837670	815.8118886	0.354590155
15	6.8781	30	2.4471	t' ² *(t-2.4471)=9,6035	3.318900	705.531762	0.410015367
20	6.8781	35	1.7086	t' ² *(t-1.7086)=9,6035	2.872400	610.614792	0.473750174
25	6.8781	40	0.9701	t' ² *(t-0.9701)=9,6035	2.502990	532.0856142	0.543669771
30	6.8781	45	0.2316	t' ² *(t-0.2316)=9,6035	2.205650	468.877077	0.616960987
35	6.8781	50	-0.5069	t' ² *(t-0.569)=9,6035	1.969330	418.6401714	0.69099643
40	6.8781	55	-1.2454	t' ² *(t+1.2454)=9,6035	1.781280	378.6645024	0.763945028
50	6.8781	65	-2.7224	t' ² *(t+2.724)=9,6035	1.506890	320.3346762	0.903051981

Para realizar el cálculo de los vanos que componen la línea de interconexión se hace la analogía siguiente:

f₁ = flecha base,

f₂ = flecha que se desea encontrar.

a₁ = vano base

a₂ = vano para el cual se desea encontrar la flecha

t = tensión unitaria.

m = coeficiente de sobre carga.

$$f_1 = \frac{a_1^2 w}{8t} m$$

$$f_2 = \frac{a_2^2 w}{8t} m$$

En estas expresiones el coeficiente de sobrecarga m será igual a uno, ya que en las operaciones de tendido, se supone que no habrá sobrecarga alguna.

Por lo tanto las expresiones se pueden escribir:

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{a_2^2}{a_1^2}$$

$$f_2 = f_1 \left[\frac{a_2}{a_1} \right]^2$$

Teniendo esta relación se puede calcular las flechas y tensiones para cada vano que conforma la línea y para las temperaturas reales a las que la línea estará expuesta.

Los cálculos se muestran en las tablas 2.9 que siguen:

Temp °C	Tracción máxima	Tensiones	Vano 3.5 mt	Vano 10 mt	Vano 13 mt	Vano 14 mt	Vano 16 mt	Vano 17 mt	Vano 20 mt
-15	1503	1502.987793	0.00065493	0.005346367	0.00903536	0.010478879	0.013686699	0.015451	0.02138547
0	1503	1071.526496	0.000918644	0.007499137	0.012673542	0.014698309	0.019197791	0.021672506	0.02999655
5	1503	938.8510668	0.001048464	0.008558891	0.014464526	0.016775426	0.021910761	0.024735195	0.03423556
10	1503	815.8118886	0.001206591	0.009849727	0.016646038	0.019305464	0.0252153	0.02846571	0.03939891
15	1503	705.531762	0.001395191	0.011389316	0.019247944	0.022323059	0.029156648	0.032915122	0.04555726
20	1503	610.614792	0.001612067	0.013159727	0.022239939	0.025793065	0.033688901	0.038031611	0.05263891
25	1503	532.0856142	0.001849987	0.015101938	0.025522275	0.029599799	0.038660961	0.043644601	0.06040775
30	1503	468.877077	0.002099381	0.017137805	0.028962891	0.033590098	0.043872781	0.049528257	0.06855122
35	1503	418.6401714	0.002351307	0.019194345	0.032438444	0.037620917	0.049137524	0.055471658	0.07677738
40	1503	378.6645024	0.002599535	0.021220695	0.035862975	0.041592563	0.05432498	0.061327809	0.08488278
50	1503	320.3346762	0.003072885	0.025084777	0.042393274	0.049166163	0.06421703	0.072495006	0.10033911

Tabla 2.9.1

Temp °C	Tracción máxima	Tensiones	Vano 43 mt	Vano 44 mt	Vano 45 mt	Vano 46 mt	Vano 47 mt	Vano 48 mt	Vano 49 mt
-15	1503	1502.98779	0.09885432	0.10350566	0.108263927	0.11312912	0.118101242	0.123180291	0.12836627
0	1503	1071.5265	0.13865904	0.14518329	0.151857524	0.15868174	0.165655936	0.172780117	0.18005428
5	1503	938.851067	0.1582539	0.16570013	0.173317544	0.18110613	0.189065903	0.19719685	0.20549897
10	1503	815.811889	0.18212144	0.19069071	0.199456962	0.20842021	0.217580459	0.226937699	0.23649193
15	1503	705.531762	0.21058845	0.22049715	0.230633644	0.24099792	0.251589985	0.262409835	0.27345747
20	1503	610.614792	0.24332335	0.25477232	0.266484473	0.27845982	0.290698371	0.303200111	0.31596505
25	1503	532.085614	0.27923484	0.29237352	0.305814246	0.31955701	0.333601812	0.347948653	0.36259753
30	1503	468.877077	0.31687802	0.33178791	0.347040555	0.36263596	0.378574116	0.394855031	0.4114787
35	1503	418.640171	0.35490344	0.37160252	0.388685492	0.40615235	0.424003087	0.442237715	0.46085623
40	1503	378.664502	0.39237065	0.41083266	0.429719078	0.44902991	0.468765158	0.488924818	0.50950889
50	1503	320.334676	0.46381753	0.48564129	0.507966739	0.53079389	0.55412273	0.577953268	0.6022855

Tabla 2.9.2

Temp °C	Tracción máxima	Tensiones	Vano 50 mt	Vano 51 mt	Vano 52 mt	Vano 53 mt	Vano 54 mt	Vano 55 mt	Vano 56 mt
-15	1503	1502.98779	0.13365917	0.139059	0.144565758	0.15017944	0.155900055	0.161727595	0.16766206
0	1503	1071.5265	0.18747843	0.19505255	0.202776665	0.21065076	0.218674835	0.226848894	0.23517294
5	1503	938.851067	0.21397228	0.22261676	0.231432414	0.24041925	0.249577263	0.258906454	0.26840682
10	1503	815.811889	0.24624316	0.25619139	0.266336605	0.27667882	0.287218026	0.297954227	0.30888742
15	1503	705.531762	0.28473289	0.2962361	0.307967098	0.31992588	0.332112447	0.344526801	0.35716894
20	1503	610.614792	0.32899318	0.3422845	0.35583902	0.36965673	0.383737641	0.398081743	0.41268904
25	1503	532.085614	0.37754845	0.39280141	0.408356406	0.42421344	0.440372514	0.456833627	0.47359678
30	1503	468.877077	0.42844513	0.44575431	0.463406252	0.48140095	0.499738399	0.518418607	0.53744157
35	1503	418.640171	0.47985863	0.49924492	0.519015097	0.53916916	0.559707109	0.580628945	0.60193467
40	1503	378.664502	0.53051738	0.55195028	0.573807599	0.59608933	0.618795473	0.641926031	0.665481
50	1503	320.334676	0.62711943	0.65245506	0.678292377	0.70463139	0.731472105	0.758814512	0.78665861

Tabla 2.9.3

Temp °C	Tracción máxima	Tensiones	Vano 57 mt	Vano 58 mt	Vano 59 mt	Vano 60 mt	Vano 61 mt	Vano 62 mt	Vano 63 mt
-15	1503	1502.98779	0.17370346	0.17985178	0.186107027	0.1924692	0.198938308	0.205514339	0.2121973
0	1503	1071.5265	0.24364696	0.25227097	0.261044959	0.26996893	0.279042888	0.288266826	0.29764075
5	1503	938.851067	0.27807837	0.2879211	0.297934998	0.30812008	0.318476336	0.329003772	0.33970239
10	1503	815.811889	0.32001761	0.3313448	0.34286898	0.35459015	0.366508324	0.378623488	0.39093565
15	1503	705.531762	0.37003887	0.38313658	0.396462081	0.41001537	0.423796439	0.437805297	0.45204194
20	1503	610.614792	0.42755953	0.44269322	0.458090099	0.47375017	0.489673444	0.505859908	0.52230957
25	1503	532.085614	0.49066197	0.5080292	0.525698465	0.54366977	0.561943116	0.5805185	0.59939592
30	1503	468.877077	0.55680729	0.57651577	0.596566998	0.61696099	0.637697731	0.658777231	0.68019949
35	1503	418.640171	0.62362428	0.64569778	0.668155159	0.69099643	0.714221588	0.737830633	0.76182356
40	1503	378.664502	0.68946039	0.71386419	0.738692401	0.76394503	0.78962207	0.815723525	0.84224939
50	1503	320.334676	0.81500441	0.84385191	0.873201096	0.90305198	0.933404562	0.964258838	0.99561481

Tabla 2.9.4

Temp °C	Tracción máxima	Tensiones	Vano 64mt	Vano 65mt	Vano 66mt	Vano 67mt	Vano 69mt	Vano 71mt	Vano 77mt	Vano 91mt
-15	1503	1502.98779	0.21898718	0.225884	0.232887737	0.2399984	0.254540522	0.269510349	0.31698609	0.44273263
0	1503	1071.5265	0.30716465	0.31683854	0.326662408	0.33663626	0.357033913	0.378031496	0.44462383	0.62100354
5	1503	938.851067	0.35057218	0.36161315	0.372825294	0.38420862	0.407488803	0.431453698	0.50745665	0.70876177
10	1503	815.811889	0.4034448	0.41615095	0.429054088	0.44215422	0.46894548	0.496524714	0.58399029	0.81565585
15	1503	705.531762	0.46650637	0.48119859	0.496118594	0.51126638	0.542245322	0.574135406	0.67527253	0.94314924
20	1503	610.614792	0.53902242	0.55599847	0.573237711	0.59074015	0.626534605	0.663381841	0.78024022	1.089757
25	1503	532.085614	0.61857538	0.63805688	0.657840423	0.677926	0.719003272	0.761288699	0.89539391	1.25059149
30	1503	468.877077	0.7019645	0.72407227	0.746522794	0.76931607	0.815930905	0.863916759	1.01610047	1.41918165
35	1503	418.640171	0.78620038	0.81096109	0.836105681	0.86163416	0.913842779	0.967586946	1.13803273	1.58948373
40	1503	378.664502	0.86919968	0.89657437	0.924373484	0.95259701	1.0103173	1.069735247	1.25817502	1.75728577
50	1503	320.334676	1.02747248	1.05983184	1.092692897	1.12605565	1.194286245	1.264523621	1.48727644	2.0772704

Tabla2.9.5

Las tenciones mostradas en estas tablas son tensiones por Hilo conductor.

2.3.2.3 CALCULO DE LONGITUD DE CONDUCTOR.

La tabla 2.10 muestra el cálculo de la longitud de conductor para la primera parte de la línea.

Primera parte Conductor ACSR

PUNTO	NOMBRE		VANOS(m)	to	cx	Log.Cable(m)
1	1	2	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
2	2	3	35	14.0634375	21.875	38.7893456
3	3	4	51	29.8604089	46.4464286	53.6713456
4	4	5	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
5	5	6	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
6	6	7	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
7	7	8	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
8	8	9	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
9	9	10	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
Totales			343			374.864282

Tabla 2.10

Tabla 2.11 muestra el cálculo para la segunda parte de la línea.

Segunda parte Conductor Hendryx

PUNTO	NOMBRE		VANOS	To	cx	Log.Cable(m)
10	10	11	37	35.0344213	24.4464286	40.60311975
11	11	12	42	45.142965	31.5	45.20634174
12	12	13	42	45.142965	31.5	45.20634174
13	13	14	42	45.142965	31.5	45.20634174
14	14	15	42	45.142965	31.5	45.20634174
15	15	16	43	47.3182213	33.0178571	46.13689774
16	16	17	46	54.151085	37.7857143	48.94500315
17	17	18	47	56.5310713	39.4464286	49.88600338
18	18	19	47	56.5310713	39.4464286	49.88600338
19	19	20	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
20	20	21	44	49.54466	34.5714286	47.07030203
21	21	22	43	47.3182213	33.0178571	46.13689774
22	22	23	36	33.16626	23.1428571	39.69399619
23	23	24	36	33.16626	23.1428571	39.69399619
24	24	25	35	31.3492813	21.875	38.78934562
25	25	26	46	54.151085	37.7857143	48.94500315
26	26	27	46	54.151085	37.7857143	48.94500315
27	27	28	46	54.151085	37.7857143	48.94500315
28	28	29	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
29	29	30	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
30	30	31	47	56.5310713	39.4464286	49.88600338
31	31	32	42	45.142965	31.5	45.20634174
32	32	33	42	45.142965	31.5	45.20634174

PUNTO	NOMBRE		VANOS	To	cx	Log.Cable(m)
33	33	34	40	40.946	28.5714286	43.35450765
34	34	35	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
35	35	36	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
36	36	37	46	54.151085	37.7857143	48.94500315
37	37	38	49	61.4445913	42.875	51.77463987
38	38	39	49	61.4445913	42.875	51.77463987
39	39	40	49	61.4445913	42.875	51.77463987
40	40	41	47	56.5310713	39.4464286	49.88600338
41	41	42	47	56.5310713	39.4464286	49.88600338
42	42	43	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
43	43	44	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
44	44	45	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
45	45	46	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
46	46	47	46	54.151085	37.7857143	48.94500315
47	47	48	46	54.151085	37.7857143	48.94500315
48	48	49	46	54.151085	37.7857143	48.94500315
49	49	50	38	36.953765	25.7857143	41.51642245
50	50	51	38	36.953765	25.7857143	41.51642245
51	51	52	38	36.953765	25.7857143	41.51642245
52	52	53	38	36.953765	25.7857143	41.51642245
53	53	54	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
54	54	55	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
55	55	56	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
56	56	57	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
57	57	58	40	40.946	28.5714286	43.35450765
58	58	59	43	47.3182213	33.0178571	46.13689774
59	59	60	43	47.3182213	33.0178571	46.13689774
60	60	61	44	49.54466	34.5714286	47.07030203
61	61	62	43	47.3182213	33.0178571	46.13689774
62	62	63	43	47.3182213	33.0178571	46.13689774
63	63	64	44	49.54466	34.5714286	47.07030203
64	64	65	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
65	65	66	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
66	66	67	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
67	67	68	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
68	68	69	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
69	69	70	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
70	70	71	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
71	71	72	47	56.5310713	39.4464286	49.88600338
72	72	73	49	61.4445913	42.875	51.77463987
73	73	74	45	51.8222813	36.1607143	48.00638846
74	74	75	47	56.5310713	39.4464286	49.88600338
75	75	76	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
76	76	77	47	56.5310713	39.4464286	49.88600338
77	77	78	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
78	78	79	40	40.946	28.5714286	43.35450765
79	79	80	40	40.946	28.5714286	43.35450765
80	80	81	40	40.946	28.5714286	43.35450765

PUNTO	NOMBRE		VANOS	To	cx	Log.Cable(m)
81	81	82	37	35.0344213	24.4464286	40.60311975
82	82	83	37	35.0344213	24.4464286	40.60311975
83	83	84	38	36.953765	25.7857143	41.51642245
84	84	85	40	40.946	28.5714286	43.35450765
85	85	86	40	40.946	28.5714286	43.35450765
86	86	87	40	40.946	28.5714286	43.35450765
87	87	88	40	40.946	28.5714286	43.35450765
88	88	89	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
89	89	90	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
90	90	91	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
91	91	92	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
92	92	93	48	58.96224	41.1428571	50.82925667
93	93	94	42	45.142965	31.5	45.20634174
	Totales		3697			3956.504575

Tabla 2.11

Total conductor 1 línea	3956.50457 mt
Total Conductor 3 líneas	11869.5137 mt

La tabla 2.12 muestra el cálculo para la tercera parte de la línea

Tercera parte Conductor ACSR

PUNTO	TRAMOS		VANOS(m)	To	cx	Log.Cable(m)
94	94	95	55	34.7280804	54.0178571	57.4857664
95	95	96	55	34.7280804	54.0178571	57.4857664
96	96	97	55	34.7280804	54.0178571	57.4857664
97	97	98	45	23.2477232	36.1607143	48.0063885
98	98	99	45	23.2477232	36.1607143	48.0063885
99	99	100	35	14.0634375	21.875	38.7893456
100	100	101	42	20.25135	31.5	45.2063417
101	101	102	42	20.25135	31.5	45.2063417
102	102	103	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
103	103	104	23	6.07310893	9.44642857	28.4361273
104	104	105	44	22.2259714	34.5714286	47.070302
105	105	106	51	29.8604089	46.4464286	53.6713456
106	106	107	43	21.2271804	33.0178571	46.1368977
107	107	108	50	28.7008929	44.6428571	52.7220384
108	108	109	52	31.0428857	48.2857143	54.6224618
109	109	110	33	12.5021089	19.4464286	36.9947744
110	110	111	64	47.0235429	73.1428571	66.148419
111	111	112	34	13.2712929	20.6428571	37.8894884
112	112	113	50	28.7008929	44.6428571	52.7220384

PUNTO	TRAMOS		VANOS(m)	To	cx	Log.Cable(m)
113	113	114	52	31.0428857	48.2857143	54.6224618
114	114	115	32	11.7558857	18.2857143	36.1055859
115	115	116	13	1.94018036	3.01785714	21.1804942
116	116	117	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
117	117	118	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
118	118	119	63	45.5655375	70.875	65.1813879
119	119	120	41	19.2984804	30.0178571	44.2788136
120	120	121	48	26.4507429	41.1428571	50.8292567
121	121	122	69	54.6579804	85.0178571	70.9972769
122	122	123	69	54.6579804	85.0178571	70.9972769
123	123	124	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
124	124	125	62	44.1304929	68.6428571	64.2153668
125	125	126	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
126	126	127	50	28.7008929	44.6428571	52.7220384
127	127	128	65	48.5045089	75.4464286	67.1164163
128	128	129	65	48.5045089	75.4464286	67.1164163
129	129	130	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
130	130	131	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
131	131	132	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
132	132	133	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
133	133	134	61	42.7184089	66.4464286	63.2504018
134	134	135	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
135	135	136	45	23.2477232	36.1607143	48.0063885
136	136	137	45	23.2477232	36.1607143	48.0063885
137	137	138	44	22.2259714	34.5714286	47.070302
138	138	139	44	22.2259714	34.5714286	47.070302
139	139	140	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
140	140	141	59	39.9631232	62.1607143	61.3238398
141	141	142	44	22.2259714	34.5714286	47.070302
142	142	143	44	22.2259714	34.5714286	47.070302
143	143	144	45	23.2477232	36.1607143	48.0063885
144	144	145	51	29.8604089	46.4464286	53.6713456
145	145	146	56	36.0024	56	58.4432488
146	146	147	57	37.2996804	58.0178571	59.4021324
147	147	148	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
148	148	149	26	7.76072143	12.0714286	30.9129962
149	149	150	42	20.25135	31.5	45.2063417
150	150	151	46	24.2924357	37.7857143	48.9450031
151	151	152	42	20.25135	31.5	45.2063417
152	152	153	56	36.0024	56	58.4432488
153	153	154	17	3.31782321	5.16071429	23.8456146
154	154	155	34	13.2712929	20.6428571	37.8894884
155	155	156	54	33.4767214	52.0714286	56.5297562
156	156	157	50	28.7008929	44.6428571	52.7220384
157	157	158	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
158	158	159	43	21.2271804	33.0178571	46.1368977
159	159	160	39	17.4616232	27.1607143	42.4336345
160	160	161	27	8.36918036	13.0178571	31.7586734

