

P R O Y E C T O   D E   N O R M A S   D E   S E G U R I D A D

P A R A   T R A B A J O S

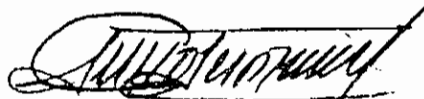
E N   L I N E A S   D E   A L T A   T E N S I O N

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO  
EN LA ESPECIALIZACION DE ELECTRICIDAD (FUERZA) DE LA  
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

JORGE MARCELO BANDERAS FREILE

Quito, Octubre de 1973

Certifico que la presente Tesis,  
fue realizada en su totalidad por  
el señor Jorge M. Banderas F.



---

ING. JULIO JURADO M.,  
Director de Tesis

## AGRADECIMIENTO

Al señor Ingeniero Julio Jurado M.  
por su valiosa dirección y orienta-  
ción para que este trabajo se rea-  
lice.

A la señora María Cisneros por su  
ayuda en la escritura a máquina.

A todas las personas que de una u  
otra forma han prestado su ayuda  
para la realización de este traba-  
jo.

## INDICE DE MATERIAS

		<u>Página</u>
	CAPITULO "I"	
1.	GENERALIDADES .....	1
1.1	Origen de las Ideas de Seguridad.....	1
1.1.1	Progresos de las Ideas de Seguridad..	3
1.2	Costo de los Accidentes.....	4
1.3	Visualización del problema en el Ecua dor y en otros países.....	7
1.3.1	La Seguridad en el Ecuador.....	8
1.3.2	La Seguridad en otros países.....	9
1.3.3	Estadísticas de Seguridad.....	10
1.4	Recursos de los Movimientos de Seguri dad.....	12
1.5	Razones para la prevención de acciden tes.....	13
1.6	Objeto del trabajo.....	15
	CAPITULO "II"	
2.	RIESGOS DE LOS TRABAJOS EN SISTEMAS - ELECTRICOS.....	16
2.1	Razones y Causas de los Riesgos en - Sistemas Eléctricos.....	16

Página

2.1.1	Riesgos Eléctricos por Condiciones Inseguras.....	17
2.1.2	Riesgos Eléctricos por Acciones Inseguras de Personas no Técnicas.....	18
2.1.3	Riesgos Eléctricos por Acciones Inseguras del Personal Técnico que trabaja en los Sistemas Eléctricos.....	18
2.1.4	Riesgos Eléctricos por Otras Causas..	19
2.2	Efectos Fisiológicos de la Electricidad.....	20
2.3	Como Tratar al Accidentado.....	27
2.4	Como Prevenir los Accidentes.....	35

## CAPITULO "III"

3.	NORMAS DE SEGURIDAD.....	39
3.1	Elementos de Protección Personal.....	39
3.1.1	Puntos Generales.....	39
3.1.2	Casco de Seguridad, Normas, Pruebas y Usos.....	40
3.1.2.1	Generalidades.....	40
3.1.2	Características Técnicas.....	40
3.1.2.3	Pruebas.....	41

3.1.2.4	Mantenimiento e Inspección.....	43
3.1.2.5	Usos.....	44
3.1.3	Cinturón de Seguridad, Normas, Pruebas y Usos.....	45
3.1.3.1	Características Técnicas.....	45
3.1.3.2	Pruebas de Conservación.....	46
3.1.3.3	Mantenimiento e Inspección.....	48
3.1.3.4	Usos.....	50
3.1.3.5	Transporte y Almacenamiento.....	52
3.1.4	Guantes de Caucho, Normas, Pruebas y - Usos.....	52
3.1.4.1	Características Técnicas.....	52
3.1.4.2	Pruebas.....	53
3.1.4.3	Mantenimiento e Inspección.....	57
3.1.4.4	Usos.....	58
3.1.4.5	Transporte y Almacenamiento.....	59
3.1.5	Protectores de Cuero para Guantes de - Caucho, Normas, Pruebas y Usos.....	60
3.1.5.1	Generalidades.....	61
3.1.5.2	Características Técnicas.....	61
3.1.5.3	Mantenimiento e Inspección.....	61
3.1.5.4	Usos.....	62
3.1.6	Mangas Protectoras, Normas, Pruebas y	

	<u>Página</u>
Usos.....	62
3.1.6.1 Características Técnicas.....	62
3.1.6.2 Pruebas.....	64
3.1.6.3 Mantenimiento e Inspección.....	66
3.1.6.4 Usos.....	67
3.1.6.5 Transporte y Almacenamiento.....	68
3.1.7 Mantas Aislantes, Normas, Pruebas y - Usos.....	68
3.1.7.1 Generalidades.....	68
3.1.7.2 Características Técnicas.....	69
3.1.7.3 Pruebas.....	69
3.1.7.4 Mantenimiento e Inspección.....	70
3.1.7.5 Usos.....	71
3.1.7.6 Transporte y Almacenamiento.....	71
3.2 Herramientas para Trabajos en Líneas de Alta Tensión, Normas, Pruebas y - Usos.....	72
3.2.1 Herramientas para Trabajos en Líneas Energizadas.....	72
3.2.1.1 Generalidades.....	72
3.2.1.2 Pértigas Soportantes.....	78
3.2.1.3 Pértigas de Combinación.....	80
3.2.3 Escaleras.....	92
3.2.4 Herramientas Metólicas y Accesorios..	96

Página

3.2.5	Cuidado y Conservación de las Herramientas.....	99
3.2.5.1	Conservación de las Herramientas....	99
3.2.5.2	Protección de las Herramientas durante su Transporte.....	102
3.2.5.3	Reacondicionamiento de Herramientas.	103
3.3	Normas de Seguridad para Trabajos en Líneas Energizadas.....	105
3.3.1	Generalidades.....	105
3.3.2	Distancias Mínimas.....	107
3.3.3	Normas de Seguridad para Trabajadores que operan Líneas Energizadas...	109
3.3.4	Normas de Seguridad para la Realización misma de los trabajos.....	114
3.3.5	Revisión de Líneas.....	119
3.4	Normas de Seguridad para Trabajos en Líneas no Energizadas.....	120
3.4.1	Generalidades.....	120
3.4.2	Trabajos en Líneas Simples.....	124
3.4.3	Trabajos en Líneas con Transformadores Intercalados.....	126
3.4.4	Trabajos en Líneas de Doble Circuito	127
3.4.5	Trabajos en Líneas de Alta Tensión -	



	en Poste Común con Líneas de Baja Ten sión.....	128
3.4.6	Trabajos en Cruces con Líneas de Alta Tensión.....	129
3.4.7	Trabajos en Cruces con Líneas de Baja Tensión.....	131
3.4.8	Trabajos en Cruces con Vías de Comuni cación.....	131
3.5.	Trabajos con Equipo de Puesta a Tie- rra.....	133
3.5.1	Instalación del Equipo.....	133
3.5.2	Procedimiento para Puesta a Tierra en Mayor Número que los Equipos Disponi- bles.....	134
3.5.3	Pruebas de Cortocircuito a Tierra....	135
3.5.4	Remoción del Equipo de Puesta a Tie- rra.....	135
3.6	Secuencia de Operaciones para Traba - jos en Líneas de Alta Tensión.....	136
3.6.1	Trabajos en Líneas Energizadas.....	136
3.6.2	Trabajos en Líneas no Energizadas....	137

A M I E S P O S A

A M I S P A D R E S

## CAPITULO "IV"

4.	JUSTIFICACION DE LA NORMA.....	139
4.1.	Elementos de Protección del Personal.	139
4.1.1	Puntos Generales.....	139
4.1.2	Casco de Seguridad.....	140
4.1.2.1	Características Técnicas.....	140
4.1.2.2	Pruebas.....	140
4.1.2.3	Mantenimiento e Inspección.....	141
4.1.3	Cinturón de Seguridad.....	142
4.1.3.1	Características Técnicas.....	142
4.1.3.2	Pruebas.....	142
4.1.3.4	Mantenimiento e Inspección.....	143
4.1.3.5	Usos.....	143
4.1.4.1	Características Técnicas.....	143
4.1.4.2	Pruebas.....	144
4.1.4.3	Mantenimiento e Inspección.....	144
4.1.4.4	Usos.....	144
4.1.4.5	Transporte y Almacenamiento.....	145
4.1.5	Protectores de Cuero para Guantes de Caucho.....	145
4.1.5.1	Características Técnicas.....	145
4.1.5.2	Mantenimiento e Inspección.....	146
4.1.6	Mangas Protectoras.....	146

	<u>Página</u>
4.1.7 Mantas Aislantes.....	146
4.1.7.1 Características Técnicas.....	146
4.1.7.3 Inspección y Mantenimiento.....	147
4.1.7.4 Transporte y Almacenamiento.....	147
4.2 Herramientas para Trabajos en Líneas Energizadas.....	147
4.2.1 Generalidades.....	147
4.2.2 Conservación de las Herramientas.....	148
4.2.3 Transporte de las Herramientas.....	148
4.2.4 Reacondicionamiento de Herramientas..	149
4.3 Normas de Seguridad para Trabajos en Líneas Energizadas.....	149
4.3.1 Generalidades.....	149
4.3.2 Distancias Mínimas.....	150
4.3.3 Normas de Seguridad para trabajadores que operan en líneas energizadas.....	151
4.3.4 Normas de Seguridad para la realiza - ción mismo de los Trabajos.....	152
4.3.5 Revisión de Líneas.....	156
4.4 Normas de Seguridad para trabajos en Líneas no Energizadas.....	156
4.4.1 Generalidades.....	156
4.4.2 Trabajos en Líneas Simples.....	157

Página

4.4.3	Trabajos en Líneas con Transformadores Intercalados	160
4.4.4	Trabajos en Líneas de Alta Tensión y - en poste común en Líneas de Baja Ten - sión.....	161
4.4.5	Trabajos con Equipo de Puesta a Tierra	161
CAPITULO "V"		
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	164
	BIBLIOGRAFIA	166

## INDICE DE TABLAS Y CUADROS

	<u>Página</u>
TABLA No. 1	
Resistencia Promedio del Cuerpo Humano.....	21
TABLA No. 2	
Efectos de Ciertos Valores de Corriente en el Ser Humano.....	22
TABLA No. 3	
Prueba de Tensión para Medir la Corriente de Fuga	55
TABLA No. 4	
Tensiones de Ruptura.....	55
TABLA No. 5	
Límites de Espesor.....	56
TABLA No. 6	
Pruebas de Corriente para Mangas Protectoras.....	66
TABLA No. 7	
Límites de Espesor para Mangas Protectoras.....	67
TABLA No. 8	
Cargas de Trabajo para Pértigas.....	74
TABLA No. 9	
Cargas de Trabajo para Herramientas Varias.....	74
TABLA No. 10	
Conductor de Cobre Duro.....	75

Página

TABLA No. 11	
Cable de Aluminio con Refuerzo de Acero (ACSR)...	76
TABLA No. 12	
Cable de Aluminio sin Refuerzo.....	77
TABLA No. 13	
Distancias que Deben Sobrelapar las Dos Secciones de una Escalera Telescópica.....	95
TABLA No. 14	
Distancias Mínimas entre un Trabajador Autorizado y un Punto Energizado.....	108
TABLA No. 15	
Distancias Mínimas entre el Operador y el Extremo de la Pértiga en contacto con la Línea.....	109
CUADRO No. 1 ,	
Resumen de Períodos de Pruebas e Inspección para Casco.....	44
CUADRO No. 2	
Resumen de Períodos de Pruebas, Inspección y Man- tenimiento para Cinturones de Seguridad.....	52
CUADRO No. 3	
Resumen de Períodos de Pruebas, Inspección y Man-	

Página

tenimiento para Guantes de Caucho..... 60

CUADRO No. 4

Resumen de Períodos de Pruebas, Inspección y Mantenimiento para Protectores de Cuero..... 62

CUADRO No. 5

Resumen de Períodos de Pruebas, Inspección y Mantenimiento para Mangas Protectoras..... 68

CUADRO No. 6

Resumen de Períodos de Pruebas, Inspección y Mantenimiento para Mantas Aislantes..... 72



## C A P I T U L O "I"

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1. ORIGEN de las IDEAS de SEGURIDAD

A fines del siglo XIX la industria en los países de sarrollados, se estaba expandiendo en forma muy acelerada. Las grandes fábricas eran increíblemente superiores en cuanto a producción a los pequeños tolleres que las habían precedido. Pero asimismo la racionalización y división de los trabajos y la gran complejidad de los mismos, trajo como consecuencia la venida a - menos de los valores humanos como son salud, satisfacción y por sobre todo, seguridad.

Las nuevas herramientas para la producción en masa que tenían que ser diseñadas, construidas y puestas a trabajar - sin mayores pruebas, trajeron problemas que nadie podía siquiera imaginar. La aparición de estos problemas obligó a dar lo que - podría llamarse un primer paso en seguridad: las nuevas herra - mientas, antes de ponerse en servicio, debían ser sometidas a - pruebas de eficiencia y seguridad y no podían ser destinadas al trabajo hasta no demostrar las dos condiciones.

En los grandes centros industriales los resultados desagradables de los accidentes en el trabajo y las malas condiciones de higiene industrial, llegaron a ser cada día más y más deplorables, levantando voces de protesta, inclusive hubo motines

en muchas fábricas. Fue entonces, que algunos patronos comenzaron a enfrentarse a los aspectos específicos del problema.

A principios de 1.867 el Estado de Massachussets en los Estados Unidos, empezó a contratar inspectores en las fábricas y diez años más tarde promulgó una ley exigiendo protección para los trabajadores que operaban máquinas peligrosas.

De 1.898 en adelante se hicieron esfuerzos para responsabilizar económicamente al patrono por los accidentes y en 1.911 se aprobó la primera ley efectiva de indemnización a los trabajadores en el Estado de Wisconsin. La cual fue seguida por muchas leyes similares en el resto de los Estados Unidos y de los demás países industrializados.

En el Ecuador apenas en el año 1.938 se dictó la primera ley en ese sentido.

En la primera década del siglo XX, dos grandes industrias americanas, la de Ferrocarriles y la del Acero, comenzaron los primeros programas organizados de seguridad. En 1.906 el presidente de la Steel Corporation de los Estados Unidos, hizo la siguiente declaración:

"La Corporación del Acero de los Estados Unidos espera que sus Compañías subsidiarias, hagan todo esfuerzo posible para evitar lesiones a sus trabajadores. Se autorizan los gastos necesarios para tal propósito. No deberá descuidarse nada que pueda aumentar la protección a los trabajadores."

Poco después se estableció en los Estados Unidos la Sociedad de Ingenieros Electricistas del Hierro y del Acero, la misma que fue la pionera en el mundo en dedicar considerable atención a los problemas de seguridad industrial.

#### 1.1.1. Progresos de las Ideas de Seguridad

La Segunda Guerra Mundial intensificó el impulso de los movimientos de seguridad, la conservación de la mano de obra se convirtió en una consigna. Los gobiernos de los países industrializados, estimularon la propagación de las actividades de seguridad entre sus contratistas y lanzaron personal preparado en seguridad a la gran batalla que representaba el detener los accidentes de trabajo ante la gigantesca expansión de las plantas industriales.

Los esfuerzos hechos por los gobiernos de esas países en el campo de la seguridad industrial, han ido más allá de la legislación y ejecución de la ley. Se ha realizado gran cantidad de publicaciones, se ha dictado conferencias, etc., todo sobre seguridad. Han participado activamente en estos eventos - las partes interesadas de todos los frentes.

La escasez de mano de obra en tiempo de la Guerra, mostró a los patronos en toda su magnitud los problemas que acarrearán los accidentes en el trabajo y fuera de él. El interés - por la seguridad fuera del trabajo ha ido creciendo en los últimos años, con la aprobación de leyes de seguro obligatorio, las

cuales hacen al patrón económicamente responsable de todas las enfermedades y lesiones de los trabajadores que se originen en el desempeño de sus funciones o fuera de ellas. Esto es debido a los graves problemas socio-económicos que representan la pérdida por accidentes o enfermedad de algún empleado u obrero.

En menos de cincuenta años los movimientos organizados de seguridad, han crecido en estatura en muchos países del mundo, para pasar del interés de unos pocos entusiastas, hasta llegar a ser en la actualidad una fuerza poderosa y constructiva.

Un subproducto de la actividad organizada de seguridad ha sido el incremento del interés en la ingeniería de seguridad por parte de las escuelas superiores, en la actualidad muchas universidades ofrecen cursos avanzados sobre la materia y están contribuyendo a elevar el nivel de conocimientos de los profesionales de la seguridad.

## 1.2. COSTO de los ACCIDENTES

Tener una estimación exacta de los costos que ocasionan directa o indirectamente los accidentes de trabajo es muy difícil. Estas costas incluyen atención médica e indemnización al trabajador accidentado, los costos por demora en la producción y los daños a la propiedad causados por accidentes sea que éstos causen o no lesión a los trabajadores.

Todo hombre de negocios busca que su empresa rinda las mayores utilidades posibles de obtener. En consecuencia, pue

den mostrarse renuentes a invertir dinero en seguridad, o sea - en prevención de accidentes, a menos que se demuestre claramente que el ahorro a ser experimentado, será cuando menos igual a la suma gastada. Sin la información sobre el costo de los accidentes es prácticamente imposible estimar la economía efectuada mediante los gastos realizados para prevenirlos o evitarlos.

Es función del ingeniero de seguridad presentar reportes periódicos expresados en términos económicos, los resultados de los accidentes de trabajo, para que la gerencia pueda orientar su política respecto a este asunto de fundamental importancia.

Los accidentes de trabajo para fines de análisis de costos, son ocurrencias no pretendidas provenientes del empleo. Los accidentes caen dentro de dos categorías generales; la primera incluye las que dan como resultado lesiones al trabajador, la segunda los accidentes que causan daño a la propiedad o que interfieren con la producción.

Para que sean de máxima utilidad las cifras de costos de los accidentes de trabajo, deben ser lo más exactas como sea posible. Tradicionalmente los costos de los accidentes de trabajo se han dividido en costos directos y costos indirectos, pero estos términos no son suficientemente claros. El término - costos directos ha significado generalmente costos que representan salidas definidas de dinero, comúnmente pagos por indemnización y gastos médicos. Los costos indirectos se han referido, a

aquellos que no han necesitado de erogaciones definidas de dinero, sino más bien los que se reflejan en aumento de los costos de operación y producción.

Las definiciones anteriores para costos de los accidentes han sido abandonadas y reemplazadas por términos más precisos como: costos asegurados y costos no asegurados.

Basándose en esta clasificación, una empresa puede calcular los costos de sus accidentes de trabajo de una manera muy precisa. Las primas que se pagan por seguros de indemnización, las gastos médicos que se pueden cubrir por un seguro, se conocen como costos asegurados.

Pero además de estos costos, se originan muchos más en conexión con los accidentes, como son: costo del equipo dañado, jornales pagados al trabajador durante el tiempo que no produce, etc.; se conocen como costos no asegurados.

La experiencia de muchas empresas norteamericanas especializadas ha determinada que los costos no asegurados están en relación aproximada de dos a uno sobre los costos asegurados.

A continuación se enumeran algunos de los costos no asegurados:

- a. Costo del tiempo perdido por el trabajador accidentado, pues el seguro por lo general no paga subsidio por el día en que ocurre el accidente.
- b. Costo del tiempo perdido por otros trabajadores, que abandonaron sus labores, para socorrer al accidentado o por otras ra

zones motivadas por el accidente.

- c. Costo del tiempo perdido por supervisores y dirigentes, para efectuar investigaciones y reorganizar el trabajo.
- d. Costo de los daños a las máquinas, materiales, herramientas y/o productos terminados.
- e. Costo de sustitución del trabajador accidentado.
- f. Costo por concepto del menor rendimiento del trabajador que sustituye al accidentado.
- g. Costo de la supresión de la producción cuando el trabajador accidentado, maneja máquinas de las cuales depende el trabajo de otros obreros.
- h. Costo de las curaciones de emergencia.
- i. Costo por el menor rendimiento del trabajador accidentado en el período inicial de reincorporación al trabajo.
- j. Los costos de la menor producción de la mayoría de los trabajadores, debido al impacto psicológico que producen los accidentes graves.

Los costos de seguro, son fácilmente determinables de los registros de contabilidad de la empresa, para clasificar los costos no asegurados, existen varios métodos y criterios, cada empresa adoptará el que le convenga.

1.3. VISUALIZACION del PROBLEMA en el ECUADOR y en OTROS PAISES

1.3.1. x La Seguridad en el Ecuador

Desgraciadamente la falta de criterio acertado, por parte de dirigentes de empresas, así como de autoridades nacionales, ha hecho que en nuestro país la seguridad industrial, ocupe un segundo plano y casi no hay industria o empresa que se ocupe de ello. Son tan pocas las empresas ecuatorianas que han hecho algo en beneficio de la seguridad industrial, que es bastante cierto, decir que en el Ecuador estamos casi en cero en este campo.

Esto se debe principalmente a dos factores: la dificultad de hacer cambiar la manera de pensar de los dirigentes y la falta de ingenieros de seguridad especializados.

Los ingenieros de seguridad, deberían comenzar por hacer un análisis económico, para demostrar fehacientemente a los empresarios industriales ecuatorianos, que los gastos hechos para prevenir accidentes, no son propiamente gastos sino más bien una inversión, pues los costos por los accidentes de trabajo, rebajan tanto el rendimiento económico de una empresa que lo gastado para prevenirlos es realmente poco, comparado con el mayor rendimiento económico.

En la mayoría de las empresas eléctricas ecuatorianas, los trabajos se hacen por costumbre o tradición, en muchos casos sin usar herramientas adecuadas y sin seguir normas de seguridad de ningún tipo. Entre las muy pocas empresas eléctricas



que han hecho algo para mejorar esta situación están: EMELEC, Empresa Eléctrica Quito, INECCEL-Manta y Cooperativa de Electrificación Rural Santo Domingo Limitada.

### 1.3.2. La Seguridad en Otros Países

En países industrializados, tales como Estados Unidos, Inglaterra, Francia, en Latinoamérica México y Chile, etc. - se ha tomado el problema de la seguridad industrial con mucha seriedad y responsabilidad, se preparan no sólo ingenieros de seguridad, sino también personal auxiliar que se encargan de la seguridad.

Pero para llegar a este punto, hubo que vencer la oposición de los industriales de comienzos de siglo, que se mostraban reacios a acatar las disposiciones de seguridad; lo que obligó a los gobiernos, mediante leyes y reglamentos o establecer la obligatoriedad de acatar y cumplir las normas de seguridad, que más tarde se convirtieron en leyes a nivel nacional. Dentro de las normas y leyes de seguridad, que son preparadas por ingenieros especializados en la materia, se contempla por lo general, además de las normas mismas severas sanciones, a las empresas o trabajadores que no las cumplan, así como también premios y estímulos a las empresas que acumulen más tiempo sin accidentes de trabajo.