PUNTO	TRAMOS		VANOS(m)	To	cx	Log.Cable(m)
161	161	162	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
162	162	163	20	4.59214286	7.14285714	26.0693946
163	163	164	39	17.4616232	27.1607143	42.4336345
164	164	165	42	20.25135	31.5	45.2063417
165	165	166	46	24.2924357	37.7857143	48.9450031
166	166	167	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
167	167	168	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
168	168	169	52	31.0428857	48.2857143	54.6224618
169	169	170	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
170	170	171	65	48.5045089	75.4464286	67.1164163
171	171	172	Volado*	-	-	-
172	172	173	38	16.5776357	25.7857143	41.5164225
173	173	174	42	20.25135	31.5	45.2063417
174	174	175	39	17.4616232	27.1607143	42.4336345
175	175	176	51	29.8604089	46.4464286	53.6713456
176	176	177	43	21.2271804	33.0178571	46.1368977
177	177	178	45	23.2477232	36.1607143	48.0063885
178	178	179	23	6.07310893	9.44642857	28.4361273
179	179	180	16	2.93897143	4.57142857	23.1433216
180	180	181	33	12.5021089	19.4464286	36.9947744
181	181	182	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
182	182	183	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
183	183	184	52	31.0428857	48.2857143	54.6224618
184	184	185	55	34.7280804	54.0178571	57.4857664
185	185	186	57	37.2996804	58.0178571	59.4021324
186	186	187	57	37.2996804	58.0178571	59.4021324
187	187	188	42	20.25135	31.5	45.2063417
188	188	189	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
189	189	190	71	57.8724804	90.0178571	72.9425345
190	190	191	41	19.2984804	30.0178571	44.2788136
191	191	192	65	48.5045089	75.4464286	67.1164163
192	192	193	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
193	193	194	77	68.0670375	105.875	78.7947545
194	194	195	52	31.0428857	48.2857143	54.6224618
195	195	196	53	32.2483232	50.1607143	55.5752943
196	196	197	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
197	197	198	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
198	198	199	39	17.4616232	27.1607143	42.4336345
199	199	200	44	22.2259714	34.5714286	47.070302
200	200	201	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
201	201	202	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
202	202	203	38	16.5776357	25.7857143	41.5164225
203	203	204	39	17.4616232	27.1607143	42.4336345
204	204	205	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
205	205	206	43	21.2271804	33.0178571	46.1368977
206	206	207	50	28.7008929	44.6428571	52.7220384
207	207	208	47	25.3601089	39.4464286	49.8860034
208	208	209	27	8.36918036	13.0178571	31.7586734

PUNTO	TRAMOS		VANOS(m)	To	cx	Log.Cable(m)
209	209	210	38	16.5776357	25.7857143	41.5164225
210	210	211	39	17.4616232	27.1607143	42.4336345
211	211	212	38	16.5776357	25.7857143	41.5164225
212	212	213	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
213	213	214	65	48.5045089	75.4464286	67.1164163
214	214	215	48	26.4507429	41.1428571	50.8292567
215	215	216	49	27.5643375	42.875	51.7746399
216	216	217	42	20.25135	31.5	45.2063417
217	217	218	41	19.2984804	30.0178571	44.2788136
218	218	219	65	48.5045089	75.4464286	67.1164163
219	219	220	62	44.1304929	68.6428571	64.2153668
220	220	221	59	39.9631232	62.1607143	61.3238398
221	221	222	39	17.4616232	27.1607143	42.4336345
222	222	223	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
223	223	224	44	22.2259714	34.5714286	47.070302
224	224	225	42	20.25135	31.5	45.2063417
225	225	226	44	22.2259714	34.5714286	47.070302
226	226	227	42	20.25135	31.5	45.2063417
227	227	228	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
228	228	229	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
229	229	230	35	14.0634375	21.875	38.7893456
230	230	231	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
231	231	232	58	38.6199214	60.0714286	60.3623503
232	232	233	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
233	233	234	66	50.0084357	77.7857143	68.0853386
234	234	235	41	19.2984804	30.0178571	44.2788136
235	235	236	40	18.3685714	28.5714286	43.3545076
236	236	237	62	44.1304929	68.6428571	64.2153668
237	237	238	48	26.4507429	41.1428571	50.8292567
238	238	239	69	54.6579804	85.0178571	70.9972769
239	239	240	32	11.7558857	18.2857143	36.1055859
240	240	241	32	11.7558857	18.2857143	36.1055859
241	241	242	69	54.6579804	85.0178571	70.9972769
242	242	243	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
243	243	244	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
244	244	245	35	14.0634375	21.875	38.7893456
245	245	246	35	14.0634375	21.875	38.7893456
246	246	247	35	14.0634375	21.875	38.7893456
247	247	248	35	14.0634375	21.875	38.7893456
248	248	249	67	51.5353232	80.1607143	69.055147
249	249	250	54	33.4767214	52.0714286	56.5297562
250	250	251	69	54.6579804	85.0178571	70.9972769
251	251	252	35	14.0634375	21.875	38.7893456
252	252	253	35	14.0634375	21.875	38.7893456
253	253	254	53	32.2483232	50.1607143	55.5752943
254	254	255	35	14.0634375	21.875	38.7893456
255	255	256	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
256	256	257	35	14.0634375	21.875	38.7893456

PUNTO	TRAMOS		VANOS(m)	To	cx	Log.Cable(m)
257	257	258	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
258	258	259	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
259	259	260	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
260	260	261	35	14.0634375	21.875	38.7893456
261	261	262	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
262	262	263	54	33.4767214	52.0714286	56.5297562
263	263	264	42	20.25135	31.5	45.2063417
264	264	265	43	21.2271804	33.0178571	46.1368977
265	265	266	66	50.0084357	77.7857143	68.0853386
266	266	267	35	14.0634375	21.875	38.7893456
267	267	268	34	13.2712929	20.6428571	37.8894884
268	268	269	65	48.5045089	75.4464286	67.1164163
269	269	270	64	47.0235429	73.1428571	66.148419
270	270	271	35	14.0634375	21.875	38.7893456
271	271	272	34	13.2712929	20.6428571	37.8894884
272	272	273	35	14.0634375	21.875	38.7893456
273	273	274	34	13.2712929	20.6428571	37.8894884
274	274	275	36	14.8785429	23.1428571	39.6939962
275	275	276	37	15.7166089	24.4464286	40.6031197
276	276	277	55	34.7280804	54.0178571	57.4857664
277	277	278	54	33.4767214	52.0714286	56.5297562
278	278	279	91	95.0688375	147.875	92.5235826
279	279	280	60	41.3292857	64.2857143	62.2865422
280	280	281	67	51.5353232	80.1607143	69.055147
281	281	282	Volado*	-	-	-
282	282	283	45	23.2477232	36.1607143	48.0063885
283	283	284	78	69.8464929	108.642857	79.7722592
284	284	285	63	45.5655375	70.875	65.1813879
285	285	286	49	27.5643375	42.875	51.7746399
	33	287	42	20.25135	31.5	45.2063417
	76	288	3.5	0.14063438	0.21875	17.0840081
	85	289	14	2.25015	3.5	21.808561
	87	290	10	1.14803571	1.78571429	19.4836684
	182	291	ancla poste			
	185	292	ancla poste			
	186	293	ancla poste			
		Totales	9003.5			9624.61294

Tabla 2.12

* Volado es un tipo de conexión la cual se realiza en el aire e interviene únicamente las líneas de conexión, por tanto no posee vano.


Total de conductor 397.5 1 line =	9999.47722 mt
Total 3 Líneas =	29998.43166 mt

2.3.2.4 ESTRUCTURAS AEREAS Y HENDRIX.

(Ver detalles de estructuras en Anexo "A")

2.3.2.5 CIMENTACIONES.

Para la instalación de los postes se muestra la tabla 2.13 que contiene los datos técnicos para diferentes postes que se utilizarán en este diseño, para los cuales se aprecia la distancia que el poste debe ser enterrado.

POSTES DE DISTRIBUCION AUTOSOPORTABLES					
LONGITUD METROS	DIAMETRO EXTERIOR CENTIMETROS		PESO LIBRAS W		RESISTENCIA DE DISEÑO FACTOR DE SEGURIDAD 2 A 1 lbs.
	PUNTA	BASE			
8.00	21.0	33.0	1,800	1.30	2,000
10.60	16.5	32.5	2,150	1.56	1,000
10.60	21.0	36.9	2,600	1.56	2,000
10.60	21.0	36.9	2,700	1.56	2,500
12.00	16.5	34.5	2,400	1.70	1,000
12.00	21.0	39.0	3,300	1.70	2,000
12.00	21.0	39.0	3,500	1.70	2,500
13.70	24.0	41.5	4,200	1.87	2,000


POSTES DE TRANSMISION 69 Kv. TANGENCIALES					
LONGITUD METROS	DIAMETRO EXTERIOR CENTIMETROS		PESO LIBRAS W		RESISTENCIA DE DISEÑO FACTOR DE SEGURIDAD 2 A 1 lbs.
	PUNTA	BASE			
15.00	16.5	39.0	3,900	2.00	1,000
15.00	16.5	39.0	3,900	2.00	1,500
16.00	16.5	40.5	4,000	2.10	1,000
16.76	16.5	41.6	4,300	2.20	1,500
18.00	16.5	43.5	5,500	2.30	1,000
18.00	16.5	43.5	6,000	2.30	1,500

Tabla 2.13*

*La referencia del fabricante en <http://www.productosatlas.com/productos.htm>

2.3.2.6 ARBOLES DE CARGAS DE LAS ESTRUCTURAS.

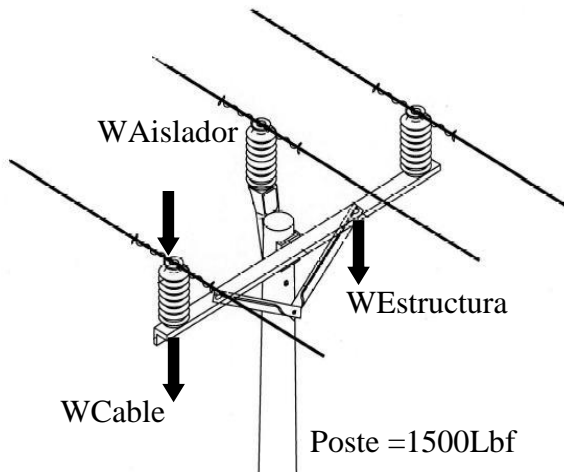
WEstructura está tomada de las estructuras ya estandarizadas por SIGET para estructuras a 46KV capaz de soportar aisladores de este tipo. Para efectos de cálculo se ha considerado despreciable.

Donde: WEstructura es el peso de la estructura

WAislador es el peso del aislador.

WCable es el peso del cable.

Tangente sencilla



$$WAislador=3mAislador \times g$$

$$WAislador=3(20.41Kg) \times 9.8m/s^2$$

$$WAislador= 600N = 135Lbf$$

$$WCable= mCable \times Vano \text{ base} \times g$$

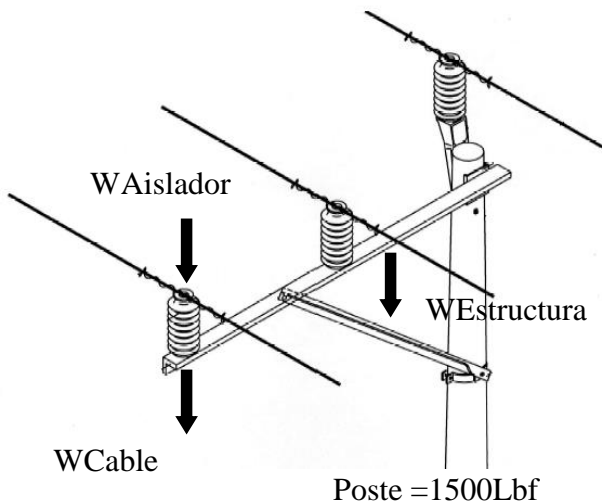
$$WCable= 3(642.9Kg/m) \times 0.06Km \times 9.8m/s^2$$

$$WCable=1134.1N = 255Lbf$$

$$\text{Poste} > WCable + WAislador + WEstructura$$

$$1500Lbf > 390Lbf$$

Volado sencillo



$$WAislador=3mAislador \times g$$

$$WAislador=3(20.41Kg) \times 9.8m/s^2$$

$$WAislador= 600N = 135Lbf$$

$$WCable= mCable \times Vano \text{ base} \times g$$

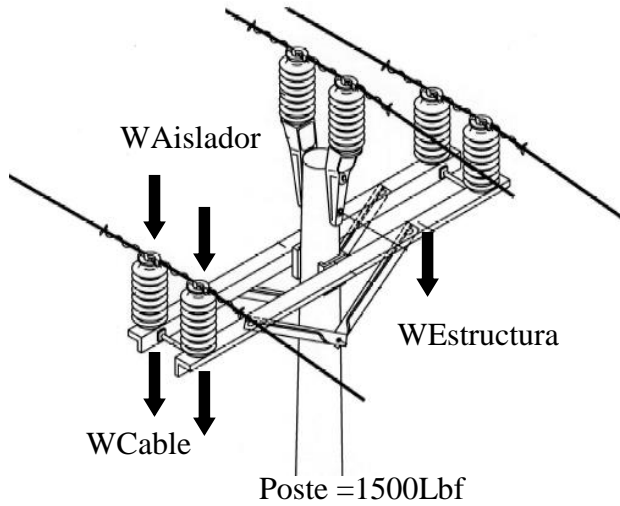
$$WCable= 3(642.9Kg/m) \times 0.06Km \times 9.8m/s^2$$

$$WCable=1134.1N = 255Lbf$$

$$\text{Poste} > WCable + WAislador + WEstructura$$

$$1500Lbf > 390Lbf$$

Tangente doble



$$WAislador=6mAislador \times g$$

$$WAislador=6(20.41Kg) \times 9.8m/s^2$$

$$WAislador= 1200N = 270Lbf$$

$$WCable= mCable \times Vano \text{ base} \times g$$

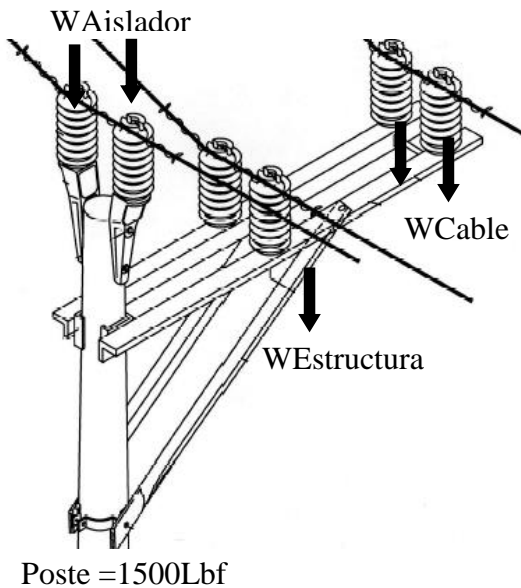
$$WCable= 3(642.9Kg/m) \times 0.06Km \times 9.8m/s^2$$

$$WCable=1134.1N = 255Lbf$$

$$Poste > WCable + WAislador + WEstructura$$

$$1500Lbf > 525Lbf$$

Volado doble



$$WAislador=6mAislador \times g$$

$$WAislador=6(20.41Kg) \times 9.8m/s^2$$

$$WAislador= 1200N = 270Lbf$$

$$WCable= mCable \times Vano \text{ base} \times g$$

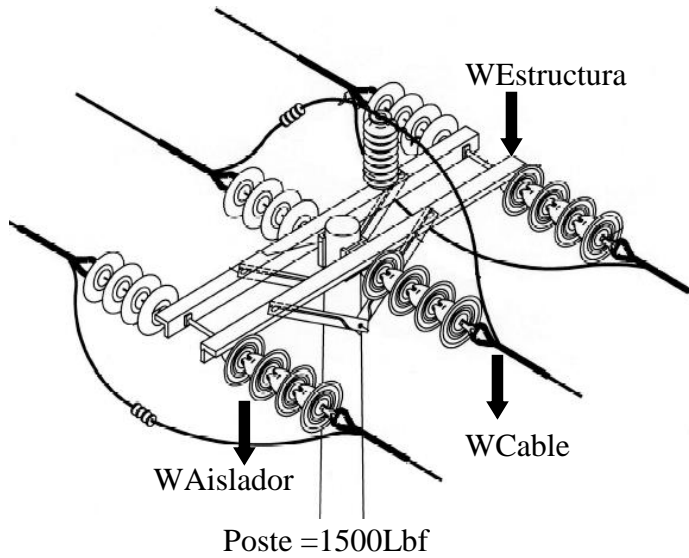
$$WCable= 3(642.9Kg/m) \times 0.06Km \times 9.8m/s^2$$

$$WCable=1134.1N = 255Lbf$$

$$Poste > WCable + WAislador + WEstructura$$

$$1500Lbf > 525Lbf$$

Corte horizontal y Prolongación de fases



$$W_{\text{Aislador}} = 24m_{\text{Aislador}} \times g$$

$$W_{\text{Aislador}} = (24(6.9\text{Kg}) + 20.41\text{Kg}) \times 9.8\text{m/s}^2$$

$$W_{\text{Aislador}} = 1823\text{N} = 410\text{Lbf}$$

$$W_{\text{Cable}} = m_{\text{Cable}} \times \text{Vano base} \times g$$

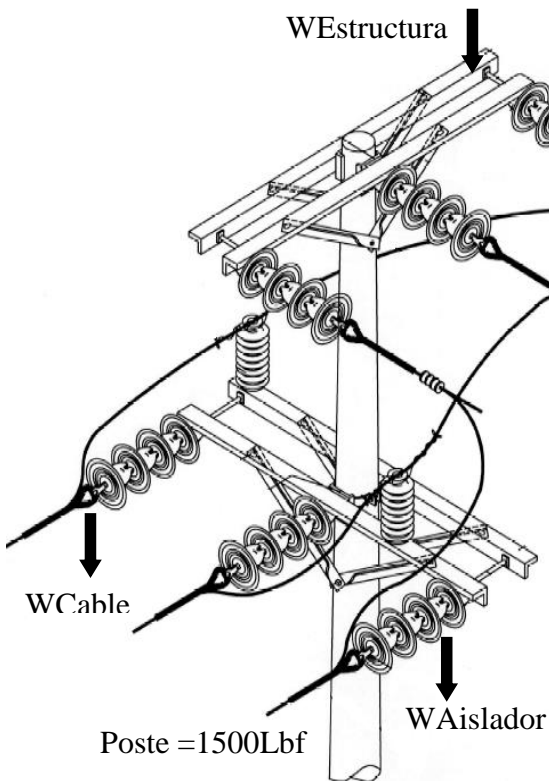
$$W_{\text{Cable}} = 6(642.9\text{Kg/m}) \times 0.06\text{Km} \times 9.8\text{m/s}^2$$

$$W_{\text{Cable}} = 2268\text{N} = 510\text{Lbf}$$

$$\text{Poste} > W_{\text{Cable}} + W_{\text{Aislador}} + W_{\text{Estructura}}$$

$$1500\text{Lbf} > 920\text{Lbf}$$

Cruce horizontal



$$W_{\text{Aislador}} = 24m_{\text{Aislador}} \times g$$

$$W_{\text{Aislador}} = (24(6.9\text{Kg}) + 2(20.41\text{Kg})) \times 9.8\text{m/s}^2$$

$$W_{\text{Aislador}} = 2023\text{N} = 455\text{Lbf}$$

$$W_{\text{Cable}} = m_{\text{Cable}} \times \text{Vano base} \times g$$

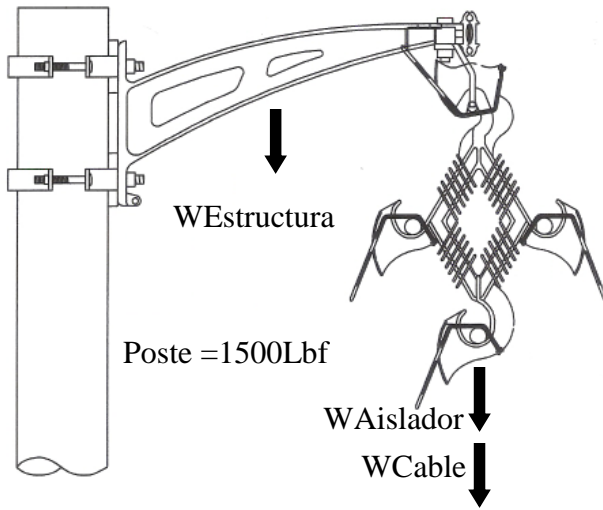
$$W_{\text{Cable}} = 6(642.9\text{Kg/m}) \times 0.06\text{Km} \times 9.8\text{m/s}^2$$