En la actualidad las empresas industriales están totalmente convencidas de la utilidad de los reglamentos nacionales

de seguridad y los aceptan, como también lo hacen con los supervisores que los gobiernos envían ocasional o permanentemente a sus plantas.

Además se hacen compañías de seguridad para hacer verdadera conciencia en empleadores y empleados, de la gran importancia de la seguridad para la buena marcha técnica y económica de las empresas.

### 1.3.3. Estadísticas de Seguridad

Como se dijo antes, en el Ecuador la seguridad está dando sus primeros pasos y aún no hay estadísticas aceptables, por tanto, para demostrar la gran utilidad y eficiencia de las normas de seguridad, bien dictadas y aplicados, se revisaron los estadísticos de un país altamente industrializado y donde la seguridad ha alcanzado ya un alto grado de madurez, como los Estados Unidos.

El National Safety Council (N.S.C.), ha compilado información sobre accidentes de trabajo por más de treinta años. Algunos industrias a su vez lo han hecho por más de cincuenta años estas estadísticas como se verá luego son por demás claras para demostrar los grandes logros de la ingeniería de seguridad.

En primer lugar, se anotará que si los índices de mortalidad accidental por millar de habitantes, que se tuvieron de 1.900 a 1.912, hubiesen continuado hasta 1.973, habrían habido más de 1'500.000 muertes accidentales de las que realmente -

ocurrieron; parte del mérito lo tiene el progreso de la medicina, pero la mayor parte es resultado del trabajo organizado de seguridad. Es también importante anotar, que los índices de mortalidad desde 1,907 hasta 1,973 para toda la población de Estados Unidos, bajaron en un 32%, los índices de mortalidad para personas en edad normal de trabajo (24 a 64 años) bajaron en un 50%.

La estadística de mortalidad por accidentes de trabajo es posterior a 1,928, pero desde esa fecha a esta parte, ha habido una declinación de 47% en los índices de mortalidad por accidentes de trabajo.

Las cifras de 1,957 por ejemplo revelan que hubo 14,200 muertes en el trabajo ese año, mínimo total para cualquier año, excepto para 1,954 y 1,955, tomando en cuenta que los registros datan desde 1,928. Tanto los índices de gravedad (hombres-hora de trabajo perdido por accidentes en relación a los hombres-hora trabajados), el número de muertes accidentales y de incapacidades totales permanentes, en relación a los hombres-hora trabajados declinó en el mismo período en más de dos terceras partes.

Se ha calculado que los accidentes ocupacionales costaron más de \$ 5,000,000,000, en 1,970. Si los índices de accidentes de 1,912 hubieran permanecido inalterables y si la seguridad industrial bien organizada, no hubiera aparecido, este costo habría sido dos o tres veces mayor.

Además de todo esto, las estadísticas muestran que

la Sociedad Americano de Ingenieros de Seguridad (A.S.S.E.), tiene en la actualidad más de diez mil miembros, todos son profesionales calificados en el campo de seguridad y han satisfecho requisitos muy estrictos. Además de los miembros de la A.S.S.E. - hay miles de otros especialistas de seguridad, técnicos y trabajadores de menor categoría. Todos ellos se ocupan de superar - los logros citados en las estadísticas, los mismos que son valiosísimos para trabajadores como para empresarios; sin embargo, en opinión del N.S.C., apenas si se ha recorrido la mitad del comino.

#### 1.4. RECURSOS de los MOVIMIENTOS de SEGURIDAD

Los movimientos de seguridad deben contar principalmente con la buena voluntad de empresarios y autoridades, tanto institucionales como gubernamentales. Igualmente se debe contar con la cooperación del personal que labora en la industria, pues a ellos va dirigida cualquier norma de seguridad.

Dinero, factor de mucha importancia. Los movimientos, los campañas, las normas, los equipos de seguridad, etc. - cuestan mucho dinero, el mismo que en la gran mayoría de los casos debe ser desembolsado por el industrial, para lo cual hoy - que convencerle de que ese egreso no representa un gasto, sino - más bien una inversión.

Apoyo estatal, los gobiernos deben tener plena conciencia de que la seguridad trae consigo muchos beneficios y de-

ben ser estos quienes dicten las normas básicas de seguridad y obliguen por medio de inspectores a que estas normas se cumplan, no solo en cuanto a procedimientos seguros, sino también en cuanto al empleo de equipos y herramientas que ofrezcan seguridad, - pues se trata de proteger la mayor riqueza del país: su capital humano.

Personal especializado en seguridad, éste debe ser el encargado a nivel de gobierno y a nivel de industria de normalizar y organizar la seguridad. Al respecto de formar personal especializado en seguridad, hay dos corrientes principales; la - uno que promueve cursos universitarios para preparar ingenieros de seguridad y la otra que cree más bien en la conveniencia de - que el ingeniero de seguridad debe tener un curso básico de ingeniería para luego tomar cursos especializados de seguridad.

#### 1.5. RAZONES para la PREVENCIÓN de ACCIDENTES

Resumen de lo anterior es que la función primordial de la seguridad es la prevención de accidentes. Es por demás sabido que la eliminación de los accidentes es de vital importancia para el público. Los accidentes producen pérdidas económicas y sociales, deficiente productividad individual y de grupo, ineficiencia y retrasan el avance de los niveles de vida.

Si miramos el lado práctico, hay el hecho obvio de que los accidentes invalidan mucho de lo bueno que tienen la industria y la sociedad moderna. En el aspecto moral hay dos pre-

misas relacionadas entre sí: la primera es que la destrucción in necesaria de la salud y/a de la vida humana es en sí mismo un mal y una carga para la sociedad y la segunda es que la falta de adop ción de medidas y precauciones contra los accidentes predictibles y evitables involucra una seria culpabilidad.

Estos dos aspectos, el práctico y el moral no pueden separarse, porque las pérdidas humanas son daños morales y - también representan pérdidas económicas.

La revolución industrial creó un avance tecnológico muy grande, lo que trajo también condiciones en las cuales la - prevención de accidentes, es decir la seguridad industrial, pasó a ser considerada como un campo especializado del conocimiento - humano.

A continuación se enumeran las razones para un es- fuerzo continuado y perseverante para evitar los accidentes:

- a. La destrucción de la vida y la salud es un mal económico y - moral.
- b. Los accidentes son perjudiciales para la eficiencia y la pro- ductividad.
- c. Los accidentes producen un daño social de largo alcance.
- d. Los movimientos de seguridad han demostrado ya, que sus téc- nicas son efectivas en la reducción de los índices de acci- dentes y en la promoción de eficiencia. Nada de la información disponible sugiere que el personal de seguridad se halle en

ningún aspecto en el límite de su habilidad para extender los valores morales y prácticas de la prevención de accidentes. En los países industrializados donde la seguridad es realmente tomado en serio, el personal de seguridad tiene para sí una gran cantidad de conocimientos, una eficaz organización, un buen prestigio, - buenos recursos económicos y una sólida base de confianza en sus métodos.

1.6. OBJETO del TRABAJO

El presente trabajo pretende dar el primer paso en materia de normalización de seguridad, para trabajos en líneas - de alta tensión en el Ecuador, que puedan servir a las empresas eléctricas como punto de partida para evitar pérdidas económicas y lo que es más grave, pérdidas de personal calificado que en - nuestro país es ya escaso.

Es de esperarse, que este proyecto de normas de seguridad, que es la parte principal de este trabajo, sea considerado y con las reformas necesarias que la experiencia de las empresas eléctricas puedan introducir en el mismo, constituyan más tarde una norma de aplicación general en el país, con lo cual habremos dado un paso importante para salvaguardar los capitales - humano y económico del Ecuador.

## C A P I T U L O "II"

### 2. RIESGOS DE LOS TRABAJOS EN SISTEMAS ELECTRICOS

#### 2.1. RAZONES Y CAUSAS de los RIESGOS en SISTEMAS ELECTRICOS

Λ El uso de la energía eléctrica en grandes bloques, en todas las actividades humanas, ha traído consigo gran cantidad de riesgos que se hacen necesarios considerar, a fin de evitar los accidentes eléctricos que en muchos casos resultan fatales. Cabe eso sí anotar que si se compara con otras actividades humanas, se puede decir en términos generales que los accidentes eléctricos son menos frecuentes pero tan o más peligrosos que cualquier otro tipo de accidente.

x El riesgo no es sólo para el trabajador que interviene en las diferentes sistemas de generación, transmisión, distribución, etc., sino también para toda aquella que debe trabajar con o usar artefactos eléctricos.

✓ En general, se puede decir que toda persona que por desconocimiento de los peligros de la electricidad, por falso temeridad o por cualquier otra circunstancia, no es lo suficientemente cuidadosa cuando trabaja con electricidad, está arriesgando su propia vida y quizá la de otras personas.

Considerando la seguridad, debe quedar muy claro -



que todo riesgo se produce por uno de dos o por ambos factores - fundamentales: en lo físico el riesgo se presenta por alguna condición insegura y en lo humano por alguna acción insegura.

De acuerdo con lo expuesto, se ve la enorme responsabilidad que tienen el proyectista, el constructor, el técnico, el operario y quien recibe una instalación en el sentido de no - aceptar por ningún motivo una condición insegura en obras nuevas. Si fuera necesario aumentar el costo inicial de una instalación, en beneficio de mayor seguridad, este aumento de costo deberá hacerse. Todo esto para evitar condiciones inseguras.

Para evitar riesgos por acciones inseguras, se debe instruir a todo el personal acerca de las normas de seguridad y obligarlos a que éstas sean cumplidas.

Los riesgos en sistemas eléctricos se los puede agrupar en cuatro grupos, se detallarán solamente los riesgos más comunes.

#### 2.1.1. Riesgos Eléctricos por Condiciones Inseguras

- a. Aislamiento dañado.
- b. Circuitos sobrecargados.
- c. Falta de conexión a tierra de equipos o aparatos.
- d. Uso de material inadecuado para una instalación (postes, conductores, aislamiento, fusibles, crucetas, etc.).

- e. Poco distancia entre líneas de alta y baja tensión.
- f. Falto de altura de los líneas de alta y baja tensión respecto al suelo, etc.

2.1.2. Riesgos eléctricos por acciones inseguras de personas no técnicas

- a. Ignorancia absoluta sobre los efectos fisiológicos de la electricidad y tomar líneas vivas con las manos desnudas.
- b. Robo o contrabando de energía con conductores o medios no apropiados.
- c. Uso de artefactos domésticos que tengan el aislamiento deteriorado.
- d. Tala de árboles (sin las debidas precauciones) en la proximidad de líneas eléctricas.
- e. Fuego en zonas cercanas o bajo líneas de transmisión.

2.1.3. Riesgos eléctricos por acciones inseguras del personal técnico que trabaja en los sistemas eléctricos

- a. Falta de preparación del personal.
- b. Uso de equipo inadecuado para trabajar en líneas energizadas.
- c. No usar medios protectores.
- d. No usar elementos de protección personal o usarlos deteriorados.

dos.

- e. Efectuar los trabajos con equipo en mal estado.
- f. Efectuar los trabajos en estado de ánimo alterado, en mal estado de salud o de ebriedad.

#### 2.1.4. Riesgos eléctricos por otras causas

- a. Choque de vehículos contra torres de transmisión.
- b. Terremotos, inundaciones, etc.
- c. Sabotajes, etc.

Las riesgos por condiciones inseguras son en su mayor parte evitables, si se traza un plan adecuado de instalaciones y mantenimiento en cada lugar de trabajo y de acuerdo con las condiciones especiales que cada caso requiere.

Los riesgos por acciones inseguras se pueden disminuir muchísimo con adecuada preparación del personal, instruyéndole en la forma de realizar los trabajos y en normas de seguridad.

Las acciones inseguras de terceras personas pueden disminuirse mediante campañas de educación al público, sobre la manera de manejar y mantener el equipo eléctrico con el cual trabaja y además instruirle sobre el gran riesgo que representa una descarga eléctrica.

## 2.2

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA ELECTRICIDAD

Los efectos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano es un problema sumamente complejo y ha sido objeto de extenso trabajo experimental. El paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano puede tener efectos curativos como también efectos dañinos y hasta fatales. Dentro de los primeros se cuenta el uso de la corriente eléctrica para revivir a personas que han sufrido un paro cardíaco, curación de ciertas afecciones nerviosas, etc. En vista de que el presente trabajo es sobre seguridad es decir prevención de accidentes eléctricos, se hará énfasis en los efectos dañinos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.

La gravedad de los daños que puede causar un choque eléctrico, depende no solo de la resistencia y tensión del sistema, que determinan la intensidad de la corriente, sino también de la región del cuerpo que atraviese y del tiempo que la víctima permanezca expuesta al paso de la corriente.

La mayor resistencia al paso de la corriente se encuentra principalmente en la superficie de la piel, si ésta es seca y callosa, ofrece resistencia relativamente grande, si la piel es suave o está húmeda la resistencia eléctrica baja notoriamente.

La resistencia del cuerpo humano varía desde  $1.000\Omega$ , cuando la piel está húmeda, hasta  $600.000\Omega$  cuando está seca. Va

lores promedios de la resistencia del cuerpo humano se encuentran en la Tabla No. 1.

TABLA No. 1

RESISTENCIA PROMEDIO DEL CUERPO HUMANO	
Piel seca .....	100000 a 600.000 $\Omega$
Piel húmeda .....	1000 $\Omega$
Interior del cuerpo (de las manos a los pies).....	400 a 600 $\Omega$
De una a otra oreja.....	100 $\Omega$

✓ Una vez vencida la resistencia de la piel, la corriente fluye fácilmente por la sangre y los tejidos del cuerpo. La Tabla No. 2 indica los efectos que sobre una persona normal pueden tener los diferentes valores de corriente.

( La protección que puede dar la resistencia de la piel disminuye con el aumento de la tensión, las altas tensiones, a frecuencia industrial (60 Hz), causan violentas contracciones musculares, a menudo son de tal intensidad, que la víctima es arrojada lejos del circuito; en cambio las bajas tensiones, no causan contracciones tan violentas, siendo esto un tanto perjudicial, porque evita que la víctima sea arrojada lejos del circuito.

TABLA No. 2

EFECTOS DE CIERTOS VALORES DE CORRIENTE EN EL SER HUMANO	
1 mA	No provoca ninguna reacción.
1 a 1,6 mA	Sensación perceptible en los lugares de contacto.
1,6 x 3,5 mA	Adormecimiento de las manos, dolor en las muñecas y trabazón leve de los manos.
3,5 a 4,5 mA	Intensa trabazón de las manos y fatiga en los brazos.
4,5 a 6 mA	Calambres en las manos y en el antebrazo.
6 o 8 mA	Rigidez en las manos, siendo necesario mucho esfuerzo para desasirse.
10 mA	Calambres y sensaciones desagradables, soportables durante 30 segundos, siendo necesario hacer esfuerzo para desasirse.
15 mA	Sensaciones desagradables, soportables durante 15 segundos, no es posible desasirse.
15 o 50 mA	Choque doloroso, acompañado de fuertes contracciones musculares, paralización del sistema respiratorio.
50 a 100 mA	Puede causar fibrilación ventricular. No tiene remedio y mata instantáneamente.
100 a 200 mA	Mata siempre a la víctima, por fibrilación ventricular.

EFECTOS DE CIERTOS VALORES DE CORRIENTE EN EL SER HUMANO	
200 mA o más	Produce quemaduras graves y fuertes contracciones musculares, que oprimen el corazón y lo paraliza durante el choque. Esta circunstancia evita la fibrilación ventricular.

( A continuación se anotan varios de los efectos (algunos fatales) que puede causar la corriente eléctrica en el cuerpo humano, cualquiera de ellos puede causar la muerte.

- Contracción de los músculos del tórax, que puede impedir la respiración hasta el punto de causar la muerte por asfixia, si se prolonga el paso de la corriente.
- Parálisis temporal del sistema nervioso, que puede interrumpir la circulación; este estado puede continuar por algún tiempo después de que la víctima ha sido separada del circuito.
- Fibrilación ventricular, que consiste en arritmia del corazón debido a que las fibras musculares que lo componen, en vez de contraerse coordinadamente lo hacen por separado y no al mismo tiempo. Se interrumpe la circulación y sobreviene la muerte, debido a que el corazón no puede reponerse espontáneamente.
- Suspensión del funcionamiento del corazón por contracción de

los músculos del toráx (si la corriente es suficientemente alta). En este caso el corazón puede volver a latir normalmente cuando la víctima se separe del circuito.

e. Hemorragias y destrucción de los tejidos, nervias y músculos. En general, mientras más tiempo dure el pasa de la corriente eléctrica por el cuerpo más graves serán las lesiones que cause.

! Las lesiones por choque eléctrico son menos peligrosas si la corriente no pasa cerca de órganos vitales o de centros nerviosos, pero en el caso de trabajadores eléctricos, lo común es que la corriente entre por las manos y salga por los pies, la misma que al pasar por el corazón y los pulmones produce graves lesiones.

El arco eléctrico es otra fuente de riesgos o peligros eléctricos, causa quemaduras profundas que sanan muy lentamente, también están expuestas a este tipo de lesiones las personas que no hayan estado en contacto con el arco pero si muy cerca de él, pues pueden recibir quemaduras en los ojos. A veces los arcos eléctricos pueden alcanzar violencia explosiva.

! Las estadísticas muestran que solamente un pequeño porcentaje de las personas que sobreviven a accidentes eléctricos quedan con alguna lesión permanente. En muchos casos la víctima puede salvarse si se le da respiración artificial con la prontitud que el caso requiere, pues en muchas ocasiones el choque eléct



trico afecta a la región del sistema nervioso que controla la respiración.

Los efectos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano se pueden clasificar en cuatro grupos, esto dependiendo de la magnitud de la corriente, de la región del organismo que atraviesa y del tiempo que se mantiene su paso.

a. Tetanización

Es el fenómeno en el cual un músculo sufre una serie de excitaciones que lo obliga a contraerse y estirarse varias veces en corto tiempo, quedando luego en estado de contracción permanente, este estado se llama "Tétano".

La corriente eléctrica de frecuencia industrial (50 ó 60 Hz), puede producir tetanización de los músculos por los cuales pasa, impidiendo a la víctima efectuar movimientos con ellos.

b. Asfixia

El paso de la corriente eléctrica puede producir la paralización del sistema respiratorio, lo cual produce la muerte real o aparente de la víctima; se ha producido muerte aparente cuando la víctima puede ser resucitada por respiración artificial. La paralización del sistema respiratorio se puede producir por dos razones:

- La corriente afecta los centros nerviosos que controlan los músculos respiratorios, el efecto cesa al detenerse el paso de la corriente eléctrica siempre y cuando no se hayan produ

001036

cido lesiones en dichos centros nerviosos.

- La tetanización de los músculos respiratorios, lo que trae como consecuencia la paralización de la respiración natural.

c. Fibrilación ventricular

Una corriente de intensidad superior o lo suficiente para detener la respiración natural, puede producir la muerte, aunque el tiempo de paso sea muy corto inclusive menor a un segundo, tiempo muy breve como para poder hacer algo para salvar a la víctima. En este caso la muerte se debe a la fibrilación ventricular (fenómeno ya definido). Se conocen casos muy contados en todo el mundo de personas que hayan sobrevivido después de haber sufrido fibrilación ventricular.

d. Efecto térmico

El paso de la corriente eléctrica a través del organismo desarrolla calor lo que produce elevación de la temperatura de los tejidos, este aumento de temperatura puede causar quemaduras de carácter local (en los puntos de contacto) o bien quemaduras de orden general que comprometen la vida del individuo.

En la mayoría de los accidentes de este tipo, la víctima, presenta quemaduras en los sitios por donde entró y salió la corriente y en las zonas adyacentes; este caso puede traer complicaciones, pues a veces se atiende al accidentado de las heridas exteriores y en algunas ocasiones se produce la muerte después de

algún tiempo, porque algún órgano interno había sido seriamente lesionado por el paso de la corriente.

Una persona puede sufrir los efectos térmicos de la electricidad sin necesidad de que ésta pase por el cuerpo de la víctima, sino mas bien haya recibido el calor producido por un arco eléctrica. De acuerdo con el calor desarrollado por el arco y la proximidad de la persona, ésta puede sufrir desde pequeñas quemaduras que demoran unos treinta días en sanar hasta gravísimas lesiones que pueden causar la muerte.

## 2.3 COMO. TRATAR AL ACCIDENTADO

Debén considerarse dos casos principales: la víctima ha quedado en el suelo o en lo alto de una estructura.

Si la víctima ha quedado en el suelo se debe proceder de la siguiente manera:

- a. Se la retira con la mayor brevedad posible de los efectos de la corriente eléctrica, para realizar esta operación se debe tener la precaución de aislarse en forma conveniente, mediante el uso de pértigas, piezas de madera, paños secos, etc. o si es posible desenergizando el circuito. Pero si el accidente se ha producido cerca de alta tensión se debe siempre desconectar los circuitos cercanos a la víctima, si los mecanismos de mando para desconectar la tensión no se encuentran cer

- ca, se debe provocar un cortocircuito para que actúen las protecciones, no se debe actuar hasta que se haya desenergizado el o las circuitos próximos a la víctima.
- b. Se debe evitar la aglomeración de curiosos en el sitio del accidente y más aún en las cercanías de la víctima, para que esta reciba todo el aire que sea posible.
  - c. Se debe dar aviso lo más pronto posible a quien corresponda para que se prepare la debida atención al accidentado.
  - d. Si la víctima ha dejado de respirar, se le debe aplicar respiración artificial, en lo posible debe hacerse esto en el sitio mismo del accidente, sin mover mucho al accidentado a menos que se encuentre en lugar peligroso.
  - e. Una vez restablecida la respiración normal del accidentado, se deben buscar heridas, quemaduras, fracturas, hemorragias, etc. y tratarlas de acuerdo con las técnicas de primeros auxilios que a más de los varios métodos de respiración artificial deben ser bien conocidas por las personas que trabajen en sistemas eléctricos.

Si la víctima ha quedado en lo alto de una estructura, se la debe bajar al suelo y luego proceder como se indicó anteriormente. Si el accidentado no respira y la operación de descenderlo va a tomar mucho tiempo, se intentará la respiración artificial en lo alto de la estructura.