$$W_{\text{Cable}} = 2268\text{N} = 510\text{Lbf}$$

$$\text{Poste} > W_{\text{Cable}} + W_{\text{Aislador}} + W_{\text{Estructura}}$$

$$1500\text{Lbf} > 965\text{Lbf}$$

Tangente sencilla Hendryx



$$WAislador = m_{Aislador} \times g$$

$$WAislador = 2.5 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$WAislador = 24.5 \text{ N} = 5.5 \text{ Lbf}$$

$$WCable = m_{Cable} \times \text{Vano base} \times g$$

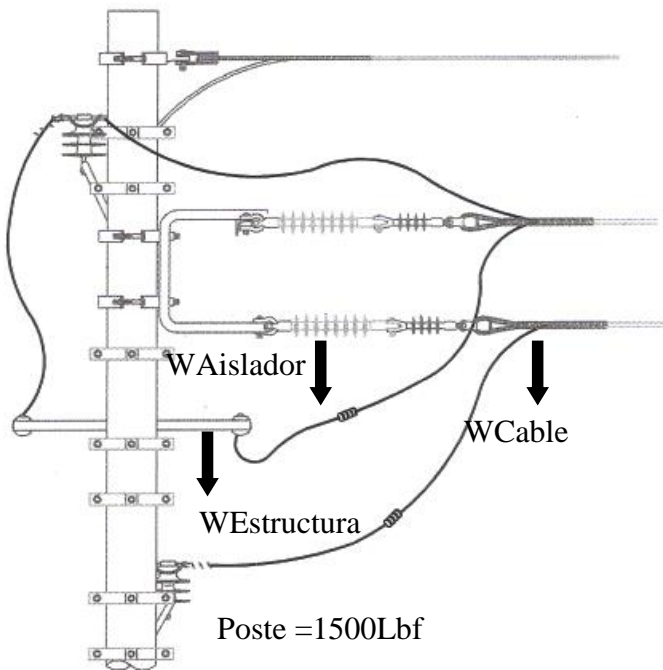
$$WCable = 3(1433 \text{ Kg/m}) \times 0.06 \text{ Km} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$WCable = 2528 \text{ N} = 568.3 \text{ Lbf}$$

$$\text{Poste} > WCable + WAislador + WEstructura$$

$$1500 \text{ Lbf} > 573.8 \text{ Lbf}$$

Cruce horizontal Hendryx



$$WAislador = m_{Aislador} \times g$$

$$WAislador = (2(2 \text{ Kg}) + 6(2.5 \text{ Kg})) \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$WAislador = 186 \text{ N} = 41.81 \text{ Lbf}$$

$$WCable = m_{Cable} \times \text{Vano base} \times g$$

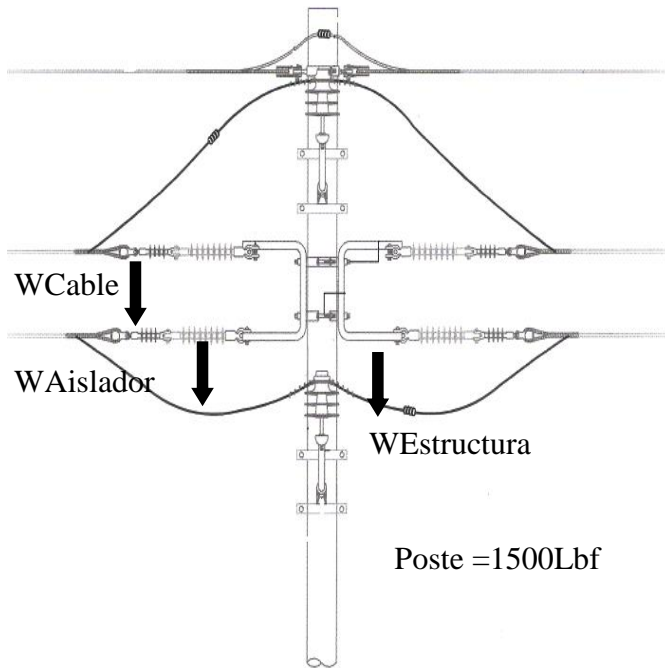
$$WCable = 6(1433 \text{ Kg/m}) \times 0.06 \text{ Km} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$WCable = 5056 \text{ N} = 1137 \text{ Lbf}$$

$$\text{Poste} > WCable + WAislador + WEstructura$$

$$1500 \text{ Lbf} > 1179 \text{ Lbf}$$

Corte horizontal Hendryx



$$W_{Aislador} = m_{Aislador} \times g$$

$$W_{Aislador} = (2(2\text{Kg}) + 6(2.5\text{ Kg})) \times 9.8\text{m/s}^2$$

$$W_{Aislador} = 186\text{N} = 41.81\text{Lbf}$$

$$W_{Cable} = m_{Cable} \times \text{Vano base} \times g$$

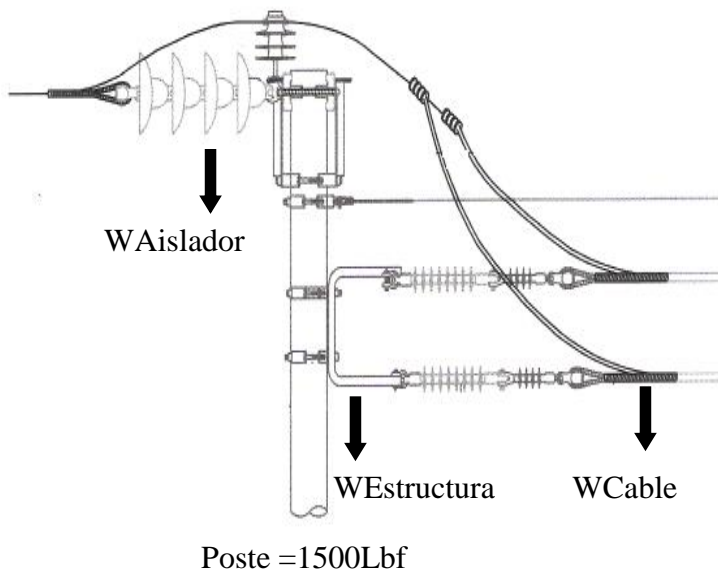
$$W_{Cable} = 6(1433\text{Kg/m}) \times 0.06\text{Km} \times 9.8\text{m/s}^2$$

$$W_{Cable} = 5056\text{ N} = 1137\text{Lbf}$$

$$\text{Poste} > W_{Cable} + W_{Aislador} + W_{Estructura}$$

$$1500\text{Lbf} > 1179\text{Lbf}$$

Transición de aéreo a Hendryx



$$W_{Aislador} = m_{Aislador} \times g$$

$$W_{Aislador} = (3(2\text{Kg}) + 12(6.9\text{Kg}) + 6(2.5\text{ Kg})) \times 9.8\text{m/s}^2$$

$$W_{Aislador} = 1017\text{N} = 229\text{Lbf}$$

$$W_{Cable} = m_{Cable} \times \text{Vano base} \times g$$

$$W_{Cable} = (3(1433) + 3(642.9)) \text{ Kg/m} \times 0.06\text{Km} \times 9.8\text{m/s}^2$$

$$W_{Cable} = 3662\text{N} = 823.25\text{Lbf}$$

$$\text{Poste} > W_{Cable} + W_{Aislador} + W_{Estructura}$$

$$1500\text{Lbf} > 1052\text{Lbf}$$

2.4.0 MEMORIA TECNICA.

En la línea de transmisión se utilizarán dos tipos de conductores eléctricos uno con cubierta protector y el otro desnudo:

Conductor ACSR 397.5 MCM CHECKADEE.

Formado por un alma de 7 hilos de acero y cubierto por 24 hilos de aluminio según ASTM B 230.

Código	CHECKADEE
Norma	ASTM B 232 M
Material	Aluminio-Acero ACSR
Sección Total	212.588 mm ² 477 MCM
Sección de Aluminio	212 mm ²
Número y diámetro de Hilos Al	18 x 3.77 mm
Número y diámetro de Hilos Ac	1x3.77 mm
Diámetro total Conductor	18.872 mm
Resistencia Ultima	726.22 kN
Módulo de Elasticidad Final	7000 Kg/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	2.11E-5_x 101/°C
Peso lineal	642.9 Kg/Km

OTROS DATOS:

NOMBRE CLAVE	CALIBRE AWG O MCM	SECCION AL mm ²	SECCION TOTAL mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm. AL . St	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO AL Kg/Km	PESO ACERO Kg/Km	PESO TOTAL Kg/Km	TENSION DE RUPTURA Kg.	RESISTENCIA C.C. A 20°C ohms/Km.	CAP. DE CORRIENTE DE AMP.
Raven	1/0	53,49	62,38	6x3,37 + 1x3,37	10,11	146,50	69,40	215,90	1940,00	0,5351	242
Chickadee	397,50	201,42	212,50	18x3,77 + 1x3,77	18,87	554,40	87,10	641,50	4717,00	0,1427	576

Conductor Hendryx 397.5 MCM.

Diámetro total Conductor	18.872 mm
Peso lineal	1433.1018 Kg/Km

Numero de catalogo	Tamaño	Hilos	Tipo	Diámetro mm	Diámetro Menor	Peso (Kg/Km)
S0397PA46B3	397.5 MCM	19	compacto	37.8206	18.872	1433.1018

Resistencia Eléctrica

(Corriente continua) a 20°C 0.1195 Ohm/Km

Intensidad máxima (T aire = 30°C

T cable = 80°C Viento = 1m/s) 710 A

Datos generales para el diseño de la línea.

Condiciones Climáticas

Las condiciones de temperatura y sobrecargas consideradas para el cálculo de las cargas sobre los elementos de la línea son las siguientes:

Temperatura media diaria (°C) : 25

Temperatura mínima (°C) : 10

Temperatura máxima (°C) : 40

Espesor de hielo (mm) : no se a considerado

Nivel isoceraunico (días/año) : 84

Máxima velocidad del viento de referencia (m/seg): 30

Datos de la línea.

Número de circuitos: 1

Número de conductores por fase 1

Tipo de conductor 397.5 ACSR CHECKADEE

Tipo de conductor HENDRIX 397.5

Tipo de postes: Atlas 26",45",50",55"60" y 2000Lbs.

Datos del Sistema y de la Línea subtransmisión

Datos del Sistema

Los niveles de tensión adoptados corresponden a los recomendados en la norma IEC, Publicación 38.

Tensión nominal:	46 kV.
Tensión máxima:	52 kV.
Frecuencia nominal:	60 Hz.
Puesta a tierra del Sistema:	Sólidamente
BIL (valor cresta):	170 kV.
Distancia mínima entre línea y línea	1.449 m

Distancias de seguridad

Los criterios de diseño utilizados para las distancias de seguridad son los definidos en el tratado 29E -2000 SIGET

Distancias verticales a otras instalaciones

Las distancias mínimas para conductores son las siguientes:

Líneas férreas	11 m
Carreteras principales y caminos	9 m
Áreas cultivadas	8 m
Terreno accesible a peatones, áreas no cultivadas	8 m

Distancias en cruces:

Líneas de transmisión de 13.2	5 m
Líneas de comunicaciones	4.5 m
Edificios y otras construcciones	No se permite
Cerco de camino con tráfico intenso/internacional	35 m
Vías férreas, al riel más próximo	20 m
Cerco divisorio de cualquier tipo	5 m
Cables, estructuras y otros elementos de comunicación	10 m
Cables, estructuras y otros elementos de líneas de cualquier tensión	15 m

(Ver Anexo "A" Para detalle de Las estructuras utilizadas en el diseño de la línea).

2.5.0 ANALISIS TECNICO DE CAPACIDAD DE SUBESTACIONES.

(Se recomienda ver diagrama unifilar en anexo "B" en conjunto con el análisis técnico de capacidad de subestaciones).

Actualmente subestación ETESAL OPICO cuenta con 50MVA la cual alimenta a subestación de Quezaltepeque con 14MVA de los cuales solamente están utilizados el 50% de su capacidad y subestación Sitio El Niño con 30MVA de los cuales están utilizados el 50% de su capacidad. Con lo que se hace un total de 22 MVA utilizados por subestación ETESAL OPICO, esto quiere decir que puede entregar una capacidad de 25MVA a subestación ETESAL ATEOS dejando un margen de 3MVA a subestación ETESAL OPICO.

Subestación ETESAL ATEOS cuenta con 50MVA la cual alimenta a subestación de Lourdes con 7MVA, subestación Ateos con 14MVA, subestación San Emilio con 6.5MVA y TROPIC FOOD con 2MVA. Dando un total de 29.5MVA utilizados por subestación ETESAL ATEOS.

Las condiciones en que se encuentran las subestaciones ETESAL OPICO y ETESAL ATEOS indican que para poder balancear cargas y hacer interconexión entre ambas debe entregar subestación ETESAL ATEOS a subestación San Emilio a Subastación ETESAL SOYAPANGO quedando así ETESAL ATEOS con una carga total de 23MVA.

Esto quiere decir que subestación ETESAL OPICO puede alimentar sin ningún problema a subestación ETESAL ATEOS y viceversa tomando en cuenta que la línea a diseñar tiene la capacidad de transportar 35MVA.

DETALLE DE CARGAS.			
Etesal Opico (50MVA)		Etesal Ateos (50MVA)	
Sub Quezaltepeque	14 MVA Capacidad al 50%	Sub Lourdes	7 MVA
Sub Sitio El Niño	30 MVA Capacidad al 50%	Sub Ateos	14 MVA
		Tropid Food	2 MVA
		Sub San Emilio	6.5 MVA
Demanda MVA	7 MVA + 15 MVA =22 MVA	Demanda MVA	7 MVA + 14 MVA+2 MVA =23MVA

Nota: Para lograr interconexión de subestación Etesal Ateos con Etesal Opico y suplir demanda será necesario que Etesal Ateos entregue Sub San Emilio a Sub Soyapango.

2.6.0 MANIOBRA PARA INTERCONEXIÓN DE CIRCUITO.

2.6.1 INTERCONEXION DE SUBESTACION OPICO A SUBESTACION ATEOS.

(Se recomienda ver diagrama unifilar en anexo "B" en conjunto con la maniobra para interconexión de circuito).

Se debe abrir recloser de circuito principal 44481 en subestación ETESAL ATEOS, recloser principal de circuito 38482 de subestación ETESAL OPICO y recloser de circuito principal 30484 de subestación ETESAL SOYAPANGO, luego para poder entregar subestación San Emilio de subestación ETESAL ATEOS a subestación ETESAL SOYAPANGO se debe aperturar los siguientes elementos (R4481-02, CT6533) y cerrar SW18 y SW 19. Luego se cierran ambos interruptores en el nuevo circuito SWa y SWb para que subestación ETESAL OPICO alimente a subestaciones Ateos, Lourdes, Tropic food, Quezaltepeque y Sitio el niño; posteriormente se debe cerrar recloser principal de circuito 38482 de subestación ETESAL OPICO y recloser de circuito principal 30484 de subestación ETESAL SOYAPANGO quedando fuera subestación ETESAL ATEOS.

Para restablecer el circuito se debe abrir el recloser principal de circuito 38482 de subestación ETESAL OPICO y recloser de circuito principal 30484 de subestación ETESAL SOYAPANGO, aperturar los interruptores SWa y SWb, luego para poder entregar subestación San Emilio de subestación ETESAL SOYAPANGO a

subestación ETESAL ATEOS se deben cerrar los siguientes elementos (R4481-02, CT6533) y aperturar SW18 y SW 19, para luego cerrar recloser de circuito principal 44481 en subestación ETESAL ATEOS, recloser principal de circuito 38482 de subestación ETESAL OPICO y recloser de circuito principal 30484 de subestación ETESAL SOYAPANGO.

2.6.2 INTERCONEXION DE SUBESTACION ATEOS A SUBESTACION OPICO.

(Se recomienda ver diagrama unifilar en anexo "B" en conjunto con la maniobra para interconexión de circuito).

Se debe abrir recloser de circuito principal 38482, 44481 y 30484 en subestación ETESAL OPICO, ETESAL ATEOS y ETESAL SOYAPANGO respectivamente, luego para poder entregar subestación San Emilio de subestación ETESAL ATEOS a subestación ETESAL SOYAPANGO se debe aperturar los siguientes elementos (R4481-02, CT6533) y cerrar SW18 y SW 19. Luego se cierran ambos interruptores en el nuevo circuito SWa, SWb, cerrar recloser de circuito principal 44481 para que subestación ETESAL ATEOS alimente a subestaciones Ateos, Lourdes, Tropic food, Sitio el niño, Quezaltepeque y recloser principal del circuito 30484 de subestación ETESAL SOYAPANGO quedando fuera subestación ETESAL OPICO.

Para restablecer el circuito se apertura recloser de circuito principal 44481 en subestación ETESAL ATEOS y recloser de circuito principal 30484 de subestación ETESAL SOYAPANGO, luego para poder entregar subestación San Emilio de subestación ETESAL SOYAPANGO a subestación ETESAL ATEOS se deben cerrar los siguientes elementos (R4481-02, CT6533) y aperturar SW18 y SW 19, posteriormente se aperturan los interruptores SWa y SWb. Finalmente se debe cerrar recloser de circuito principal 38482, 44481 y 30484 en subestación ETESAL OPICO , ETESAL ATEOS y ETESAL SOYAPANGO respectivamente.

2.7.0 DIAGRAMA UNIFILAR

(Ver plano de línea en Anexo "B")

2.8.0 PLANO DEL DISEÑO DE LA LÍNEA.

(Ver plano de línea en Anexo "C")

2.9.0 IMPACTO AMBIENTAL.

Las líneas de subtransmisión eléctrica son instalaciones lineales que afectan los recursos naturales y socioculturales. Los efectos de las líneas cortas son locales; sin embargo, las más largas pueden tener efectos regionales. En general, mientras más larga sea la línea, mayores serán los impactos ambientales sobre los recursos naturales, sociales y culturales. Como se tratan de instalaciones lineales, los impactos de las líneas de subtransmisión ocurren, principalmente, dentro o cerca del derecho de vía. Cuando es mayor el voltaje de la línea, se aumenta la magnitud e importancia de los impactos, y se necesitan estructuras de soporte y derechos de vía cada vez más grandes. Se aumentan también los impactos operacionales. Por ejemplo, los efectos del campo electromagnético (EMF).

Los impactos ambientales negativos de las líneas de subtransmisión son causados por la construcción, operación y mantenimiento de las mismas. Las causas principales de los impactos que se relacionan con la construcción del sistema incluyen las siguientes: la poda de la vegetación de los sitios y los derechos de vía; La construcción de los caminos de acceso, los cimientos de la mampostería.

La operación y mantenimiento de la línea de transmisión incluye el control químico o mecánico de la vegetación dentro del derecho de vía y, de vez en cuando, la reparación y mantenimiento de la línea. Estas actividades, más la presencia física de la línea misma, pueden causar impactos ambientales.

En el lado positivo, al manejarlos adecuadamente, los derechos de vía de las líneas de transmisión pueden ser beneficiosos para la fauna. Las áreas de poda

pueden proporcionar sitios de reproducción y alimentación para las aves y los mamíferos. El efecto de "margen" ha sido bien documentado en la literatura biológica; se trata del aumento de diversidad que resulta del contacto entre el derecho de vía y la vegetación existente. Las líneas y las estructuras pueden albergar los nidos y servir como perchas para muchas aves, especialmente las de rapiña.

Efectos sobre el uso de la tierra

El mayor impacto de las líneas de transporte de energía eléctrica se produce en los recursos terrestres. Normalmente, no se prohíbe el pastoreo o uso agrícola en los derechos de vía, pero, en general, los otros usos son incompatibles. Si bien no son muy anchos los derechos de vía, pero pueden interrumpir o fragmentar el uso establecido de la tierra en toda su extensión.

Las líneas de transporte de energía pueden abrir las tierras más remotas para las actividades humanas como colonización, agricultura, cacería, recreación, etc. La ocupación de espacio reservado al derecho de vía puede provocar la pérdida o fragmentación del hábitat, o la vegetación que encuentra en su camino. Estos efectos pueden ser importantes si se afectan las áreas naturales, como humedales o tierras silvestres.

Riesgos para la salud y la seguridad

Al colocar líneas bajas o ubicarlas próximas a áreas con las actividades humanas (por ejemplo, carreteras, edificios). Atravesar zonas pobladas además de pasar sobre carreteras de una gran densidad de tráfico, ríos y otras líneas de distribución incrementa el riesgo de electrocución. Normalmente. Las normas técnicas reducen este peligro, pero no está exenta de accidentes.

Las líneas de subtransmisión de energía eléctrica crean campos electromagnéticos, los cuales se derivan en campos magnéticos y campos eléctricos, con el aumento de la distancia de las Líneas de subtransmisión.

Es importante recalcar que la comunidad científica no ha llegado a ningún consenso en cuanto a las respuestas biológicas específicas a la fuerza

electromagnética, pero los resultados sugieren que puede haber riesgos para la salud.

Desarrollo inducido.

Dependiendo de su ubicación, las líneas de transmisión pueden inducir desarrollo en los derechos de vía o junto a estos, o en las tierras que se han vuelto más accesibles. En los lugares donde la vivienda sea escasa, los derechos de vía, a menudo, son sitios atractivos para construir viviendas informales, y esto, a su vez, causa otros impactos ambientales y sobrecarga la infraestructura y servicios públicos locales.

Una de las consideraciones más importantes es la evaluación de las rutas alternativas y los diferentes sitios para las subestaciones. Muchos de los impactos ambientales que provocan las líneas de transmisión de la energía eléctrica pueden ser evitados o reducidos, si se escoge, cuidadosamente, la ubicación del derecho de vía y los sitios de las subestaciones. Pero para estas consideraciones también es de tomar en cuenta el factor económico que también juega un papel importante la hora de tomar una decisión sin descuidar por supuesto la seguridad que es el principal factor a la hora de tomar una decisión de aceptar o no el proyecto

Administración y capacitación

La decisión ambiental más crítica que se relaciona con la construcción y operación de las líneas de transporte de energía eléctrica es la selección de la ruta. Los científicos ambientales deben trabajar con los ingenieros de la línea de subtransmisión para seleccionar la ruta y diseñar las medidas de atenuación.

Dependiendo de la formación y experiencia del personal, puede ser necesario ofrecer capacitación en el manejo ambiental de las líneas de subtransmisión de energía eléctrica. Las principales especializaciones que se requieren para el manejo ambiental de las líneas de subtransmisión de energía eléctrica se relacionan con la evaluación de los impactos ambientales y sociales. Puede ser necesario dar capacitación sobre las técnicas de mantenimiento del derecho de vía, incluyendo el uso adecuado de los métodos de limpieza químicos y mecánicos.

Se debe realizar el entrenamiento como parte de la fase de evaluación ambiental del proyecto, con la ayuda de un consultor ambiental. De ser posible, el personal ambiental del contratista del proyecto debe participar en la realización de la evaluación ambiental. Esto asegurará que se entiendan los aspectos ambientales del proyecto. En particular, los trabajadores deberán entender la razón fundamental para los medios atenuantes y el monitoreo que posiblemente, se están implementando.

Es posible que requieran capacitación también, las agencias ambientales locales, regionales y nacionales que participan en el análisis y la aprobación del proyecto, para que puedan realizar el monitoreo y exigir cumplimiento durante la construcción y operación del proyecto.

Impacto ambiental de la línea de subtransmisión

El impacto ambiental de la línea de subtransmisión de energía eléctrica a construir incluye la red de transporte de energía eléctrica, los caminos de acceso o Mantenimiento, subestaciones etc. La estructura principal de la línea de subtransmisión es la línea misma, los conductores, mampostería y los soportes.

La línea misma está considerada junto con los soportes (estructuras) para que en las zonas que se encuentren con mayor afluencia de árboles, se realice una poda mínima y no tala de árboles.

El derecho de vía donde se construye la línea de subtransmisión está orientado hacia aceras y arriates centrales evitando totalmente pasar sobre terrenos privados y asegurando que los conductores no pasen sobre techos de viviendas o cerca de viviendas que sean de segunda o tercera planta.

Los apoyos o postes se han contemplado de tal manera que su instalación no interfiera con acceso a viviendas o garajes y que su altura sea la adecuada para pasar sobre líneas ya existentes o muros con las distancias de seguridad ya normadas.

La línea de subtransmisión es de 46 KV tendrá una distancia de 13.04Km y de acuerdo a la ubicación geográfica esta atravesara zonas densamente pobladas e

industriales por lo cual el factor seguridad es primordial para el diseño las estructuras.

En conclusión la línea a construir genera un impacto ambiental mínimo ya que se han tomado todas las consideraciones pertinentes para no afectar la salud, seguridad y el desarrollo de toda la zona donde se construirá la línea de subtransmisión.

CAPITULO III PRESUPUESTO
3.1.0 PRESUPUESTO DE MATERIALES SEGÚN PUNTOS EN PLANO (VER ANEXO C)

3.1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PRUSUPUESTO.

El presente capitulo muestra detalles y condiciones de cada uno de los puntos de ubicación vistos en el plano del anexo C, en el cual se especifica su condición final (Remoción, Instalación y Reubicación) las cantidades de cada uno de los materiales utilizados, su relación con cada uno de los puntos, el presupuesto de obras y materiales.

solo imprimir primer hoja las tablas imprimirlas del archivo de excel.

PRESUPUESTO CON PUNTOS DE UBICACION

NOMENCLATURA	PLACAS	REMOSION DE INSTALACION (RI)		INST DE MATERIAL REMOVIDO (IMR)		INST DE MATERIAL NUEVO (IMN)	
		PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.
AGUJEROS PARA POSTE						2 3(2) 5 6 8 9 12 13 15 17 19	204
						21 23 24 26 27 29 30 32 33 35	
						36 38 39 41 42 44 45 47 48 49	
						50 51 54 55 56 57 58 59 60 62	
						63 65 66 68 69 70 71 72 73 75	
						76 77 79 80 82 83 85 86 87 88	
						89 90 91 92 93 94 95 96 97 98	
						99 100 101 102 103 104 105	
						106 107 108 109 110 111 112	
						113 114 115 116 117 118 119	
						120 121 122 123 124 125 126	
						127 128 129 130 131 132 133	
						134 135 136 137 138 139 140	
						141 142 143 144 145 146 147	
						148 149 150 151 152 153 154	
						155 156 157 158 159 160 161	
						162 163 164 165 166 167 168	
						169 170 171 172 173 174 175	
						176 177 178 179 180 181 182	
						183 184 185 186 187 188(2)	
						189 190 191 192 193 194 195	
						196 197 198 199(2) 201 203	
						210 212 215 216 217 222 224	
						226 228 230 240 243 245 247	
						252 255 257 259 261 264 267	
						271 273 275 287 288 289	
POSTES A 26'						287 288 289	3

RECOLECTOR

SUPERVISOR

Tabla 3.1

NOMENCLATURA	PLACAS	REMOSION DE INSTALACION (RI)		INST DE MATERIAL REMOVIDO (IMR)		INST DE MATERIAL NUEVO (IMN)	
		PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.
POSTES A 40'						116 117 118 119 121 122 149	32
						150 151 152 153 154 155 156	
						157 158 159 160 161 162 163	
						164 165 166 167 168 169 173	
						174 175 176 177	
POSTES A 45						104 107 108 109 110 112 113	84
						114 123 124 125 126 127 128	
						129 130 131 132 133 134 135	
						136 137 138 139 140 141 142	
						143 144 145 146 147 148 170	
						172 178 179 180 182 183 184	
						185 186 187 188(2) 189 190	
						191 192 193 194 195 196 197	
						198 199(2) 201 203 210 212	
						215 217 222 224 226 228 230	
					240 243 245 247 252 255 257		
					259 261 264 267 271 273 275		
POSTES A 45'(2000)						111 115 120 171	4
POSTES A 50'						101 102 103 105 216	5
POSTES A 50'(2000)						106 181	2
POSTES A 55'						2 3(2) 5 6 8 9 12 13 15 17 19	72
						21 23 24 26 27 29 30 32 33 35	
						36 38 39 41 42 44 45 47 48 49	
						50 51 54 55 56 57 58 59 60 62	
						63 65 66 68 69 70 71 72 73 75	
						76 77 79 80 82 83 85 86 87 88	
						89 90 91 92 95 96 97 98 99	
						100	

RECOLECTOR

SUPERVISOR

Tabla 3.2

NOMENCLATURA	PLACAS	REMOSION DE INSTALACION (RI)		INST DE MATERIAL REMOVIDO (IMR)		INST DE MATERIAL NUEVO (IMN)	
		PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.
POSTES A 60'						93	1
POSTES A 60'(2000)						94	1
AGUJEROS PARA ANCLA						11(2) 34(2) 55(2) 57(2) 58(2)	89
						70(2) 71(2) 75(2) 76(2) 77(2)	
						78(2) 81(2) 82(2) 84(2) 85(2)	
						90(2) 91(2) 2(2) 3(4) 10(2)	
						93(2) 99(2) 100(2) 103 104	
						105(2) 106(2) 109 110 112(2)	
						113 114 116 121 122 123 124	
						148 149 153 154 162 163	
						170(2) 171 172 175 176 179	
						180 184 189(2) 194(2) 199(4)	
						223	
APS						11(2) 34(2) 55(2) 57(2) 58(2)	96
						70(2) 71(2) 75(2) 76(2) 77(2)	
						78(2) 81(2) 82(2) 84(2) 85(2)	
						90(2) 91(2) 2(2) 3(4) 10(2)	
						93(2) 99(2) 100(2) 103 104	
						105(2) 106(2) 109 110 112(2)	
						113 114 116 121 122 123 124	
						148 149 153 154 162 163	
						170(2) 171 172 175 176 179	
						180 184 189(2) 194(2) 199(4)	
						223 287 288 289 188(4)	

RECOLECTOR

Tabla 3.3

SUPERVISOR

NOMENCLATURA	PLACAS	REMOSION DE INSTALACION (RI)		INST DE MATERIAL REMOVIDO (IMR)		INST DE MATERIAL NUEVO (IMN)	
		PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.
AC-1245 HENDRIX 46KV						12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	65
						22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	
						32 33 35 36 37 38 39 40 41 42	
						43 44 45 46 47 48 49 50 51 52	
						53 54 56 59 60 61 62 63 64 65	
						66 67 68 69 72 73 74 79 80 83	
						86 87 88 89 92	
AC-1259 HENDRIX 46KV						34 55 70 71 75 76 77 78 81 82	14
						84 85 90 91	
AC-1256 HENDRIX 46KV						11 57 58	3
AC-1248 HENDRIX 46KV						10 93	2
46TS3						4 5 6 7 8 9 95 96 97 98 101	48
						102 107 108 117 118 119 189	
						193 194 195 196 197 198 201	
						203 210 212 215 217 222 224	
						228 230 240 243 245 247 252	
						255 257 259 261 264 267 271	
						273 275	
46TD3						109 110 121 122 123 124 182	9
						183 184	
46VS3						125 126 127 128 129 130 131	40
						132 133 134 135 136 137 138	
						139 140 141 142 143 144 145	
						146 147 150 151 152 155 156	
						157 158 159 160 161 164 165	
						166 167 168 169 226	

RECOLECTOR

Tabla 3.4

SUPERVISOR

PRESUPUESTO CON PUNTOS DE UBICACION

NOMENCLATURA	PLACAS	REMOSION DE INSTALACION (RI)		INST DE MATERIAL REMOVIDO (IMR)		INST DE MATERIAL NUEVO (IMN)	
		PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.
46VD3						113 114 173 174 175 176 177	13
						178 186 187 190 191 192	
46CH3						3 185 188 199	4
46RH3						10 93 171 172	4
46CD3						2 94 99 100 103 104 105 106	23
						111 112 115 116 120 148 149	
						153 154 162 163 170 179 180	
						181	
46PROL3					200	1	
13VS3					226 228	2	
13TS3						195 197 199 201 203 210 212	11
						215 217 222 224	
13CH3					230	1	
13VS1					267	1	
13TS1						243 245 247 252 255 257 259	9
						261 264	
TN						195 197 199 201 203 210 212	23
						215 217 222 224 226 230 243	
						245 247 252 255 257 259 261	
						264 267	
CN					188	1	

Tabla 3.5

NOMENCLATURA	PLACAS	REMOSION DE INSTALACION (RI)		INST DE MATERIAL REMOVIDO (IMR)		INST DE MATERIAL NUEVO (IMN)	
		PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.
CUCHILLAS TRIPOLARES 46kv						199	1
CABLE HENDRIX 397.512	3699					ENTRE 10 Y 93 PASANDO	12210
						POR 11 12 13 14 15 16 17 18	
						19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	
						29 30 31 32 33 34 35 36 37 38	
						39 40 41 42 43 44 45 46 47 48	
						49 50 51 52 53 54 55 56 57 58	
						59 60 61 62 63 64 65 66 67 68	
						69 70 71 72 73 74 75 76 77 78	
						79 80 81 82 83 84 85 86 87 88	
						89 90 91 92	
CABLE MENS P/HENDRIX						ENTRE 10 Y 93 PASANDO	
						POR 11 12 13 14 15 16 17 18	
						19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	
						29 30 31 32 33 34 35 36 37 38	
						39 40 41 42 43 44 45 46 47 48	
						49 50 51 52 53 54 55 56 57 58	
						59 60 61 62 63 64 65 66 67 68	
						69 70 71 72 73 74 75 76 77 78	
						79 80 81 82 83 84 85 86 87 88	
						89 90 91 92	
PARARRAYOS 46KV						55 103	6

RECOLECTOR

SUPERVISOR

Tabla 3.6

NOMENCLATURA	PLACAS	REMOSION DE INSTALACION (RI)		INST DE MATERIAL REMOVIDO (IMR)		INST DE MATERIAL NUEVO (IMN)	
		PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.
CABLE 397.5M.C.M						ENTRE 1 Y 10 PASANDO POR	
						2 3 4 5 6 7 8 9; ENTRE 93 Y	
						286 PASANDO POR 94 95 96	
						97 98 99 100 101 102 103 104	
						105 106 107 108 109 110 111	
						112 113 114 115 116 117 118	
						119 120 121 122 123 124 125	
						126 127 128 129 130 131 132	
						133 134 135 136 137 138 139	
						140 141 142 143 144 145 146	
						147 148 149 150 151 152 153	
						154 155 156 157 158 159 160	
						161 162 163 164 165 166 167	
						168 169 170 171 172 173 174	
						175 176 177 178 179 180 181	
						182 183 184 185 186 187 188	
						189 190 191 192 193 194 195	
						196 197 198 199 200 201 202	
						203 204 205 206 207 208 209	
						210 211 212 213 214 215 216	
						217 218 219 220 221 222 223	
						224 225 226 227 228 229 230	
						231 232 233 234 235 236 237	
						238 239 240 241 242 243 244	
						245 246 247 248 249 250 251	
						252 253 254 255 256 257 258	
						259 260 261 262 263 264 265	
						266 267 268 269 270 271 272	
						273 274 275 276 277 278 279	
						280 281 282 283 284 285	

RECOLECTOR

SUPERVISOR

Tabla 3.7

NOMENCLATURA	PLACAS	REMOSION DE INSTALACION (RI)		INST DE MATERIAL REMOVIDO (IMR)		INST DE MATERIAL NUEVO (IMN)	
		PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.	PUNT DE UBICACION	CANT.
CABLE ACSR #2	2775	ENTRE 290 Y 200 PASANDO		HACIA 290 Y 200 PASANDO	2775		
		POR 187 188 189 190 191 192		POR 187 188 189 190 191 192			
		193 194 196 198		193 194 195 196 197 198 199			
		ENTRE 200 Y 204 PASANDO		HACIA 200 Y 204 PASANDO			
		POR 202; ENTRE 209 Y 213		POR 201 202 203; HACIA 209			
		PASANDO POR 211; ENTRE		Y 213 PASANDO POR 210 211			
		ENTRE 214 Y 218 PASANDO		212; HACIA 214 Y 218			
		POR 216; ENTRE 221 Y 231		PASANDO 215 216 217			
		PASANDO POR 223 225 227		HACIA 221 Y 231 PASANDO			
		229; ENTRE 239 Y 241; ENTRE		POR 222 223 224 225 226 227			
		242 Y 248 PASANDO POR		228 229; HACIA 239 Y 241			
		244 246; ENTRE 251 Y 253;		PASANDO POR 240; HACIA			
		ENTRE 254 Y 262 PASANDO		242 Y 248 PASANDO POR			
		POR 256 258 260; ENTRE 263		243 244 245 246 247; HACIA			
		265; ENTRE 266 Y 268; ENTRE		251 Y 253 PASANDO POR 252			
		270 Y 276 PASANDO POR		HACIA 254 Y 262 PASANDO			
		272 Y 274; ENTRE 190 Y 290;		POR 255 256 257 258 259 260			
		ENTRE 191 Y 291; ENTRE 192		261; HACIA 263 Y 265 PAS			
		Y 292; ENTRE 193 Y 293;		POR 264; HACIA 266 Y 268			
		ENTRE 196 Y 294; ENTRE 196		PASANDO POR 267; HACIA			
Y 295		270 Y 276 PASANDO POR					
		271 272 273 274 275; HACIA					
		HACIA 190 Y 290; HACIA					
		191 Y 291; HACIA 192 Y 292;					
		HACIA 193 Y 293; HACIA					
		196 Y 294; HACIA 196 Y 295					

RECOLECTOR

SUPERVISOR

Tabla 3.9

3.2.0 PRESUPUESTO DE PROYECTO

Tabla3.2.1

3.3.0 CONCLUSIONES

Por medio del diseño del circuito loop 46kv entre sub estaciones ETESAL Opico y ETESAL Ateos que constan de Sub estaciones Quezaltepeque, Sub Sitio el Nino y sub estaciones Lourdes San Emilio y Ateos respectivamente. y en base al estudio técnico realizado de capacidad del sub estaciones de potencia se determino que, no se puede entregar toda la demanda existente en sub estación ETESAL Ateos a ETESAL Opico y viceversa ya que los transformadores de potencia existentes no tiene la capacidad de suministrar toda la demanda de ambas sub estaciones. de manera que se deben entregar Sub estación San Emilio a Sub estación ETESAL Soyapango para realizar maniobra y cumplir la demanda en la interconexión.

La ruta tomada para el diseño de la línea de interconexión es en la cual se logra una mejor interrelación con el medio ambiente y circuitos existentes en la zona industrial de ateos; evitando de esta manera rutas que contengan contaminación de líneas existentes y la necesidad de tala de árboles.