El procedimiento para bajar a un accidentado de la punta de un poste es el siguiente:

- a. Pásese un lazo de cuerda por una de las argollas "D" del cinturón de seguridad del accidentado (Figura 2.1).

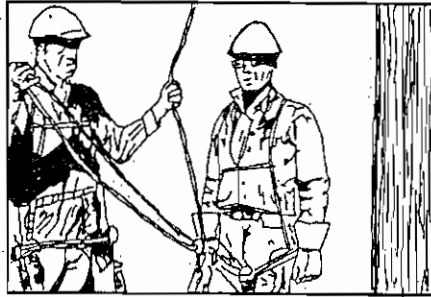


Figura 2.1

- b. Hógase un nudo como el que se ve en la Figura 2.2 a la altura de la cabeza del accidentado, a la misma altura se debe dejar un anillo de cuerda, el nudo se ilustra en la Figura 2.3

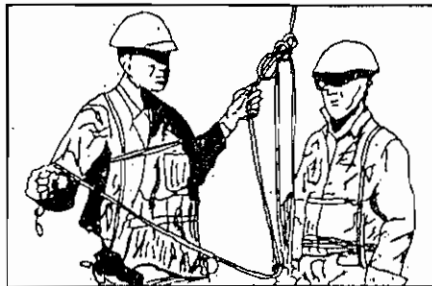


Figura 2.2

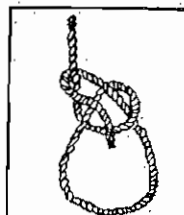


Figura 2.3

- c. Llevese el extremo libre de la cuerda por la argolla "D" opuesta y a través del anillo de cuerda que se dejó en el paso b. (Figura 2.4)



Figura 2.4

- d. Atese un nudo justo por debajo del anillo de cuerda, como en la Figura 2.5



Figura 2.5

- e. Atese un segundo nudo por debajo del mencionado en d., según la Figura 2.6. Los nudos deben quedar como en la Figura 2.7



Figura 2.6

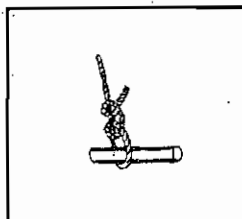


Figura 2.7

- f. Deslícese el cinturón de seguridad de la víctima hasta las axilas, como en la Figura 2.8

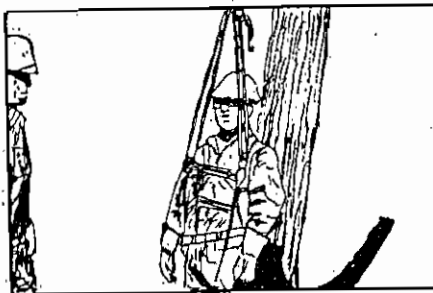


Figura 2.8

- g. Asegúrese uno de los mosquetones de resorte del estrobo del cinturón de seguridad de la víctima a una de las argollas "D" pase el estrobo por las ingles y asegure el mosquetón libre a la otra argolla "D". Ver Figura 2.9

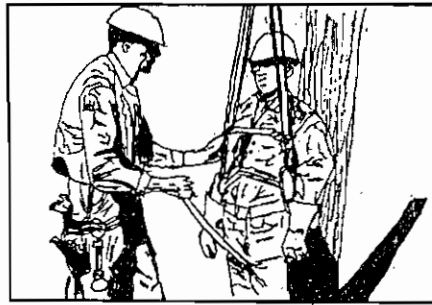


Figura 2.9

- h. Se debe proceder a bajar al accidentado.

Si el tiempo apremia y se debe atender de inmediato a la víctima, se debe proceder de la siguiente manera:

- a. La persona encargada de resucitar a la víctima tomará posición en el poste debajo de la víctima y luego de sujetar su cinturón de seguridad alrededor del poste y en un punto un poco más alto que los talones del accidentado, deberá seguir subiendo, con las piernas de la víctima abiertas y una a cada lado del estrobo del cinturón de seguridad del que sube y dejando el cuerpo del accidentado entre el suyo y el poste (Figura 2.10). Toda herramienta que pueda interferir con el proceso de socorro debe ser retirada de los cinturones de se



guridad.

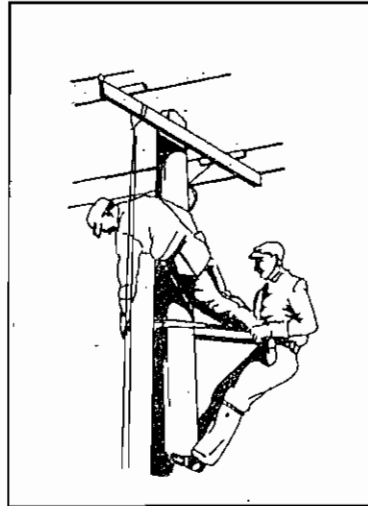


Figura 2.10

Cuando el cinturón de seguridad del rescatador está lo más alto posible entre las piernas del accidentado, se debe mantener o éste montado a horcajadas en el estrobo (Figura 2.11). Luego el rescatador da un paso hacia arriba y procede a poner al accidentado en posición adecuada para resucitarlo.

#### Como Alternativa

La persona encargado del rescate, sube a la estructura y se sitúa junto al accidentado y ata su cinturón de seguridad un poco más arriba de la cintura de este último. Luego se agacha y toma la pierna más cercana de la víctima y la pasa por sobre su cabeza y la coloca en posición a través del estrobo

de su cinturón de seguridad. Luego toma el brazo más cercano y el glúteo opuesto del accidentado y coloca a éste a horcajadas sobre el estroba de su cinturón de seguridad (Figura 2.11)

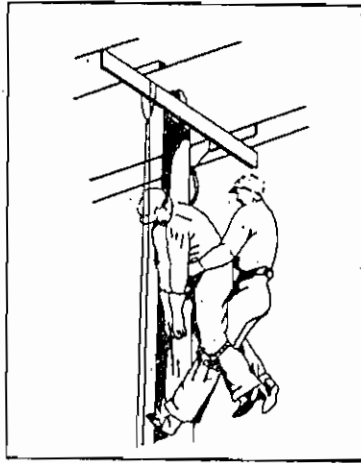


Figura 2.11

- b. Se procede a dar respiración artificial al accidentado, por cualquiera de los métodos conocidos (Figura 2.12)

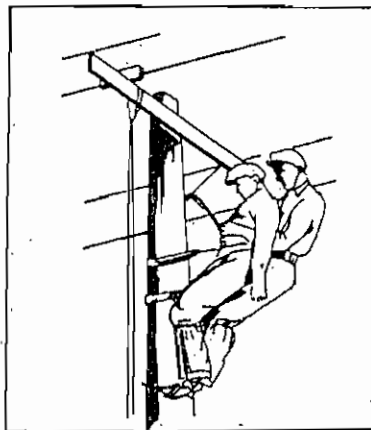


Figura 2.12

- c. Si al cabo de un tiempo prudencial, no menor a cinco minutos, el accidentado no respira, debe bajárselo inmediatamente del poste y auxiliarlo en el suelo.
- d. Si el accidentado recobra la respiración, se lo debe bajar inmediatamente y continuar auxiliándolo en el suelo.

Debe anotarse que para bajar a la víctima del poste, el personal encargado de hacerlo, debe colocar una cuerda en la estructura y proceder a asegurar al accidentado en ella, sin interferir con la acción del que lo está auxiliando (Figura 2.13).

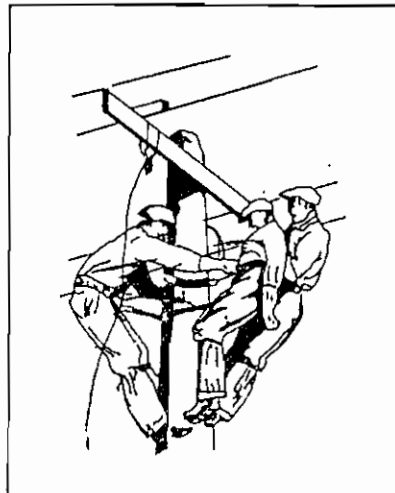


Figura 2.13

#### 2.4 COMO PREVENIR LOS ACCIDENTES

La industria al preocuparse por los accidentes de tra

bajo y buscando la manera de preverlos, descubrió que esta misión podría ser realizada por la Ingeniería.

La Ingeniería de Seguridad descubrió que la manera de evitar los accidentes es llegando primordialmente a los trabajadores, a través de técnicas educativas haciéndoles conocer los problemas que ocasionan los accidentes y los métodos para evitarlas, por supuesto que los mismos trabajadores deben ser provistos de la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo y las instalaciones deberán estar siempre de acuerdo con las normas de seguridad en vigencia.

Se debe obligar a todo trabajador a cumplir las reglas o normas de seguridad. Con lo dicho anteriormente se puede ver que la prevención de accidentes tiene sus pilares de normas en la Ingeniería, la instrucción adecuada y la imposición de seguridad que deben tener el carácter de obligatorio sancionándose enérgicamente a quien no las cumpla.

Un accidente de carácter eléctrico puede producirse a pesar de que el trabajador sea eficiente y siga concienzudamente las reglas de seguridad, para su trabajo, pues el accidente puede ser provocado por una tercera persona, o porque el equipo sobre el cual trabaja ordinariamente, no ha recibido mantenimiento adecuada o no ha sido instalado debidamente o sea, sin cumplir con las normas existentes para el efecto.

En resumen, se puede decir que para prevenir el ac-

cidente es fundamental que se cumpla los siguientes requisitos:

- a. Los trabajadores deben estar debidamente instruídos tanto en materia de su trabajo como en materia de seguridad.
- b. Deben tener conocimientos por lo menos básicos de electricidad, para que puedan comprender adecuadamente las instrucciones que se imparten para cada trabajo.
- c. Los procedimientos de trabajo deben ser debidamente autorizadas por la persona a quien corresponda, se deben incluir disposiciones tanto para trabajos de rutina como para trabajos de emergencia.
- d. El equipo, los materiales, herramientas e instalaciones deben conservarse en perfectas condiciones.
- e. El material, equipo y herramientas deben ser fabricados de acuerdo con las normas establecidas.
- f. No debe permitirse por ningún concepto, que trabajadores alterados de alguna manera (enfermedad, lesiones, mal genio, alcohol, etc.) participen en los trabajos.
- g. La ropa de los trabajadores debe ser adecuada y no debe presentar peligros de engancharse o enredarse.
- h. No se debe permitir a los trabajadores bromas, pleitos, juegos u otras actividades ajenas al trabajo mientras éste se esté realizando.
- i. Sancionar enérgicamente cualquier contravención de las normas de seguridad establecidas.

El "Proyecto de Normas de Seguridad para Trabajos en Líneas de Alta Tensión" que a continuación se presenta, no constituye una descripción de las técnicas y procedimientos que se emplean en los trabajos de alta tensión, sino, que es un conjunto de normas de seguridad fundamentales y mínimas, que deben observarse en la realización de los trabajos, para asegurar la debida utilización de los equipos y por sobre todo la debida protección a las personas, intervengan o nó en la realización de los mismos.

## CAPITULO "III"

### 3. NORMAS DE SEGURIDAD

#### 3.1 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

##### 3.1.1 Puntos Generales

- a. Los elementos de protección del personal deben ser completos, cómodos, adecuados y de buena calidad, deben cumplir con las normas mínimas establecidas y recibir trato y mantenimiento adecuados.
- b. El vestuario del personal debe permitir libertad a los movimientos. Las mangas deberán ser apretadas en el puño, las bastas de los pantalones suficientemente anchas para permitir halar de una pierna a un trabajador que accidentalmente se ha ya puesto en contacto con la tensión.
- c. El calzado debe ser de caña y suela gruesa de material aislante, debe tener protección para los dedos. En terrenos húmedos se usará botas de agua.
- d. No deben usarse prendas de vestir que puedan enredarse, como son: bufandas, corbatas, etc., ni elementos personales que puedan provocar accidentes eléctricos, éstos son: relojes, pulseras, anillos, cadenas metálicas, etc.

### 3.1.2 Casco de Seguridad, Normas, Pruebas y Usos

#### 3.1.2.1 Generalidades

- a. El casco de seguridad para trabajos en sistemas eléctricos, deberá ser de material aislante y de alta resistencia mecánica.
- b. Los cascos nunca deben ser maltratados, deben guardarse colgados y en lugares donde no estén expuestos a condiciones extremas de humedad y/o temperatura.

#### 3.1.2.2 Características Técnicas

- a. El casco no deberá ablandarse ni alterarse con la humedad; deben ser impermeables y capaz de soportar esterilización adecuada.
- b. La forma y el tamaño del casco deben ser tales que proporcionen protección a toda la cabeza. Debe ser de forma abovedada, de una sola pieza, no debe tener agujeros. El casco que tenga nervios para reforzar la bóveda, deberá tenerlos de manera que desvíen un objeto en su caída. El contorno del casco debe terminar en una especie de ala, que desvíe hacia afuera todo lo que caiga sobre él. El casco no debe tener agujeros de ningún tipo.

El tamaño debe ser algo más que el que corresponde a la cabeza del individuo.



- c. El casco debe tener en su interior un tafiote que corone la cabeza al ponérselo, este tafiote debe ser sostenido en la cabeza del individuo por cintas entrecruzadas de algún material no metálico, pero muy resistente a la tensión mecánica. El tafiote y las cintas que forman el arco de sostén, deben ser ajustables al tamaño de la cabeza. El cosco propiamente debe quedar sostenido en el tafiote y no debe tocar la cobezo del que lo uso.
- d. El casco no debe tener partes metálicas o conductoras de la electricidad.
- e. Debe ser de alta rigidez dieléctrico, debe ser resistente al agua, ácidos y fuego.

### 3.1.2.3 Pruebas

Un casco de seguridad para trabajos en sistemas eléctricos, debe reunir las siguientes condiciones mínimas de seguridad y resistencia.

#### a. Pruebas eléctricas

- a.1 Se debe colocar en el exterior del casco y pegado a la parte superior del mismo un electrodo esférico de 10 centímetros de diámetro, justo bajo lo esfera pero en la parte interior del casco otro electrodo terminado en punta (Figura 3.1). Se sube la tensión entre los dos e

electrodos hasta un valor cuatro veces superior a la ten  
sión dada por el fabricante del casco como valor seguro  
en caso de contacto directo, en estas condiciones na de  
be saltar chispas par perforación dieléctrica.

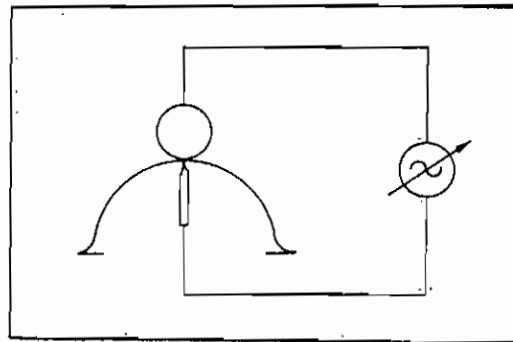


Figura 3.1

- a.2 Se colocarán dos electrodos en forma de punta, uno en el filo del ala del casco y otro al comienzo de la bóveda del mismo (Figura 3.2). Se sube la tensión lentamente hasta un valor cuatro veces superior a la tensión da da por el fabricante del casco como valor seguro para contacto directo, en estas condiciones no debe saltar chispa entre los dos electrodos.

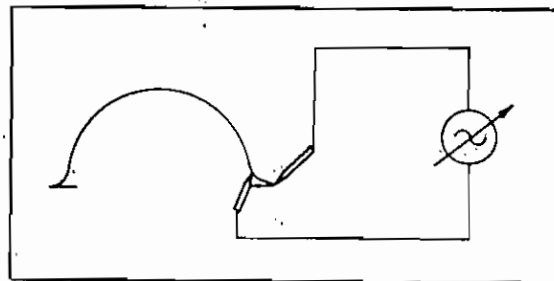


Figura 3.2

a.3 Prueba en el tanque de agua

Se retira el sistema de suspensión, se debe llenar el casco con agua salada (saturada) hasta 1,5 centímetros desde el borde del ala, luego se lo sumerge hasta el mismo nivel en un recipiente que contenga también agua salada y se eleva la tensión gradualmente hasta llegar a 2.200 voltias. Se mantendrá esta tensión durante un minuto, la corriente circulante en estas condiciones no debe ser superior a treinta miliamperios.

b. Prueba mecánica

Se debe colocar el casco a probarse con su tafilete y arca de sostén sobre una horma para sombreros de modo que la parte superior (corona) del casco deje un espacio libre de 25 mm. sobre la horma, se dejará caer sobre el casco una bala de hierro de 5,0 Kg. de peso (9 centímetros aproximadamente de diámetro) desde una altura de 1,5 metros, el casco no deberá romperse con el impacto y la abolladura que pueda producirse en la corona no deberá tocar la horma.

3.1.2.4 Mantenimiento e Inspección

- a. El individuo que usa un casco debe hacer una inspección visual del estado del mismo todas las días antes de ponérsela, si nota alguna anomalía deberá reportarlo enseguida a su supe -

rior inmediato. Se debe dar de baja todo casco que presente abolladuras, trizaduras, desgaste, deterioro de la suspensión, etc. que revelen pérdida de las buenas condiciones de resistencias eléctricas y mecánicas.

- b. Ningún casco debe ser maltratado a pesar de que son muy resistentes a los golpes. Deben guardarse colgadas y en lugares donde no estén expuestos a condiciones extremas de temperatura y/o humedad.

### 3.1.2.5 Usos

Toda persona que trabaje en sistemas eléctricos energizados o no, deberá usar casco protector en la cabeza.

### CUADRO No. 1

#### RESUMEN DE PERIODOS DE PRUEBAS E INSPECCION PARA CASCOS

PRUEBA	PERIODO	PERSONA ENCARGADA
Prueba mecánica	Cada 6 meses	Ing. de Seguridad
Prueba eléctrica	Cada 3 meses	Ing. de Seguridad
Inspección Visual	Cada 3 meses	Ing. de Seguridad
Inspección Visual	Todos los días	Usuario

3.1.3 Cinturón de Seguridad: Normas, Pruebas y Usos

3.1.3.1 Características Técnicas

a. El cinturón de seguridad debe estar constituido por las siguientes partes:

- Cinturón propiamente, que rodea la cintura y que lleva por debajo una segunda correa más ancha, la misma que tiene en la parte delantera y a cada lado una argolla D.

- Estrobo

Es el elemento que rodea al poste, escalera, etc., debe estar provisto de dos mosquetones (eslabón con cierre a resorte) los mismos que deben engancharse en las argollas D.

b. El cinturón propiamente deberá ser de cuero, el estrobo deberá ser de cabo de manila o de nylon, en ambos casos deberá tener una capa interior de color diferente a la exterior, de diámetro igual a 0,75 del total del estrobo, esto para saber cuando el estrobo ya no presta seguridades, pues el desgaste de la capa exterior hace aparecer la capa interior de diferente color.

c. Las dimensiones mínimas de los cinturones de seguridad deben ser las siguientes:

- El cinturón propiamente debe tener un largo entre 1.016 y 1.220 milímetros; de ancho 60 milímetros y 5 milímetros de

espesor.

- La correa que lleva las argollas D, debe tener 600 milímetros de largo, 100 milímetros de ancho y 4 milímetros de espesor.
  - El estrobo debe tener 1,750 milímetros de largo, 15 milímetros de diámetro. La capa interior debe tener como mínimo 11 milímetros de diámetro.
- d. El estrobo debe tener un coeficiente de rotura no menor a 2,500 Kgr.

### 3.1.3.2 Pruebas de conservación

Todos los cinturones de seguridad deben probarse una vez al año, los componentes deben someterse durante 3 minutos a las siguientes tensiones:

- |                               |         |
|-------------------------------|---------|
| a. Cinturón.....              | 140 Kg. |
| b. Estrobo.....               | 150 Kg. |
| c. Correa con argollas D..... | 150 Kg. |

La prueba se efectuará con el cinturón cerrado por su hebilla y colocado sobre cilindros de 20 centímetros de diámetro (Figura 3.3), la tensión se aplicará gradualmente sobre los cilindros y deberá tenerse cuidado de que la hebilla no haga contacto con ellos.

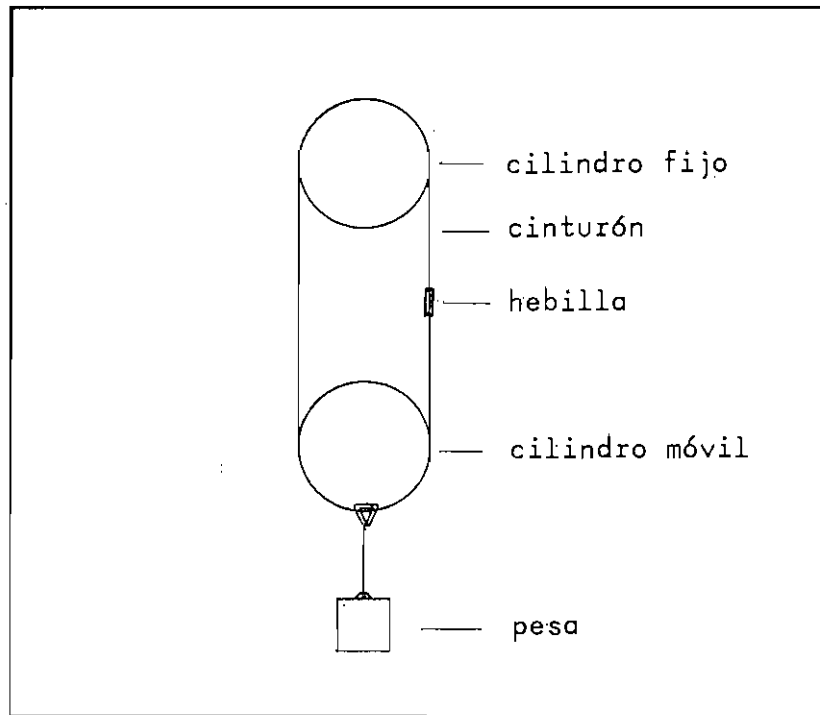


Figura 3.3

La prueba del estrobo y de la correa con argollas D se hará tomando estos elementos por los mosquetones o las argollas D respectivamente y se aplicará la tensión gradualmente.

Una vez efectuadas las pruebas mencionadas los tres elementos deberán cumplir con lo siguiente:

- Las costuras deberán quedar intactas.
- El cuero no deberá rasgarse ni presentar grietas.
- Las clavillas de las hebillas del cinturón no deberán deformarse.
- Los agujeros para las clavillas no deberán rasgarse.