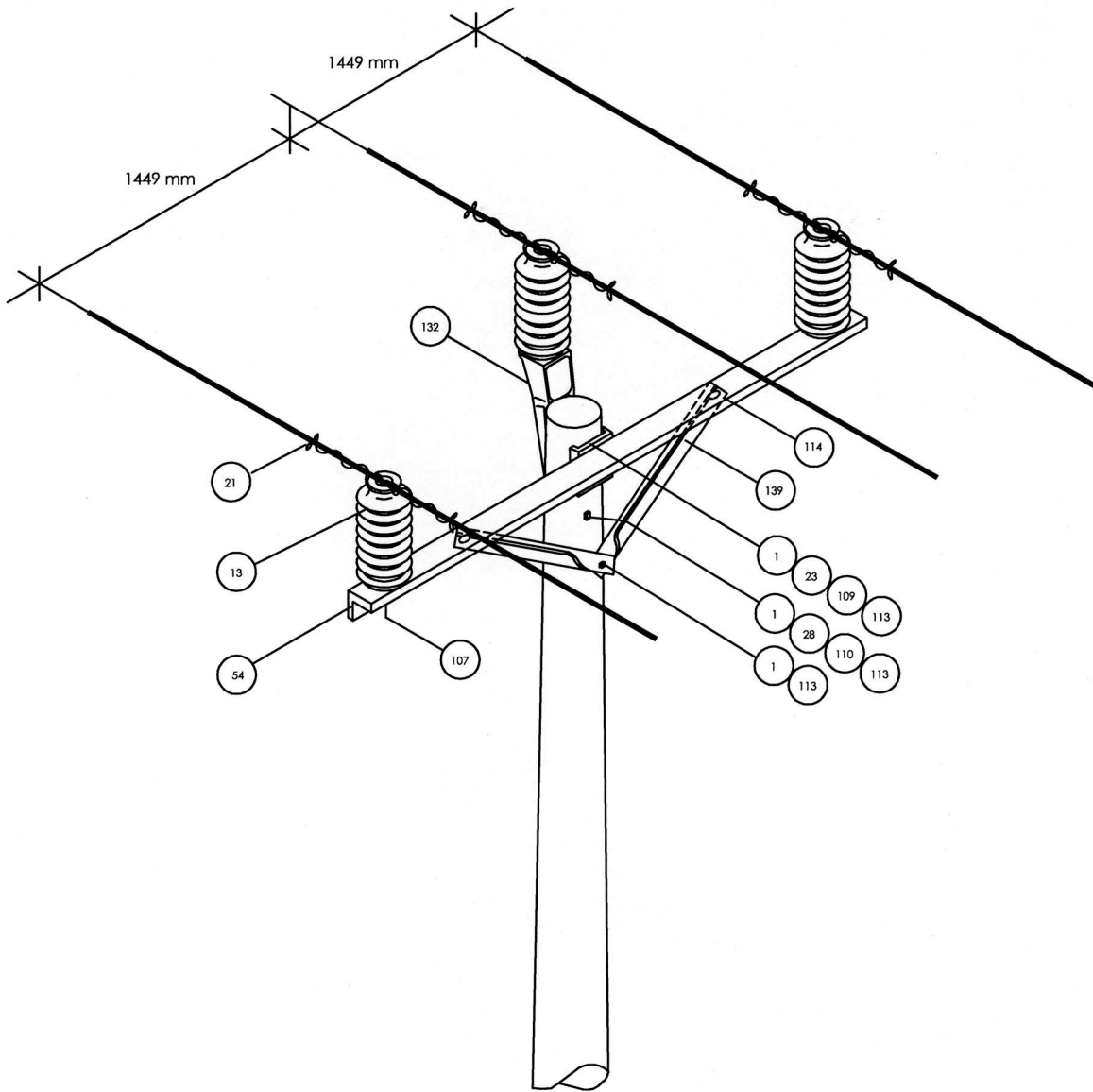
En la mayor parte del diseño de la línea se han considerado postes de gran altura 45' 50' 55' 60' ya que existen líneas de distribuidora CLESA y telefonía/cable, por lo que la distribuidora pidió que se considerada en el diseño pasar sobre dichas líneas y no bajo estas.

La utilización de conductor de 397.5M.C.M en el diseño del circuito loop fue predeterminada por la empresa distribuidora; según cálculos realizados se comprobó que para la demanda actual y la interconexión de sub estaciones este conductor es el adecuado.

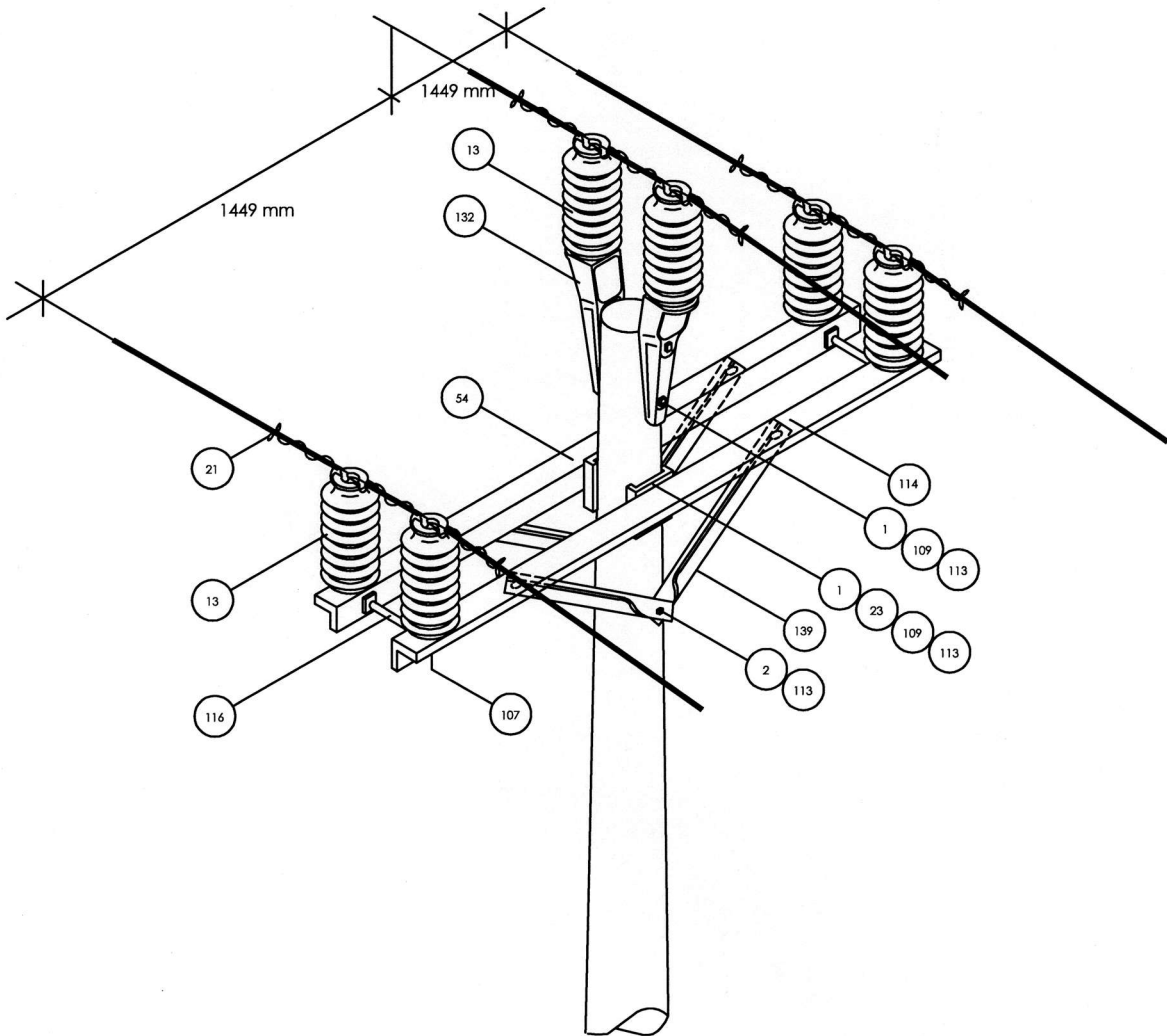
3.4.0 RECOMENDACIONES

Dentro del estudio técnico realizado para determinar si los transformadores de potencia pertenecientes a subestación Etesal Ateos y subestación Etesal Opico contaban con la suficiente capacidad de suplir subestaciones entregadas tanto de subestación Etesal Ateos como de subestación Etesal Opico para llevar a cabo interconexión, se determinó que es necesario cambiar los transformadores de 50MVA existentes por transformadores de 75MVA o 100MVA en ambas subestaciones ya que la demanda quedaría cercana a la capacidad de dichos transformadores y tomando en cuenta que el crecimiento de carga en esta zona es de carácter fuerte en los últimos dos años.

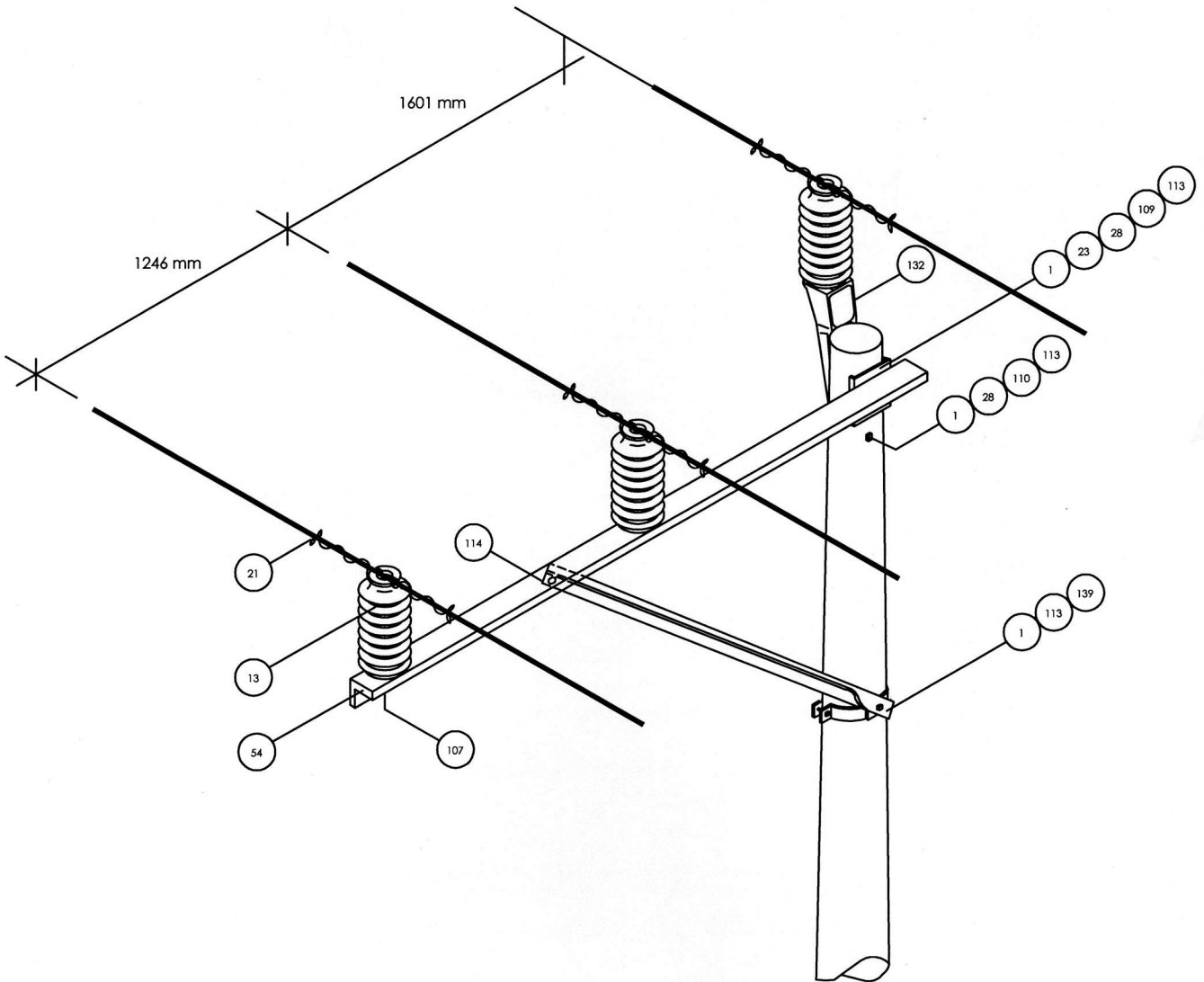
Al realizar cambio de transformadores de 50MVA por transformadores de 75MVA o 100MVA anteriormente mencionados se deberá cambiar conductor estimado en este proyecto 397.5 M.C.M por 750M.C.M.



CODIGO: 46TS3	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	TAGENTE SENCILLA
	APROBO: SIGET	



CODIGO:	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
46TD3	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	TANGENTE DOBLE
	APROBO: SIGET	



CODIGO: 46VS3	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	VOLADA SENCILLA
	APROBO: SIGET	

DESCRIPCION DE MATERIALES

ESTRUCTURA: VOLADA SENCILLA			COD: 46VS3					
No	CODIGO ALMACEN	DESCRIPCION	VOLTAJE NOMINAL: 46 KV					
			1 FASE		2 FASES		3 FASES	
			P	A	P	A	P	A
1		Abrazadera completa 6 - 6 5/8" (152.4 - 168.3 mm)					1	3
13		Aislador tipo poste 46 kV, clase ANSI 57-3					3	3
21		Alambre para amarre S/R					6 m	6 m
23		Almohadilla para crucero					1	
28		Arandela redonda 5/8" (15.9 mm)					1	
54		Crucero angular de hierro 3050 x 76 x 76 x 6.4 mm					1	1
107		Perno para aislador tipo poste 3/4 x 3 1/2" (19.01 x 88.9 mm)					3	3
109		Perno máquina 5/8 x 12" (15.9 x 304.8 mm)					1	
110		Perno máquina 5/8 x 10" (15.9 x 254 mm)					1	
113		Perno máquina 5/8 x 2" (15.9 x 50.8 mm)					1	4
114		Perno máquina 1/2 x 1 1/2" (12.7 x 38.1 mm)					1	1
132		Soporte punta de poste					1	1
139		Tirante angular de hierro de 2540 x 38.1 x 38.1 x 6.4 mm					1	1

OBSERVACIONES:

1. P: Perno
2. A: Abrazadera
3. Abrazadera completa: incluye solamente pernos de los extremos 1/2 x 4 1/2" (12.7 x 114.3 mm)
4. S/R: según requisición.
5. m: metros.
6. La longitud de los vanos en zona urbana será de 40 a 60 metros.
7. El cable de retenida será de acero galvanizado 5/16" (7.9 mm), Extra High Strength (49800 N).
Para el material requerido en el anclaje, ver estándar respectivo.
8. Deberán utilizarse Varillas de Blindaje Preformadas para la protección de líneas con vanos entre postes mayores a 100 mts.
9. En zonas urbanas y en general para la construcción de líneas con vanos de hasta 60m, se podrá construir las estructuras de soporte con cruceros de 2.4m.

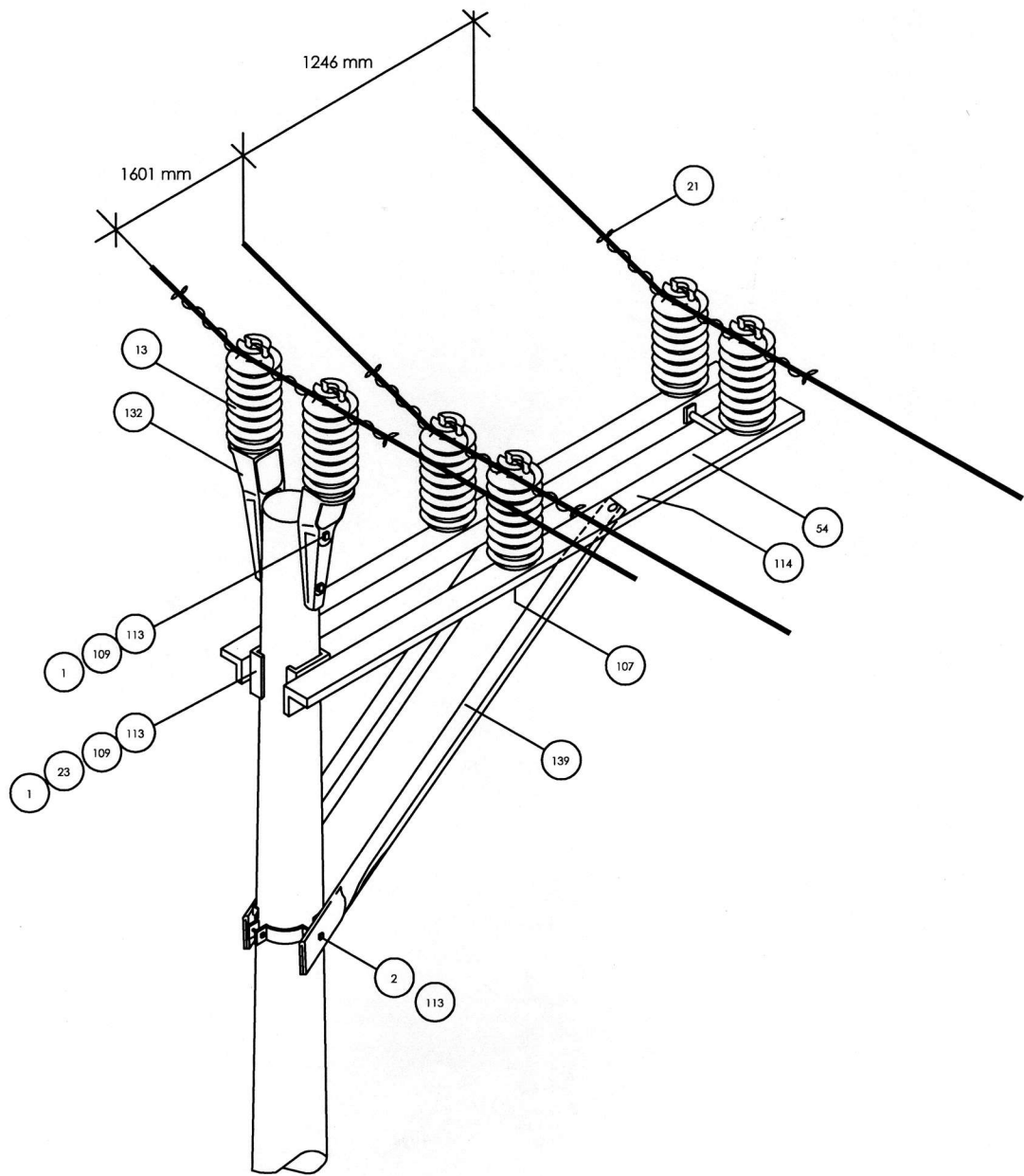
VANO (metros)	CALIBRE AWG o MCM	TENSION DEL CONDUCT. (N)	NUMERO DE RETENIDAS	ANGULO MAX.	
				*CR	*SR
40	750 AAC	17469.48	1	5°	0°
50	397.5 AAC	9481.5	1	15°	0°
60	4/0 AAC	5106.78	1	30°	5°
60	2 ACSR	4223.8	1	40°	5°
50 **	750 AAC	17469.48	1	5°	0°
65 **	397.5 AAC	9481.5	1	10°	0°
100 **	4/0 AAC	5106.78	1	20°	0°
130 **	2 ACSR	4223.8	1	30°	0°

** Vano máximo

*CR: con retenida

*SR: sin retenida

CARGA TRANSVERSAL	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
MAXIMA POR CONDUCTOR 6200 NEWTON	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	VOLADA SENCILLA
	APROBO: SIGET	



CODIGO: 46VD3	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	VOLADA DOBLE
	APROBO: SIGET	

DESCRIPCION DE MATERIALES

ESTRUCTURA: VOLADA DOBLE			COD: 46VD3					
No	CODIGO ALMACEN	DESCRIPCION	VOLTAJE NOMINAL: 46 KV					
			1 FASE		2 FASES		3 FASES	
			P	A	P	A	P	A
1	154010	Abrazadera completa 6 - 6 5/8" (152.4 - 168.3 mm)						3
2		Abrazadera completa 7 - 7 5/8" (177.8 - 193.7 mm)					1	1
13		Aislador tipo poste 46 kV, clase ANSI 57-3					6	6
21		Alambre para amarre S/R					12 m	12 m
23		Almohadilla para crucero					2	2
54		Crucero angular de hierro 3050 x 76 x 76 x 6.4 mm					2	2
107		Perno para aislador tipo poste 3/4 x 3 1/2" (19.01 x 88.9 mm)					6	6
109		Perno máquina 5/8 x 12" (15.9 x 304.8 mm)					3	
113		Perno máquina 5/8 x 2" (15.9 x 50.8 mm)					2	8
114		Perno máquina 1/2 x 1 1/2" (12.7 x 38.1 mm)					2	2
116		Perno todo rosca 5/8 x 12" (15.9 x 304.8 mm)					1	1
132		Soporte punta de poste					1	1
139		Tirante angular de hierro de 2540 x 38.1 x 38.1 x 6.4 mm					2	2

OBSERVACIONES:

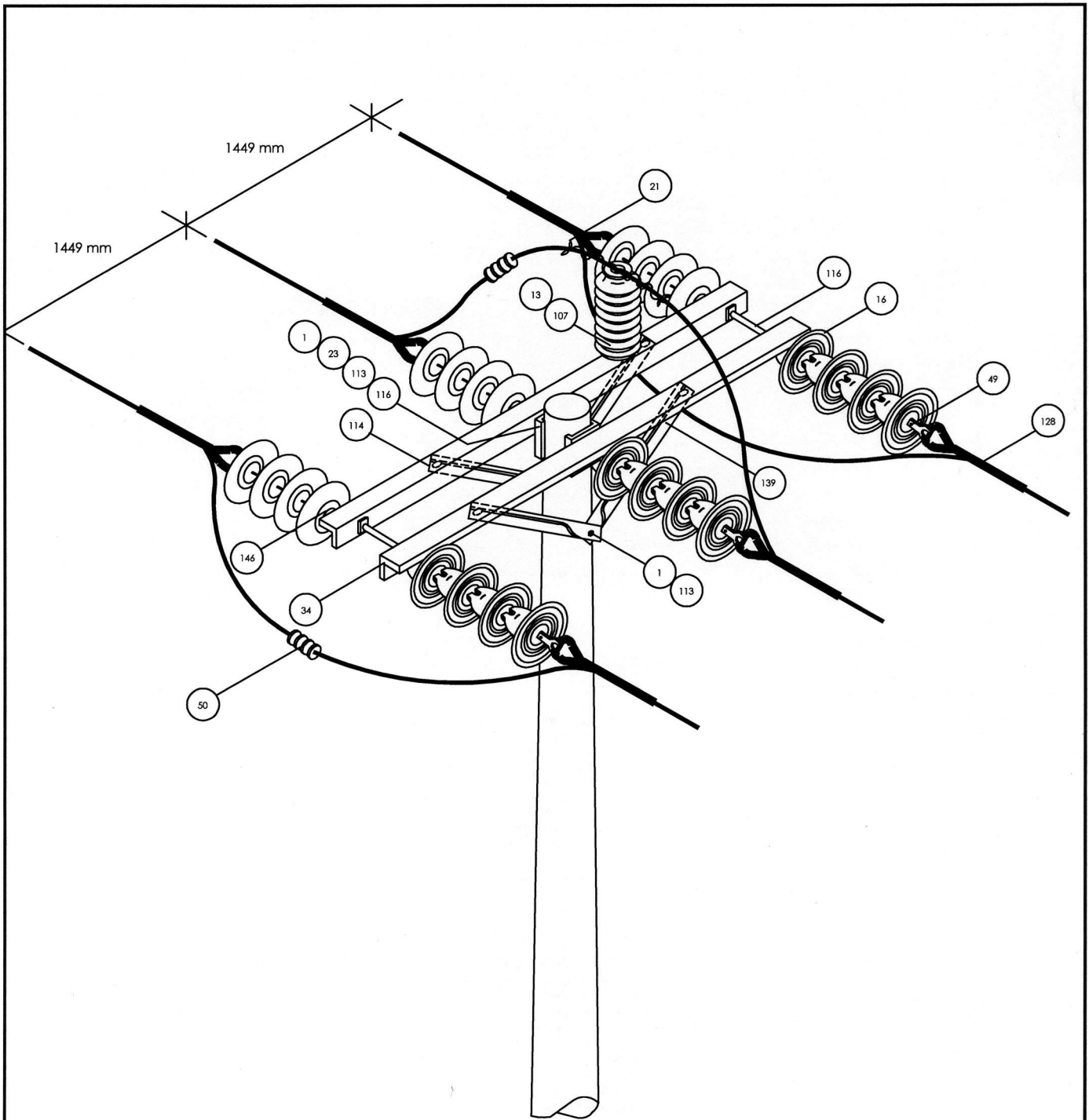
1. P: Perno
2. A: Abrazadera
3. Abrazadera completa: incluye solamente pernos de los extremos 1/2 x 4 1/2" (12.7 x 114.3 mm)
4. S/R: según requisición.
5. m: metros
6. La longitud de los vanos en zona urbana será de 40 a 60 metros.
7. El cable de retenida será de acero galvanizado 5/16" (7.9 mm), Extra High Strength (49800 N).
Para el material requerido en el anclaje, ver estándar respectivo.
8. Deberán utilizarse Varillas de Blindaje Preformadas para la protección de líneas con vanos entre postes mayores a 100 mts.
9. En zonas urbanas y en general para la construcción de líneas con vanos de hasta 60m, se podrá construir las estructuras de soporte con cruceros de 2.4m.

VANO (metros)	CALIBRE AWG o MCM	TENSION DEL CONDUCT. (N).	NUMERO DE RETENIDAS	ANGULOS MAX. (*CR)
40	750 MCM	17469.48	1	6° - 15°
50	397.5 AAC	9481.5	1	16° - 30°
60	4/0 AAC	5106.78	1	31° - 60°
60	2 ACSR	4223.8	1	41° - 60°
50 **	750 MCM	17469.48	1	6° - 15°
65 **	397.5 AAC	9481.5	1	11° - 30°
100 **	4/0 AAC	5106.78	1	21° - 60°
130 **	2 ACSR	4223.8	2	31° - 60°

** Vano máximo

* CR: con retenida

CARGA TRANSVERSAL MAXIMA POR CONDUCTOR 12400 NEWTON	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	VOLADA DOBLE
	APROBO: SIGET	



CODIGO:	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
46CH3	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	CORTE HORIZONTAL
	APROBO: SIGET	

DESCRIPCION DE MATERIALES

ESTRUCTURA: CORTE HORIZONTAL			COD: 46CH3					
No	CODIGO ALMACEN	DESCRIPCION	VOLTAJE NOMINAL: 46 KV					
			1 FASE		2 FASES		3 FASES	
			P	A	P	A	P	A
1		Abrazadera completa 6 - 6 5/8" (152.4 - 168.3 mm)					1	2
13		Aislador tipo poste 46 kV, clase ANSI 57-3					1	1
16		Aislador de suspensión clase ANSI 52-4					24	24
21		Alambre para amarre S/R					2 m	2 m
23		Almohadilla para crucero					2	2
49		Clevis de remate S/R					6	6
50		Conector de compresión S/R					3	3
54		Crucero angular de hierro 3050 x 76 x 76 x 6.4 mm					2	2
107		Perno para aislador tipo poste ¾ x 3 ½" (19.01 x 88.9 mm)					1	1
113		Perno máquina 5/8 x 2" (15.9 x 50.8 mm)					2	4
114		Perno máquina 1/2 x 1 1/2" (12.7 x 38.1 mm)					4	4
116		Perno todo rosca 5/8 x 12" (15.9 x 304.8 mm)					3	2
128		Remate preformado S/R					6	6
139		Tirante de 1143 x 38.1 x 38.1 x 6.4 mm					2	2
146		Tuerca argolla 5/8" (15.9 mm)					6	6

OBSERVACIONES:

1. P: Perno
2. A: Abrazadera
3. Abrazadera completa: incluye solamente pernos de los extremos ½ x 4 ½" (12.7 x 114.3 mm)
4. S/R: según requisición.
5. m: metros.
6. La longitud de los vanos en zona urbana será de 40 a 60 metros.
7. El cable de retenida será de acero galvanizado 5/16" (7.9 mm), Extra High Strength (49800 N).
Para el material requerido en el anclaje, ver estándar respectivo.
8. En zonas urbanas y en general para la construcción de líneas con vanos de hasta 60m, se podrá construir las estructuras de soporte con cruceros de 2.4m.

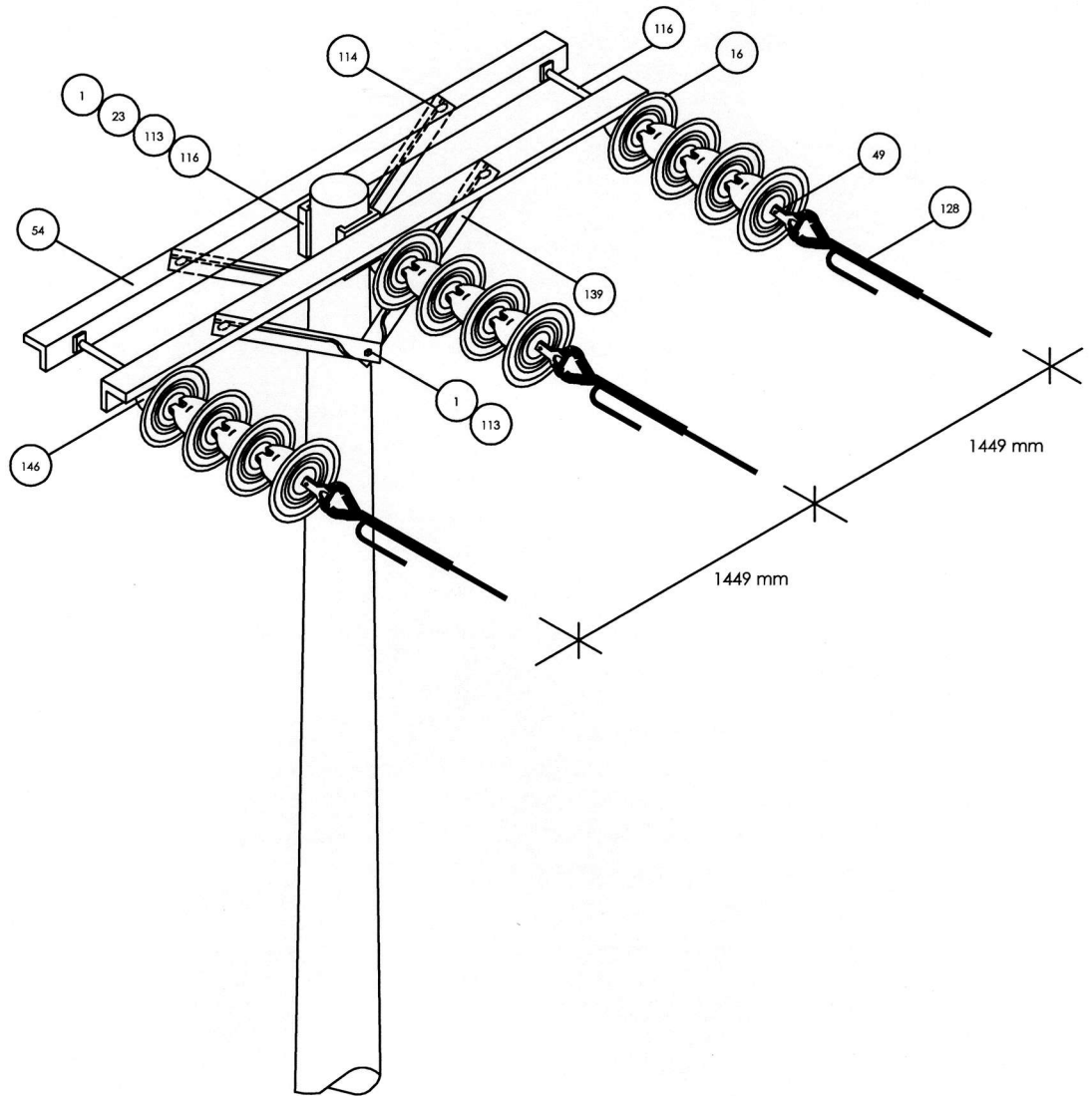
VANO (metros)	CALIBRE AWG o MCM	TENSION DEL CONDUCT. (N)	NUMERO DE RETENIDAS	ANGULO MAX	
				*CR	*SR
40	750 AAC	17469.48	1	25°	0°
50	397.5 AAC	9481.5	2	50°	0°
60	4/0 AAC	5106.78	1	60°	5°
60	2 ACSR	4223.8	1	60°	5°
50 **	750 AAC	17469.48	1	25°	0°
65 **	397.5 AAC	9481.5	2	45°	0°
100 **	4/0 AAC	5106.78	2	60°	0°
130 **	2 ACSR	4223.8	2	60°	0°

** Vano máximo

* CR: con retenida

* SR: sin retenida

TENSION MAXIMA POR CONDUCTOR 13750 NEWTON	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	CORTE HORIZONTAL
	APROBO: SIGET	



CODIGO: 46RH3	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	REMATE HORIZONTAL
	APROBO: SIGET	

DESCRIPCION DE MATERIALES

ESTRUCTURA: REMATE HORIZONTAL			COD: 46RH3					
No	CODIGO ALMACEN	DESCRIPCION	VOLTAJE NOMINAL: 46 KV					
			1 FASE		2 FASES		3 FASES	
			P	A	P	A	P	A
1		Abrazadera completa 6 - 6 5/8" (152.4 - 168.3 mm)					1	2
16		Aislador de suspensión 46 kV, clase ANSI 52-4					12	12
23		Almohadilla para crucero					2	2
49		Clevis de remate S/R					3	3
54		Crucero angular de hierro 3050 x 76 x 76 x 6.4 mm					2	2
113		Perno máquina 5/8 x 2" (15.9 x 50.8 mm)					2	4
114		Perno máquina 1/2 x 1 1/2" (12.7 x 38.1 mm)					4	4
116		Perno todo rosca 5/8 x 12" (15.9 x 304.8 mm)					3	2
128		Remate preformado S/R					3	3
139		Tirante de 1143 x 38.1 x 38.1 x 6.4 mm					2	2
146		Tuerca argolla 5/8" (15.9 mm)					3	3

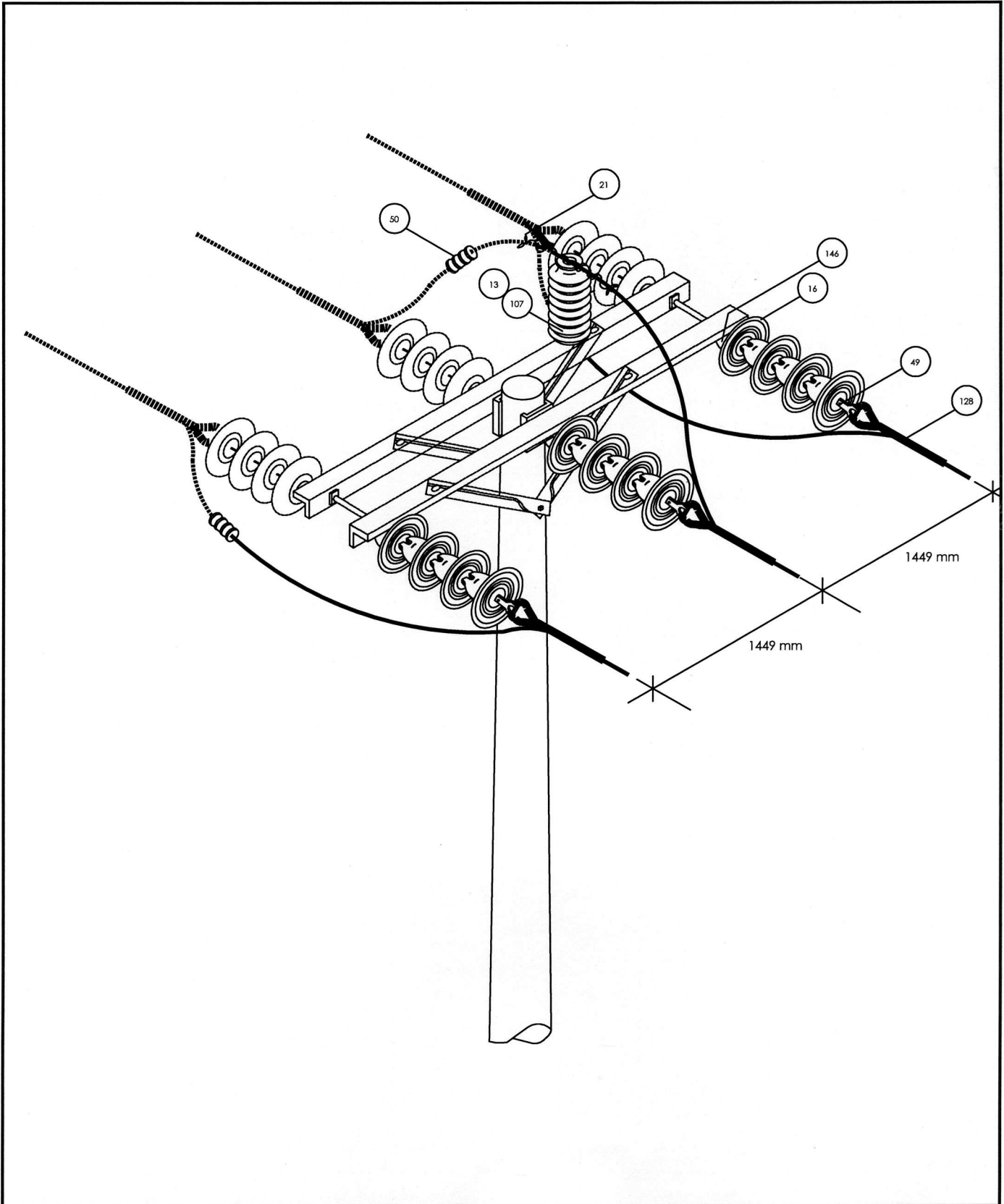
OBSERVACIONES:

1. P: Perno
2. A: Abrazadera
3. Abrazadera completa: incluye solamente pernos de los extremos 1/2 x 4 1/2" (12.7 x 114.3 mm)
4. S/R: según requisición.
5. m: metros.
6. La longitud de los vanos en zona urbana será de 40 a 60 metros.
7. El cable de retenida será de acero galvanizado 5/16" (7.9 mm), Extra High Strength (49800 N).
Para el material requerido en el anclaje, ver estándar respectivo.
8. En zonas urbanas y en general para la construcción de líneas con vanos de hasta 60m, se podrá construir las estructuras de soporte con cruceros de 2.4m.