- e. Los remaches deberán quedar fijos y no presentar juego.
- f. Los mosquetones y argollas D no deberán presentar deformaciones de ningún tipo.
- g. El alargamiento del cinturón y de la correa con argollas D no debe ser superior al 5 %, el alargamiento del estrobo no debe ser superior al 3 %.

Los elementos que no cumplan con cualquiera de los requisitos anteriores, o que presenten algún indicio de deterioro, o alteración deberán ser dados de baja inmediatamente.

### 3.1.3.3 Mantenimiento e Inspección

- a. Debe efectuarse una inspección visual completa del cinturón y del estrobo cada vez que debe usarse nuevamente.

#### b. Inspección del cuero

Se buscarán partes desgastadas o rígidas, grietas, cortes, quemaduras, costuras defectuosas, aumento del diámetro de las perforaciones y sequedad debido a la falta de lubricación del cuero.

Para encontrar grietas o cortes se empleará un cilindro de 5 centímetros de diámetro sobre el cual se irá doblando el cinturón lentamente, con su parte rugosa hacia afuera. Debe tenerse cuidado de no dablarse bruscamente el cuero, especialmente en las perforaciones ya que pueden producirse grietas.



Además, el cinturón bajo prueba debe presentarse bien lubricado para que se doble fácilmente y no se agriete al hacerlo; esta inspección debe ser realizada por un inspector de seguridad cuando menos una vez cada tres meses.

c. Inspección de las partes metálicas

Cada tres meses se revisarán las partes metálicas con mucho cuidado, se buscarán partes gastadas, agrietadas o por romperse. Las clavillas de las hebillas deben estar siempre en perfecto estado; deben observarse también las argallas D y revisarse si hay remaches sueltos o rotos. Los cierres de resorte de los mosquetones deben cerrar perfecta e instantáneamente. Si se encuentra una falla en las partes metálicas, deberá reemplazarse la pieza defectuosa, si esto no es posible, se dará de baja el cinturón.

d. Las partes de cuero deben mantenerse limpias y no deben someterse a condiciones extremas de humedad y/o temperatura.

e. No debe doblarse el cuero cuando está endurecido debido a sequedad, frío o calor; en este caso se lo debe limpiar cuidadosamente y en seguida lubricarlo. La lubricación se hará por lo menos cada tres meses o cuando se presenten las condiciones de sequedad descritos anteriormente, cualquiera que se presente primero; se usará aceite de pata de buey que contenga un 0,5 % de su peso de un desinfectante fungicida que no ataque a los metales (puede ser percloroetileno). La lubrica-

ción se realiza de la siguiente manera: se lava el cuero con jabón suave y se lo seca, se humedece un paño en el aceite y se frota el lado áspero del cuero, no debe aceitarse en exceso, finalmente se cuelga el cinturón o la sombra y a una temperatura no mayor a 30°C. ni menor a 5°C. En lugar del aceite de pata de buey se puede usar vaselina pura, cera virgen, a ceite de ballena o de bacalao.

- f. Las partes metálicas hay que mantenerlas aceitadas para evitar la oxidación.
- g. En ningún caso se debe tratar de hacer innovaciones en los cin turones o estrobos pues esto los debilita.

### 3.1.3.4 Usos

- a. Los cinturanes de seguridad deben emplearse en todos los casos en que se trabaje en postes, torres, estructuras elevadas, etc., no deben emplearse para ningún otro fin que no sea la su jeción del obrero a la estructura.
- b. Cuando el operador esté arriba de la estructura deberá enganchar el mosquetón a la argolla D, luego de haber pasado el es trobo por detrás de alguna parte fija y sólida. Deberá comprobarse que el mosquetón ha quedado bien cerrado antes de de jar descansar el peso del cuerpo en el cinturón.
- c. Una vez que el estrobo esté enganchada en su sitio, el traba-

jador lo probará antes de comenzar el trabajo, abandonando con cuidado el peso del cuerpo hasta estar seguro de que está bien sujeto. Mientras está haciendo esta prueba, el trabajador deberá sujetarse con ambas manos al poste u otro apoyo seguro, de modo que pueda quedar sujeto en caso de falla del cinturón. El cinturón se asegurará siempre de modo que no haya la posibilidad de que se suelte accidentalmente por presión contra líneas o por cualquier otra causa.

- d. Los cinturones no se sujetarán nunca a soportes de aisladores, conductores de líneas o crucetas que estén debilitadas, o a ningún equipo que deba desmontarse.
- e. No debe pasarse el estrobo por encima o alrededor de tornillos, clavos, flejes o cualquier superficie cortante.
- f. Se debe tener cuidado de que el cinturón esté en su forma normal y no retorcido cuando se lo somete a esfuerzo.
- g. Si un trabajador recibe un cinturón que no le quede, no debe hacerle más perforaciones que las que tiene, debe cambiarlo por uno que se ajuste a su tamaño.
- h. El estrobo nunca se dejará suelto por ninguno de sus extremos, deberá colocarse en la argolla D para subir o bajar de la estructura.
- i. La operación de cierre del mosquetón en la argolla D, debe seguirse con la vista y nunca confiarse únicamente del sonido.

### 3.1.3.5 Transporte y Almacenamiento

Los cinturones de seguridad se almacenarán o transportarán en sitios apropiados y altos, donde queden protegidos de cortes por herramientas, rozaduras o de ser aplastados por equipo o material pesado.

### CUADRO No. 2

#### RESUMEN DE PERIODOS DE PRUEBAS, INSPECCION Y MANTENIMIENTO PARA CINTURONES DE SEGURIDAD

PRUEBA	PERIODO	PERSONA ENCARGADA
Prueba de resistencia con pesos.....	cada año	Ing. de seguridad
Inspección visual.....	cada vez que se usa	Persona que usa
Lubricación e inspección del cuero.....	Cada 3 meses (por lo menos)	Insp. Seguridad

### 3.1.4 Guantes de Caucho: Normas, Pruebas y Usos

#### 3.1.4.1 Características Técnicas

a. Los guantes de caucho que se emplean en trabajos eléctricos,

deben tener forma anatómica de 5 dedos, los 4 estarán rectos y el pulgar colocado un poco más adentro de la fila de los demás y hacia el lado de la palma de la mano.

- b. Los guantes de caucho deben ser fabricados sin costuras, parches, burbujas, grietas, picaduras, protuberancias, muescas, hendiduras, incrustaciones de materias extrañas u otros defectos físicos detectables por inspección. Deben ser de un color en el exterior y de otro en el interior.

#### 3.1.4.2 Pruebas

- a. Para la prueba eléctrica de los guantes de caucho se usará un aparato similar al de la Figura 3.4

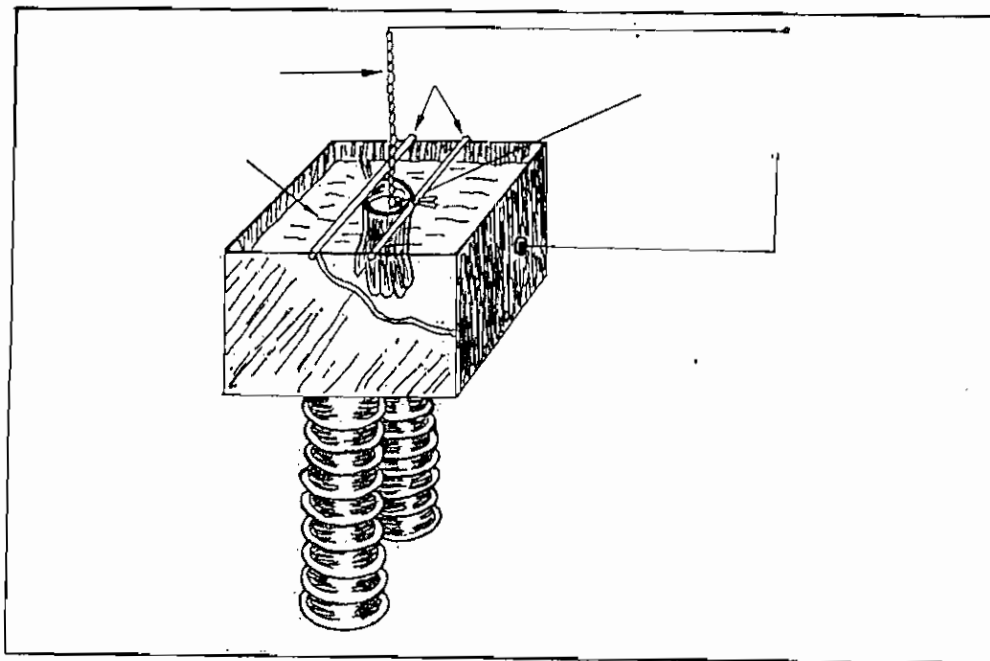


Figura 3.4

- b. Se aplica tensión en forma gradual hasta llegar a los valores requeridos para la prueba, se deja así por tres minutos y se mide la corriente, la misma que debe ser igual o menor a los valores indicados en la Tabla No. 3.
- c. Después de la prueba se sacan los guantes del aparato, se lavan con agua pura y se secan a la temperatura ambiente, en un dispositivo como el de la Figura No. 3.5

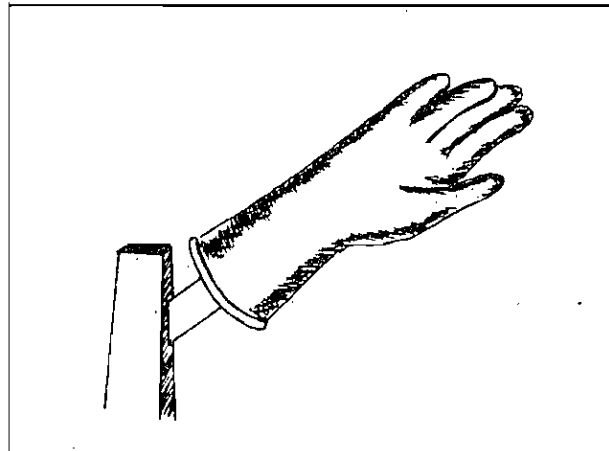


Figura 3.5

- d. Las tensiones de ruptura de los guantes de caucho son las de la Tabla No. 4.