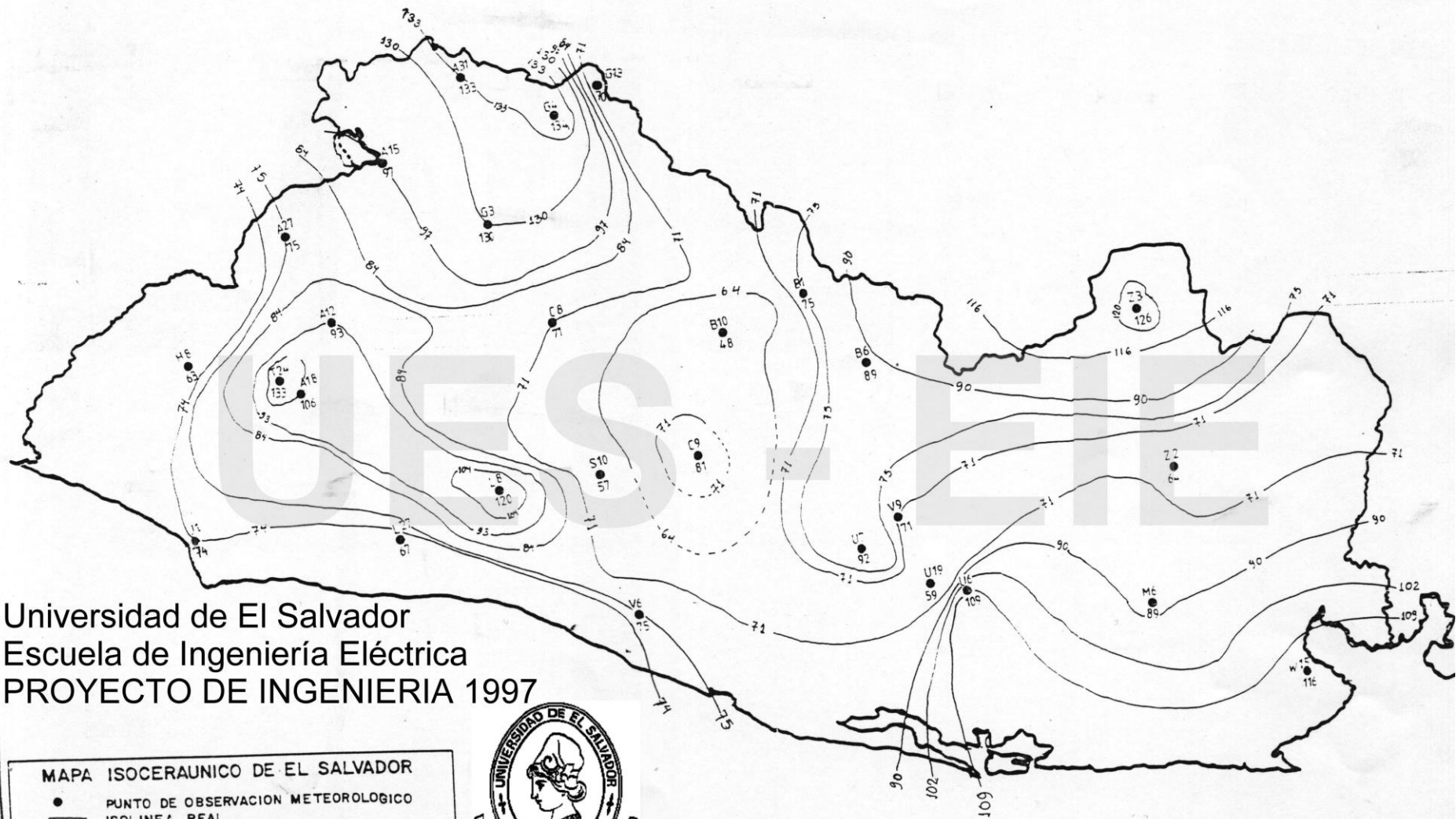
VANO (metros)	CALIBRE AWG o MCM	TENSION DEL CONDUCT. (N)	NUMERO DE RETENIDAS
40	750 AAC	17469.48	3
50	397.5 AAC	9481.5	2
60	4/0 AAC	5106.78	1
60	2 ACSR	4223.8	1
50 **	750 AAC	17469.48	3
65 **	397.5 AAC	9481.5	2
100 **	4/0 AAC	5106.78	1
130 **	2 ACSR	4223.8	1

** Vano máximo

TENSION MAXIMA POR CONDUCTOR 27500 MEWTON	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	REMATE HORIZONTAL
	APROBO: SIGET	



CODIGO:	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
46PF3	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	PROLONGACION DE FASES
	APROBO: SIGET	



Universidad de El Salvador
 Escuela de Ingeniería Eléctrica
 PROYECTO DE INGENIERIA 1997

MAPA ISOCERAUNICO DE EL SALVADOR
 ● PUNTO DE OBSERVACION METEOROLOGICO
 — ISOLINEA REAL
 - - - APROXIMADA
 ESC: 1:500,000
 ELABORADO POR: HECTOR ANTONIO CHICAS MORAGA
 JOSE RAUL PINEDA LEMUS



ESTRUCTURA VOLADO SENCILLO 46KV 3H 46VS3			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR DE COLUMNA 46kv C.AT.	3	\$2.65	\$9.54
CRUCERO DE 120 - 305 CM	1	\$60.06	\$72.07
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO PARA TRANSFORMADOR	1	\$2.37	\$2.84
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAT. 8802	2	\$0.83	\$1.99
CRUCERO DE 78 - 200 CM	1	\$35.51	\$42.61
ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO 1/4 AWG (BLANDO) PARA AMARRADERA.	6	\$0.37	\$2.66
PERNO MAQUINA 1/2 X 1-1/2, AB CHANCE, CAT. 8701-112	1	\$0.73	\$0.88
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-1/2, AB CHANCE, CAT. 864412	4	\$1.23	\$5.90
ABRAZADERA 6-6 5/8	1	\$3.19	\$3.83
DIAG /HIERRO 1 1/4X1-1/4X1-X1.440M	1	\$4.38	\$5.26
AISLADOR TIPO COLUMNA PARA 46 KV LAPP-9445X70S, ANSI-57-3	3	\$28.87	\$103.93
TOTAL=		\$140.19	\$251.52

ESTRUCTURA VOLADO DOBLE 46KV 3H (46VD3)			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR DE COLUMNA 46KV	6	\$2.65	\$19.08
CRUCERODEI20-30SCM	2	\$60.06	\$144.14
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO PARA TRANSFORMADOR	2	\$2.37	\$5.69
ESPACIADOR PARA CRUCERO DOBLE	3	\$21.77	\$78.37
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAT. 8802	10	\$0.83	\$9.96
CRUCERO DE 78 -200CM	2	\$35.51	\$85.22
ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO 4 AWG (BLANDO) PARA AMARR	12	\$0.37	\$5.33
PERNO MAQUINA 1/2 X 1-112, AB CHANCE, CAL 8701-112	2	\$0.73	\$1.75
PERNO DOBLE 5/8 X 12, CHANCE 8862	2	\$2.13	\$5.11
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-112 AB CHANCE, CAL 864412	4	\$1.23	\$5.90
ABRAZADERA 6-6 5/8	1	\$3.19	\$3.83
ABRAZADERA 7-7 5/8	1	\$4.38	\$5.26
AISLADOR TIPO COLUMNA PARA 46 KV LAPP-9445X70S, ANSI-57-3	6	\$28.87	\$207.86
TOTAL=		\$164.09	\$577.51

TANGENTE SENCILLA 46KV 3H 46TS3			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR DE COLIJMNA 46 KVCAT J25249-i;0]	3	\$2.65	\$9.54
CRUCERO DE 120 - 305 CM	1	\$60.06	\$72.07
ESPIGA CABEZOTE AISLADOR POSTE	1	\$30.79	\$36.95
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO PARA TRANSFORMADOR	1	\$2.37	\$2.84
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAT. 8802	4	\$0.83	\$3.98
ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO *4 AW3 (BLANDO) PARA AMARRADERA.	6	\$0.37	\$2.66
PERNO MAQUINA 1(2 X 1-1/2, AB CHANCE, CAT. 8701-112	2	\$0.73	\$1.75
PERNO CARROCERIA 1(2 X 4-112, AB CHANCE, CAT. 864412	6	\$1.23	\$8.86
ABRAZADERA 6-6 6/8	3	\$3.19	\$11.48
DIAG .4-HIERRO 1-1/4 XI -114 XI -1/4 XI .40M	2	\$15.62	\$37.49
AISLADOR TIPO COLUMNA PARA 46 KV LAPP-9445X70S, ANSI-57-3	3	\$28.87	\$103.93
TOTAL=		\$146.71	\$291.56

TANGENTE DOBLE 46KV 3H 46TD3			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPPIGA PARA AISLADOR DE COLUMNA 46 KV CAT. J25249-1;0]	6	\$2.65	\$19.08
CRUCERO DE 120 - 305 CM	2	\$60.06	\$144.14
ESPIGA CABEZOTE AISLADOR POSTE	2	\$30.79	\$73.90
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO PARA TRANSFORMADOR	2	\$2.37	\$5.69
ESPACIADOR PARA CRUCERO DOBLE	2	\$21.77	\$52.25
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAT. 8802	8	\$0.83	\$7.97
ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO *4 AWG (BLANDO) PARA AMARRADERA. A	6	\$0.37	\$2.66
ESPACIADOR PARA DOBLE CABEZOTE	2	\$5.03	\$12.07
PERNO MAQUINA 1(2 X 1-112, AB CHANCE, CAT. 6701 -112	4	\$0.73	\$3.50
PERNO DOBLE 5/8 X 12, CHANCE 8862	2	\$2.13	\$5.11
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-112, AB CHANCE, CAT 864412	8	\$1.23	\$11.81
ABRAZADERA 6-65/8	4	\$3.19	\$15.31
DIAG HIERRO 1-1/4 XI -114 XI -1/4 XI .40M	4	\$15.62	\$74.98
PERNO MAQUINA 5/8 X 8, AB CHANCE, CAT. 8808	4	\$2.61	\$12.53
AISLADOR TIPO COLUMNA PARA 46 KV LAPP-9445X70S, ANSI-57-3	6	\$28.87	\$207.86
TOTAL=		\$178.25	\$648.86

ESTRUCTURA CORTE HORIZONTAL 46KV 3H 46CH3			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR DE COLUMNA 46 KV CAT J25249-1	1	\$2.65	\$3.18
CONECTOR YP26AU2, BURNDV	3	\$0.70	\$2.52
CRUCERO DE 120 - 305 CM	2	\$60.06	\$144.14
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO PARA TRANSFORMADOR	2	\$2.37	\$5.69
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAT. 8802	4	\$0.83	\$3.98
CRUCERO DE 78 - 200 CM	4	\$35.51	\$170.45
ALAMBRE COBRE 6 AW3 DESNUDO.	2	\$1.15	\$2.76
CLEVIS DE REMATE PEQUEÑO PARA CABLE 397, BETHEA, CAT. SA-201	6	\$6.90	\$49.68
PERNO MAQUINA 112 X 1-112, AB CHANCE, CAT. 8701-112	4	\$0.73	\$3.50
PERNO DOBLE 5/8 X 12, CHANCE 8862	2	\$2.13	\$5.11
PERNO CARROCERIA 112 X 4-1/2, AB CHANCE, CAT. 864412	4	\$1.23	\$5.90
ABRAZADERA 6-6 5/8	2	\$3.19	\$7.66
TUERCA ARGOLLA 5/8, AB CHANCE, CAT. 6502	6	\$1.72	\$12.38
REMATE PREFORMADO ACSR 2 AWG, PLP DG-4542	6	\$0.91	\$6.55
AISLADOR SUSPENSION PORC. 23 KV CLEVIS, CAT. ANSI 52-4	24	\$16.08	\$463.10
AISLADOR TIPO COLUMNA PARA 46 KV LAPP-9445X70S, ANSI-57-3	1	\$28.87	\$34.64
TOTAL=		\$165.03	\$921.26

ESTRUCTURA REMATE HORIZONTAL 46KV 3H 46RH3			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
CRUCERODE 120-305CM	2	\$60.06	\$144.14
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO PARA TRANSFORMADOR	2	\$2.37	\$5.69
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAT. 8802	4	\$0.83	\$3.98
CLEVIS DE REMATE PEQUEÑO PARA CABLE 397, BETHEA, CAT. SA-201	3	\$6.90	\$24.84
PERNO MAQUINA 1/2 X 1-112, AB CHANCE, CAT. 8701-112	4	\$0.73	\$3.50
PERNO DOBLE 518 X 12, CHANCE 8862	2	\$2.13	\$5.11
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-112, AB CHANCE, CAT. 864412	4	\$1.23	\$5.90
ABRAZADERA 6-6 5/8	2	\$3.19	\$7.66
DIAGJ1-HIERRO 1-114 XI -1/4 XI -114 XI .40M	4	\$15.62	\$74.98
TUERCA ARGOLLA 5/8, AB CHANCE, CAT. 6502	3	\$1.72	\$6.19
REMATE PREFORMADO ACSR 2 AW3, PLP DG-4542	3	\$0.91	\$3.28
AISLADOR SUSPENSION PORC 23KV CLEVIS CAT ANSI 52-4	12	\$16.08	\$231.56
TOTAL=		\$111.77	\$516.83

ESTRUCTURA CRUCE HORIZONTAL DOBLE REMATE 46KV 3H 46CHDR3			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR DE COLUMNA 46KV CAT J25249-1	2	\$2.50	\$6.00
CONECTOR YP26AU2, BURNDY	3	\$0.67	\$2.40
CRUCERO DE 120 - 305 CM	4	\$60.00	\$288.00
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO PARA TRANSFORMADOR	4	\$2.25	\$10.80
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAT. 8802	8	\$0.75	\$7.20
ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO 4 AWG (BLANDO) PARA AMARRADEF	4	\$0.25	\$1.20
OLE VIS DE REMATE PEQUEÑO PARA CABLE 397, BETI-IEA, CAT. SA-201	6	\$6.83	\$49.20
PERNO MAQUINA 112 X 1-112, AB CHANCE, CAT. 8701-112	8	\$0.63	\$6.00
PERNO DOBLE 5/8 X 12, CHANCE 8862	4	\$2.00	\$9.60
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-112, AB CHANCE, CAT. 864412	8	\$1.13	\$10.80
ABRAZADERA 6-6518	4	\$1.50	\$7.20
ABRAZADERA 7-7 5/8	8	\$1.00	\$9.60
DIAG.,HIERRO 1-1/4 XI -114 XI -1/4 XI 40M	2	\$62.00	\$148.80
PERNO CARROCERIA 1/2 X4-1/2, AB CHANCE CAT 864412	8	\$1.13	\$10.80
TUERCA ARGOLLA 5/8, AB CHANCE, CAT. 6502	6	\$1.67	\$12.00
REMATE PREFORMADO ACSR 2 A3, PLP DG-4542	6	\$0.83	\$6.00
AISLADOR TIPO SUSPENSION PORC 23KV CLEVIS	24	\$16.04	\$462.00
AISLADOR TIPO COLUMNA PARA 46 KV LAPP-9445X70S, ANSI-57-3	2	\$28.50	\$68.40
TOTAL=		\$189.67	\$1,116.00

ESTRUCTURA CRUCE ANGULAR SENCILLO 46KV 3H 46CAS3			
Descripcion producto	cantidad	PU	PT
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AS CHANCE, CAT. 8602;0]	3	\$0.83	\$2.99
GRAPA ANGULAR NO. 2	3	\$2.63	\$9.47
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-112, AB CHANCE, CAT. 864412	6	\$1.23	\$8.86
ABRAZADERA 6-6 5/8	1	\$3.19	\$3.83
ABRAZADERA 7-7 5/8	2	\$4.38	\$10.51
TUERCA ARGOLLA 5/8, AB CHANCE, CAT. 6502	3	\$1.72	\$6.19
AISLADOR SUSPENSION PORC. 23 KV CLEVIS, CAT. ANSI 52-4	12	\$16.08	\$231.55
TOTAL=		\$30.06	\$273.40

ESTRUCTURA CRUCE ANGU ESPEGAS 46KV 3H46CAE3			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR DE COLUMNA 46 KV CAT J25249-1;0]	3	\$2.65	\$9.54
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAY. 8802	9	\$0.83	\$8.96
ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO 84 Afío (BLANDO) PARA AMARRADER?	6	\$0.37	\$2.66
CLEVIS DE REMATE PEQUEÑO PARA CABLE 397, BETHEA, CAY. SA-201	6	\$6.90	\$49.68
PERNO CARROCERIA 112 X 4-112, AB CHANCE, CAT. 864412	18	\$1.23	\$26.57
ABRAZADERA 6-6 5/8	3	\$3.19	\$11.48
ABRAZADERA 7-7 5/8	6	\$4.38	\$31.54
TUERCA ARGOLLA 5/8, AB CHANCE, CAT. 6502	6	\$1.72	\$12.38
REMATE PREFORMADO ACSR 2 AWG, PLP DG-4542	6	\$0.91	\$6.55
AISLADOR SUSPENSION PORC. 23KV CLEVIS, CAT. ANSI 52-4	24	\$16.08	\$463.10
AISLADOR TIPO COLUMNA PARA 46 KV LAPP-9445X70S, ANSI-57-3	3	\$28.87	\$103.93
TOTAL=		\$67.13	\$726.41

ESTRUCTURA DERIVACION HORIZONTAL 46KV 3H 46DH3			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR DE COLUMNA 46 KV CAT. J25249-i;0]	2	\$2.65	\$6.36
CONECTOR YP26AU2, BURNDV	3	\$0.70	\$2.52
CRUCERO DE 120-305CM	2	\$60.06	\$144.14
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO PARA TRANSFORMADOR	2	\$2.37	\$5.69
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAY. 8802	4	\$0.83	\$3.98
ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO 84 AWG (BLANDO) PARA AMAF	4	\$0.37	\$1.78
CLEVIS DE REMATE PEQUEÑO PARA CABLE 397, BETHEA, CAT. SA	3	\$6.90	\$24.84
PERNO MAQUINA 1/2 X 1-112, AB CHANCE, CAY. 8701-112	4	\$0.73	\$3.50
PERNO DOBLE 5/8 X 12, CHANCE 8862	2	\$2.13	\$5.11
PERNO CARROCERIA 112 X 4-112, AB CHANCE, CAT. 864412	4	\$1.23	\$5.90
ABRAZADERA 7-7 5/8	2	\$4.38	\$10.51
DIAGKIIERRO 1-1/4 X1-1/4 X1-1/4 XI 4DM	4	\$15.62	\$74.98
TUERCA ARGOLLA 5/8, AB CHANCE, CAT. 6502	3	\$1.72	\$6.19
REMATE PREFORMADO ACSR 2 AWO, PLP DG-4542	3	\$0.91	\$3.28
AISLADOR SUSPENSION PORC. 23 KV CLEVIS, CAT. ANSI 52-4	12	\$16.08	\$231.55
AISLADOR TIPO COLUMNA PARA 46 KV LAPP-9445X70S, ANSI-57-	2	\$28.87	\$69.29
TOTAL=		\$145.55	\$599.63

ESTRUCTURA ANGULAR SENCILLA EXTERNO 7°-60° 46KV HENDRYX			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR	3	\$2.65	\$9.54
PERNO MAQUINA 518 X 2, AB	3	\$0.83	\$2.99
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-	6	\$1.23	\$8.86
ABRAZADERA 6-6 518	1	\$3.19	\$3.83
ABRAZADERA 7-7 5/8	2	\$4.38	\$10.51
TUERCA ARGOLLA 518, AB C	1	\$1.72	\$2.06
COVERED TIE1RE, 4 AWG	6	\$1.88	\$13.54
BA3-35 BRACKET, MARCA HE	1	\$63.06	\$75.67
CMA-1 CLAMP, MARCA HEND	1	\$19.67	\$23.60
AISLADOR TIPO PIN HENDRIX	3	\$19.75	\$71.10
TOTAL=		\$118.36	\$221.70

ESTRUCTURA REMATE A 46KV HENDRYX			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
GRILLETE DE ANCLAJE 5/8	3	\$9.23	\$33.23
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB	3	\$0.83	\$2.99
CLEVIS DE REMATE PEQUEÑC	4	\$6.90	\$33.12
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-	6	\$1.23	\$8.86
ABRAZADERA 6-6 518	3	\$3.19	\$11.48
TUERCA ARGOLLA 5/8, AB C	1	\$1.72	\$2.06
REMATE PREFORMADO TIPO.	1	\$27.14	\$32.57
DEAD END BRACKET, HENDRI	1	\$61.02	\$73.22
AISLADOR SUSPENSION EPO	3	\$61.75	\$222.30
REMATE PREFORMADO RECU	3	\$49.66	\$178.78
TOTAL=		\$222.67	\$598.61

ESTRUCTURA CRUCE HORIZONTAL DOBLE REMATE 46KV HENDRYX			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR DE COLUMNA 46KV CAT. J25249-1	2	\$2.65	\$6.36
GRILLETE DE ANCLAJE 518	6	\$9.23	\$66.46
ERNO MAQUINA 518 X 2, AB CHANCE, CAL 8802	6	\$0.83	\$5.98
CLEVIS DE REMATE PEQUEÑO PARA CABLE 397, BETHEA, CAT. SA-201	8	\$6.90	\$66.24
ERNO CARROCERIA 112 X 4-112, AB CHANCE, CAT. 854412	12	\$1.23	\$17.71
ABRAZADERA 6-6 5/8	3	\$3.19	\$11.48
ABRAZADERA 7-7 5/8	3	\$4.38	\$15.77
TUERCA ARGOLLA 518, AB CHANCE, CAT. 6502	2	\$1.72	\$4.13
DOVERED TIE tMRE, Y 4 AW3 SOLID SOFT DRAWALUMINIUN, MARCA HEND	4	\$1.88	\$9.02
REMATE PREFORMADO TIPO AWDE-41 28, PLP, MESS GRIP, HENDRIX	2	\$27.14	\$65.14
DEAD END BRACKET HENDRIX TYPE BD-35	2	\$61.02	\$146.45
AISLADOR SUSPENSION EPOXICO HENDRIX PARA 46KV (DEINS3S)	6	\$61.75	\$444.60
AISLADOR TIPO PIN HENDRIX 46KV (HPI-35-02)	2	\$19.75	\$47.40
REMATE PREFORMADO RECUBIERTO TIPO ND-01 26 MARCA PLP, PARA CAB	6	\$49.66	\$357.55
TOTAL=		\$251.33	\$1,264.28

ESTRUCTURA TANGENTE SENCILLA TIPO HENDRYX 0°-6° 46KV			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ALMOHADILLA CRUCERO	1	\$2.37	\$2.84
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB	3	\$0.83	\$2.99
ARANDELA REDONDA 1/2	2	\$0.25	\$0.60
ALMOHADILLA CRUCERO MA	2	\$1.20	\$2.88
PERNO CARROCERIA 112 X 4-	6	\$1.23	\$8.86
ABRAZADERA 7-7 518	3	\$4.38	\$15.77
SPACERS RTL-46, MARCA HE	1	\$17.73	\$21.28
BM-24A MESSENGER BRACKI	1	\$64.36	\$77.23
TS-1 STIRRUP, MARCA HENDRYX	1	\$9.64	\$11.57
ANTI SWAY BAR TYPE BAS	1	\$10.60	\$12.72
TOTAL=		\$112.59	\$156.73

ESTRUCTURA CORTE HORIZONTAL HENDRYX 46KV			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR DE COLIJMNA 46KV (AL .J25249-1;0]	5	\$2.65	\$15.90
GRILLETE DE ANCLAJE 518	6	\$9.23	\$66.46
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB CHANCE, CAL 8802	8	\$0.83	\$7.97
CLE VIS DE REMATE PEQUEÑO PARA CABLE 397, BETHEA, CAL SA-21J1	8	\$6.90	\$66.24
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-1/2, AB CHANCE, CAT. 864412	10	\$1.23	\$14.76
ABRAZADERA 6-6 5/8	3	\$3.19	\$11.48
ABRAZADERA 7-7 5/8	2	\$4.38	\$10.51
TUERCA ARGOLLA 5/8, AB CHANCE, CAT. 6502	2	\$1.72	\$4.13
BM-24A MESSENGER BRACKET, MARCA HENDRIX	1	\$64.36	\$77.23
COVERED TIE W1RE, 4 AM3 SOLID SOFT DRAW ALUMINIUN, MARCA H	10	\$1.88	\$22.56
REMATE PREFORMADO TIPO AV'©E-41 28, PLP, MESS GRIP, HENDRIX	2	\$27.14	\$65.14
DEAD END BRACKET, HENDRIX TYPE BD-35	1	\$61.02	\$73.22
AISLADOR SUSPENSION EPOXICO HENDRIX PARA 46KV (DEINS35)	6	\$61.75	\$444.60
AISLADOR TIPO PIN HENDRIX 46KV (HPI-35-02)	5	\$19.75	\$118.50
REMATE PREFORMADO RECUBIERTO TIPO ND-0126 MARCA PLP, PARA'	6	\$49.66	\$357.55
TOTAL=		\$315.69	\$1,356.25

ESTRUCTURA ANGULAR SENCILLO INTERNO 7°-60°			
Descripcion producto	cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR	3	\$2.65	\$9.54
PERNO MAQUINA 5/8 X 2, AB	2	\$0.83	\$1.99
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-	4	\$1.23	\$5.90
ABRAZADERA 7-7 5/8	2	\$4.38	\$10.51
COVERED TIEMRE, # 4 AWO	6	\$1.88	\$13.54
BA3-35 BRACKET, MARCA HENDRYX	1	\$63.06	\$75.67
AISLADOR TIPO PIN HENDRIX	3	\$19.75	\$71.10
GRAPA ANGULAR HENDRIX 1	1	\$34.41	\$41.29
TOTAL=		\$128.19	\$229.55

ESTRUCTURA TANGENTE SENCILLA (13TS1)			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR COLUMNA 46kv	1	\$2.65	\$3.18
ESPIGA CABEZOTE AISLADOR POSTE	1	\$30.79	\$36.95
PERNO MAQUINA 5/8 X 2	1	\$0.83	\$1.00
ALAM DE ALUMINIO DESNUDO #4 AWG	2	\$0.37	\$0.89
PERNO MAQUINA 5/8 X 10	1	\$0.95	\$1.14
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-1/2	2	\$1.23	\$2.95
ARANDELA REDONDA 5/8	1	\$0.15	\$0.18
ABRAZADERA 6-6 5/8	1	\$3.74	\$4.49
AISLADOR TIPO COLUMNA P/13.2KV	1	\$19.86	\$23.83
TOTAL=		\$60.57	\$74.60

ESTRUCTURA TANGENTE VOLADO SENCILLO (13VS1)			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR COLUMNA 46kv	1	\$2.65	\$3.18
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO	1	\$3.30	\$3.96
CRUCERO DE 94" - 238CM	1	\$73.47	\$88.16
TIRANTE 72"	1	\$21.12	\$25.34
PERNO MAQUINA 5/8 X 2	1	\$0.83	\$1.00
ALAM DE ALUMINIO DESNUDO #4 AWG	2	\$0.37	\$0.89
PERNO MAQUINA 5/8 X 10	1	\$0.95	\$1.14
PERNO MAQUINA 1/2 X 1-1/2	1	\$0.73	\$0.88
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-1/2	2	\$1.23	\$2.95
ABRAZADERA 7-7 5/8	1	\$4.40	\$5.28
AISLADOR TIPO COLUMNA P/13.2KV	1	\$19.86	\$23.83
TOTAL=		\$128.91	\$156.61

ESTRUCTURA TANGENTE SENCILLA (13TS3)			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR COLUMNA 46kv	3	\$2.65	\$9.54
ESPIGA CABEZOTE AISLADOR POSTE	1	\$30.79	\$36.95
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO	1	\$3.30	\$3.96
CRUCERO DE 94" - 238CM	1	\$73.47	\$88.16
TIRANTE EN V DE 45"	1	\$14.07	\$16.88
PERNO MAQUINA 5/8 X 2	2	\$0.83	\$1.99
ALAM DE ALUMINIO DESNUDO #4 AWG	6	\$0.37	\$2.66
PERNO MAQUINA 1/2 X 1-1/2	2	\$0.73	\$1.75
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4-1/2	6	\$1.23	\$8.86
ABRAZADERA 6-6 5/8	2	\$5.61	\$13.46
AISLADOR TIPO COLUMNA P/13.2KV	3	\$19.86	\$71.50
TOTAL=		\$152.91	\$255.72

ESTRUCTURA TANGENTE VOLADO SENCILLO (13VS3)			
Descripcion producto	Cantidad	PU	PT
ESPIGA PARA AISLADOR COLUMNA 46kv	3	\$2.65	\$9.54
ALMOHADILLA CRUCERO HIERRO	1	\$3.30	\$3.96
CRUCERO DE 94" - 238CM	1	\$73.47	\$88.16
TIRANTE DE 72"	1	\$21.12	\$25.34
PERNO MAQUINA 5/8 X 2	2	\$0.83	\$1.99
ALAM DE ALUMINIO DESNUDO #4 AWG	6	\$0.37	\$2.66
PERNO MAQUINA 1/2 X 1 1/2	1	\$0.73	\$0.88
PERNO CARROCERIA 1/2 X 4 1/2	4	\$1.23	\$5.90
ABRAZADERA 6-6 5/8	1	\$3.74	\$4.49
ABRAZADERA 7-7 5/8	1	\$4.40	\$5.28
AISLADOR TIPO COLUMNA P/13.2KV	3	\$19.86	\$71.50
TOTAL=		\$131.70	\$219.71

Conductores de Aluminio Reforzados con Acero A.C.S.R.

CONDUCTOR ELABORADO BAJO NORMAS:

ASTM B230 • ASTM B232 • INEN

NOMBRE CLAVE	CALIBRE AWG O MCM	SECCION AL mm ²	SECCION TOTAL mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm. AL . St	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO AL Kg/Km	PESO ACERO Kg/Km	PESO TOTAL Kg/Km	TENSION DE RUPTURA Kg.	RESISTENCIA C.C. A 20°C ohms/Km.	CAP. DE CORRIENTE DE 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
Waxwing	266,80	135,20	157,20	18x3,09 + 1x3,09	15,47	371,50	58,30	429,80	3210,00	0,2126	449
Partridge	266,80	135,20	142,60	26x2,57 + 7x2,00	16,28	373,50	171,90	545,40	5100,00	0,2117	457
Ostrich	300,00	152,00	176,70	26x2,73 + 7x2,12	17,28	419,70	193,00	612,70	5730,00	0,1900	492
Piper	300,00	152,00	187,50	30x2,54 + 7x2,54	17,78	420,20	276,80	697,00	7000,00	0,1902	490
Merlin	336,40	170,50	179,90	18x3,47 + 1x3,47	17,37	468,40	73,60	542,00	4060,00	0,1686	519
Linnet	336,40	170,50	198,30	26x2,89 + 7x2,25	18,31	470,70	216,70	687,40	6375,00	0,1671	529

**CONDUCTOR ELABORADO BAJO NORMAS:
ASTM B230 • ASTM B232 • INEN**

NOMBRE CLAVE	CALIBRE AWG O MCM	SECCION AL mm ²	SECCION TOTAL mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm. AL . St	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO AL Kg/Km	PESO ACERO Kg/Km	PESO TOTAL Kg/Km	TENSION DE RUPTURA Kg.	RESISTENCIA C.C. A 20°C ohms/Km.	CAP. DE CORRIENTE DE AMP.
Oriole	336,40	170,50	210,30	30x2,69 + 7x2,69	18,83	471,30	310,30	781,60	7735,00	0,1666	535
Chickadee	397,50	201,42	212,50	18x3,77 + 1x3,77	18,87	554,40	87,10	641,50	4717,00	0,1427	576
Brant	397,50	201,42	227,55	24x3,27 + 7x2,18	19,61	557,90	203,90	761,80	6622,00	0,1418	584
Ibis	397,50	201,42	234,20	26x3,14 + 7x2,44	19,88	556,10	255,60	811,70	7340,00	0,1414	587
Lark	397,50	201,42	248,40	30x2,92 + 7x2,92	20,44	556,60	366,70	923,30	9060,00	0,1405	594
Pelikan	477,00	241,70	255,10	18x4,14 + 1x4,14	20,68	666,30	104,60	770,90	5579,00	0,1189	646
Flicker	477,00	241,70	273,10	24x3,58 + 7x2,39	21,48	669,70	244,40	914,10	7802,00	0,1175	655
Hawk	477,00	241,70	281,10	26x3,44 + 7x2,68	21,80	667,40	307,50	974,90	8820,00	0,1175	659
Hen	477,00	241,70	298,10	30x3,20 + 7x3,20	22,40	668,00	440,00	1108,00	10590,00	0,1170	666
Heron	500,00	253,30	312,40	30x3,28 + 7x3,28	22,96	701,00	461,00	1162,00	11090,00	0,1141	694
Osprey	556,50	282,00	298,20	18x4,47 + 1x4,47	23,22	784,50	125,60	910,10	6215,00	0,1015	711
Parakeet	556,50	282,00	318,52	24x3,87 + 7x2,58	23,22	781,30	285,50	1066,80	9004,00	0,1010	721
Dove	556,50	282,00	327,90	26x3,72 + 7x2,89	23,55	779,00	358,00	1137,00	10140,00	0,1007	726
Eagle	556,50	282,00	347,80	30x3,46 + 7x3,46	24,22	779,00	514,00	1293,00	12360,00	0,1001	734
Peacock	605	306,60	346,39	24x4,03 + 7x2,69	24,21	849,80	309,50	1159,30	9798,00	0,09420	760
Squab	605	306,60	356,45	26x3,87 + 7x3,01	24,54	850,40	389,80	1240,20	10954,00	0,09410	765
Teal	605	306,60	376,45	30x3,61 + 19x2,16	25,25	851,20	546,20	1397,40	13630,00	0,09402	773
Rook	636	322,30	364,00	24x4,14 + 7x2,76	24,82	892,90	325,80	1218,70	10274,00	0,08966	784
Grosbeck	636	322,30	374,70	26x3,97 + 7x3,09	25,15	890,00	409,00	1299,00	11340,00	0,089530	789
Egret	636	322,30	395,60	30x3,70 + 19x2,22	25,90	891,00	575,00	1466,00	14330,00	0,08948	798
Flamingo	666,6	337,74	381,55	24x4,23 + 7x2,82	25,40	936,00	341,00	1277,00	10773,00	0,08550	817
Starling	715,50	362,50	421,60	26x4,21 + 7x3,28	26,68	1001,00	461,00	1462,00	12750,00	0,07966	849
Redwing	715,50	362,50	445,10	30x3,92 + 19x2,35	27,43	1002,00	646,00	1648,00	15690,00	0,07958	859
Drake	795,00	402,80	468,00	26x4,44 + 7x3,45	28,11	1116,20	511,20	1627,40	14290,00	0,07051	907
Mallard	795,00	402,80	494,70	30x4,14 + 19x2,48	28,96	1114,00	719,00	1833,00	17440,00	0,06977	918

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aislante

Un material aislante es aquel que, debido a que los electrones de sus átomos están fuertemente unidos a sus núcleos, prácticamente no permite sus desplazamientos y, por lo tanto, tampoco el paso de la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de tensión entre dos puntos del mismo.

Amperio

Unidad de medida de la corriente eléctrica, que debe su nombre al físico francés André Marie Ampere, y representa el número de cargas (coulombs) por segundo que pasan por un punto de un material conductor. (1 Amperio = 1 coulomb/segundo).

Alta Tensión Tensiones

Nominales superiores a 1 Kv, 1.000 voltios

Arco Eléctrico

Es una especie de descarga eléctrica de alta intensidad, la cual se forma entre dos electrodos en presencia de un gas a baja presión o al aire libre.

Área de servicio: Territorio en el cual se requiere el servicio eléctrico o se tiene el derecho para solicitarlo.

Circuito LOOP

Circuito que conecta una Sub-Estación con otra Sub-Estación.

Conductor aislado: Conductor cubierto con un material dieléctrico (no aire), que tiene una capacidad de aislamiento igual o mayor que la tensión entre fases del circuito en el cual el conductor es usado.

Conductor cubierto (encerrado): Es el que tiene una cubierta aislante cuya rigidez dieléctrica nominal es desconocida, o es menor que la requerida para la tensión del circuito que en el conductor se usa.

Corriente eléctrica: flujo de carga eléctrica que pasa por un cuerpo conductor; su unidad de medida es el amperio.

Circuito eléctrico: conjunto de elementos del circuito conectados en una disposición tal que conforman un sistema para mover cargas eléctricas a lo largo de trayectorias cerradas.

Caída de tensión: Es la diferencia entre la tensión de transmisión y de recepción.

Capacidad de transmisión: Potencia máxima que se puede transmitir a través de una línea de transmisión; tomando en cuenta restricciones técnicas de operación como: el límite térmico, caída de tensión, límite de estabilidad en estado estable, etc.

Capacidad disponible (en un sistema): Suma de las capacidades efectivas de las unidades del sistema que se encuentran en servicio o en posibilidad de dar servicio durante el periodo de tiempo considerado.

Calidad de la energía eléctrica. El diseño de líneas y subestaciones de distribución de energía eléctrica deberá considerar los parámetros del servicio existente en la zona, con la finalidad de mejorar o en todo caso no deteriorar la calidad del mismo, de conformidad a las normas técnicas vigentes.

Banco de transformación: Conjunto de tres transformadores o auto transformadores, conectados entre sí para que operen de la misma forma que un transformador o auto transformador trifásico.

Barra colectora (bus): Conductor eléctrico rígido, ubicado en una Subestación con la finalidad de servir como conector de dos o más circuitos eléctricos.

Disyuntor (Seccionalizador): Interruptor automático por corriente diferencial. Se emplea como dispositivo de protección contra los contactos indirectos, asociado a la puesta a tierra de las masas de las instalaciones eléctricas.

Impacto ambiental: El diseño de líneas y subestaciones de distribución de energía eléctrica deberá cumplir con lo establecido en las normas legales de protección al medio ambiente.

Instalación eléctrica: conjunto de aparatos y circuitos asociados, en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Flecha: Es la distancia vertical medida desde cualquier punto de un conductor a la línea recta imaginaria que une los dos puntos de soporte del conductor en las estructuras. A menos que se especifique en un punto determina

Línea Aérea: Es una adaptación de componentes, destinados al transporte de energía eléctrica. Esta constituida por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

Línea de Suministro Eléctrico: Son los conductores utilizados para transportar energía eléctrica a diferentes niveles de voltaje, incluyendo sus estructuras de soporte. Estas líneas pueden ser aéreas o subterráneas.

Subestación de Distribución de Energía Eléctrica o Subestación: Es la instalación ubicada en un ambiente específico y protegido, compuesta por equipos tales como: seccionadores, interruptores, barras, transformadores, etc., a través de la cual la energía eléctrica se transmite con el propósito de conmutarla o modificar sus características.

SIGET: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

Servidumbre: Se entiende por servidumbre aquel derecho real que afecta al dominio de un bien inmueble, limitando algunos de los derechos inherentes a la propiedad y obligando al titular del bien a permitir a uno o más terceros, en virtud de la misma, realizar determinadas actividades.

Vano: Distancia horizontal entre dos estructuras consecutivas.

Materiales y equipos. En las líneas y subestaciones de distribución de energía eléctrica, deberán utilizarse materiales y equipos que cumplan con las normas nacionales y/o internacionales vigentes correspondientes tales como las normas IEC, ANSI, ASTM. Estos materiales y equipos deberán resistir y soportar las condiciones mínimas operativas climáticas y ambientales, tales como salinidad, polución, vientos fuertes, etc., conforme al grado de construcción que aplique, de tal forma que garanticen la calidad del servicio conforme a las normas técnicas aprobadas vigentes.

Estructura: Es la unidad principal de soporte, generalmente se aplica a los herrajes y materiales, incluyendo al poste o torre adaptado para ser usado como medio de soporte de líneas aéreas de energía eléctrica y las retenidas.

Electricidad: fenómeno físico resultado de la existencia de cargas eléctricas y de la interacción de ellas.

Energía: Capacidad de un cuerpo o sistema para realizar un trabajo. La energía eléctrica se mide en kilowatios-hora (kW/h).

Voltio: unidad utilizada para medir la diferencia de potencial o tensión entre dos puntos de un circuito eléctrico. Su abreviatura es V.

Vatio: unidad que representa la potencia eléctrica. Un kilovatio es igual a 1.000 vatios. Se representa por la letra W.

Kilovatio/hora: unidad de energía que se emplea para medir la cantidad de energía consumida. Se representa mediante la abreviatura Kw/h.

Retenida: Cable tensor para equilibrar sumatoria de fuerzas

BIBLIOGRAFIA

LIBROS:

- “LINEAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA” 3° EDICION
AUTOR: LUIS MARIA CHECA.
- “SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA “
“COMPENDIO DIDACTICO DE SISTEMA DE DISTRIBUCION DE
ENERGIA ELECTRICA” (621.313-V152-19970)
AUTOR: Jorge Andrés Basagoitia

INTERNET:

- <http://earth.google.es/>
- <http://www.productosatlas.com/>
- <http://www.imfica.com.sv/>
- <http://www.hendrix-wc.com/hendrix/home-sp.htm>
- http://www.andece.org/andece/fileadmin/servicios/Info-Difusion/infodifusion_enero_07.pdf
- <http://www.iberapa.es/productos/8/autovalvulas/pdf/PA.01.03.A-EF.pdf>

ACUERDO SIGETS:

- Estándares para la construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica IV

Capítulos 8-13 y Anexos

- Estándares para la construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica III

Capítulo 7, Líneas 13.2KV tipo A y tipo B

- Estándares para la construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica II

Capítulos 5 y 6; Líneas de 46 y 23KV

- Estándares para la construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica I

Capítulos del 1-4, Normas generales y detalles constructivos.