TABLA No. 3

## PRUEBA DE TENSION PARA MEDIR LA CORRIENTE DE FUGA

CLASE DE GUANTE	VOLTAJE DE PRUEBA (EN VOLTS EFECTIVOS) APLICADOS DURANTE 3 MINUTOS	CORRIENTE MAXIMA DE FUGA (EN MILI AMPERES)
Clase I	10.000	10
Clase II	15.000	15
Clase III	20.000	20

- e. Las tensiones indicadas en las Tablas Nos. 3 y 4 son de prueba y en ningún caso los valores máximos de tensión en los que los guantes de caucho pueden usarse con seguridad.
- f. Los límites de espesor son los de la Tabla No. 5 y se ilustran en la Figura 3.6

TABLA No. 4

## TENSIONES DE RUPTURA

CLASE DE GUANTES	TENSION MINIMA DE RUPTURA (EN VOLTS)
Clase I	20.000
Clase II	25.000
Clase III	30.000

TABLA No. 5

## LIMITES DE ESPESOR

CLASE DE GUANTE	MINIMO DE ESPESOR				MAXIMO DE ESPESOR			
	(pulg.)(mm)		(pulg.)(mm)		(pulg.)(mm)		(pulg.)(mm)	
	En las bi - furcaciones		Otra parte que no sea bi furcaciones		Area A		Area B	
Clase I	0,030	0,07	0,035	0,08	0,050	0,12	0,065	0,16
Clase II	0,038	0,09	0,045	0,11	0,060	0,15	0,080	0,2
Clase III	0,050	0,12	0,060	0,15	0,085	0,21	0,100	0,25

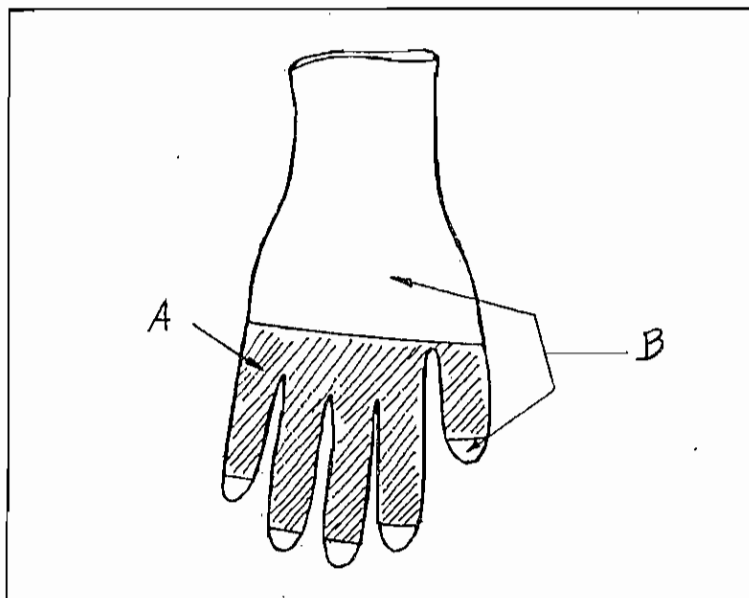


Figura 3.6



### 3.1.4.3 Mantenimiento e Inspección

- a. No debe permitirse a los guantes de caucho el contacto con herramientas duros o cortantes, tampoco se debe permitir que permanezcan en contacto con aceites o grasas.
- b. Los guantes sucios deben lavarse con agua pura y secarse a la temperatura ambiente.
- c. Las manchas de grasa o aceite deben secarse con un trapo suave, humedecido en tetracloruro de carbono.
- d. Los guantes de caucho deben ser sometidos a cuidadosa inspección cada vez que vayan a ser usadas. La inspección debe tender a encontrar cortes, rajaduras, quemaduras, raspaduras, etc. Esta inspección se debe hacer aunque se hubiera hecho la prueba eléctrica con anterioridad.
- e. Debe efectuarse siempre la prueba de aire, que consiste en enrollar la manga del guante hasta la palma, comprimiendo el aire que hay en su interior (Ver Figuras Nos. 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10) cualquier falla que se detecte debe ser motivo suficiente para dar de baja al guante.



Figura 3.7

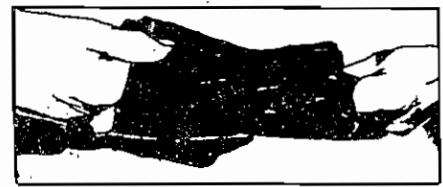


Figura 3.8

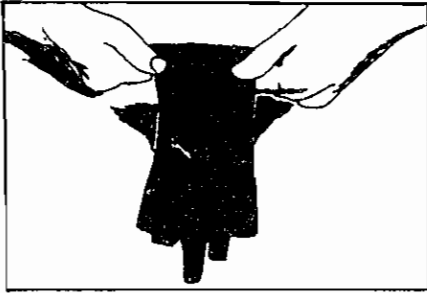


Figura 3.9

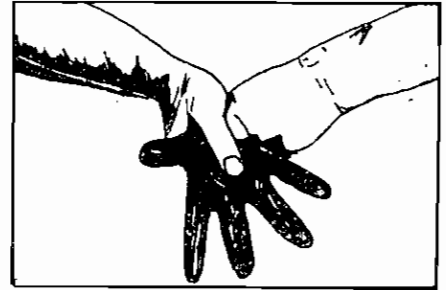


Figura 3.10

#### 3.1.4.4 Usos

- a. Los guantes de caucho deben usarse en todo trabajo sobre equipos energizados, incluido colocación y retiro de equipos de puesta a tierra.
- b. Los guantes clase I, pueden usarse con seguridad para trabajos con equipos energizados de baja tensión, siempre que la tensión en ellos sea de máximo 750 voltios.
- c. La intervención en líneas o equipos de 6,700 voltios entre fase y tierra puede hacerse con guantes de caucho clase III, casco, mungas protectoras y manta aislante. Pero a esta tensión es preferible trabajar con pértigas.
- d. Los guantes de caucho se usarán siempre con protectores de cuero.
- e. Nunca se debe ejercer presión excesiva sobre los guantes de caucho al ponérselos o quitárselos.
- f. La tensión a la cual se puede usar con seguridad un par de guantes, depende de las instrucciones del fabricante, del es

tado climatológico y de la experiencia del personal, todos estos aspectos deben ser tomados muy en cuenta por el Ingeniero responsable de los trabajos.

- g. No deben usarse los guantes de caucho para subir a los postes. Los trabajadores deben subir al poste o estructura con guantes de cuero, una vez que su cabeza se encuentre a una distancia aproximada a las de la Tabla No. 14 por debajo de la línea más baja, deberá cambiarse a los guantes de caucho.

#### 3.1.4.5 Transporte y Almacenamiento

- a. Los guantes de caucho deben almacenarse en cajas especiales para el efecto, en una pieza oscura donde la temperatura no exceda de 32°C, un poco húmeda y ventilada.
- b. Para almacenarlos, se los debe lavar, secar y empolvarlos con talco sin olor.
- c. Deben guardarse extendidos, no doblados ni amarrados unos a otros,
- d. Los guantes de caucho no deben guardarse donde hay indicios de ozono, por ejemplo cerca de soldadoras eléctricas o de líneas de alta tensión.
- e. Los guantes que no van a ser usados durante mucho tiempo deben sacarse del lugar de almacenamiento una vez por semana, moverlos, limpiarlos y luego guardarlos con las precauciones antes indicadas.

- f. El transporte debe hacerse en las respectivas cajas y tomando en cuenta las mismas precauciones que para almacenarlos, no se los debe llevar junto a herramientas metálicas ni en contacto con aceites o grasas.
- g. En climas calurosos, se los debe transportar en la parte más fresca del vehículo, en clima frío se lo debe hacer en la cabina.

CUADRO No. 3

RESUMEN DE PERIODOS DE PRUEBAS, INSPECCION Y MANTENIMIENTO  
PARA GUANTES DE CAUCHO

PRUEBA	PERIODO	PERSONA ENCARGADA
Prueba eléctrico	tres meses	Ing. de seguridad
Prueba de aire	cada vez que se usa	usuario
Inspección visual	cada vez que se usa	usuario
Lavado y talqueada	cada vez que se usa	usuario

3.1.5. Protectores de Cuero para Guantes de Caucho; Normas, -  
Pruebas y Usos

3.1.5.1. Generalidades

Los protectores de cuero para guantes de caucho, deben ser de la misma forma que el guante y calzar perfectamente - sobre él, sin dañarlo.

3.1.5.2. Características Técnicas

- a. Deben ser de cuero suave y fácilmente moldeable, es ideal el cuero de caballo.
- b. No deben ser resbalosos cuando se mojan y al secarse no deberán encogerse ni perder su suavidad original.
- c. Deben tener refuerzo en la palma de la mano, hecho por una - capa adicional del mismo cuero que debe tener un espesor no mayor de 2mm.
- d. Las costuras deberán ser hacia adentro.
- e. El interior del protector debe estar recubierto de lana o algodón.

3.1.5.3. Mantenimiento e Inspección

- a. El mantenimiento de los protectores de cuero debe hacerse de igual forma que las partes de cuero del cinturón de seguridad (ver 3.1.3.3. d. y e.).

- b. Cada vez que se vayan a usar se debe revisar por costuras defectuosas, grietas, perforaciones, etc. que comprometan la función de proteger adecuadamente al guante de caucho.

#### 3.1.5.4. Usos

Siempre que se deba trabajar con guantes de caucho, se usará también protectores de cuero.

#### CUADRO No. 4

RESUMEN DE PERIODOS DE PRUEBAS, INSPECCION Y MANTENIMIENTO  
PARA PROTECTORES DE CUERO

PRUEBA	PERIODO	PERSONA ENCARGADA
Inspección visual	cada vez que se usa	usuario
Lubricación.....	cada tres meses (por lo menos)	Inspector de seguridad

#### 3.1.6. Mangas Protectoras; Normas, Pruebas y Usos

##### 3.1.6.1. Características Técnicas

- a. Las mangas protectoras deben usarse con ajuste adecuado al -

cuerpo y a los brazos del trabajador (ver figura No. 3.11) -



Figura No. 3.11

- b. Las mangas protectoras deben tener en su extremo más ancho - dos o tres ojales reforzados y correas auxiliares con botones para los ojales mencionados, se usarán las correas y los ojales para sujetar las mangas entre sí y al cuerpo del trabajador (ver figuras 3.11 y 3.12).
- c. Las mangas protectoras pueden tener costuras pero deben ser hechas de tal forma que no tiendan a abrirse por el uso, todas las costuras y bordes deben ser reforzados.
- d. Deben ser de un collar por el interior y de otro por el exterior.

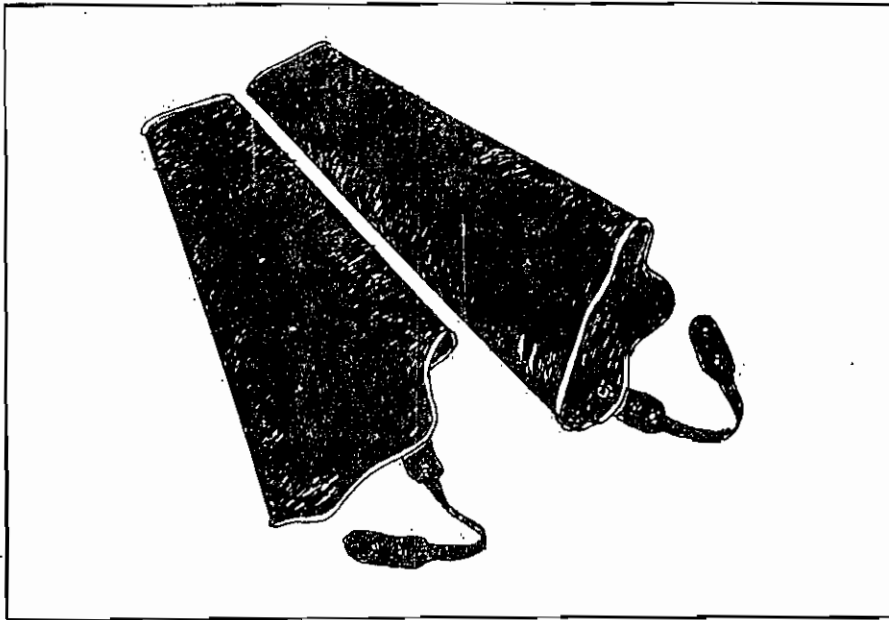


Figura No. 3.12

#### 3.1.6.2. Pruebas

- a. Debe primero lavarse bien las mangas de modo que queden completamente libres de materias extrañas y de humedad.
- b. Cuando las mangas estén limpias y secas se debe formar un bolsillo en cada una de ellas, para un electrado interior de agua. Esto se hace tomando los puños de las mangas por el interior de ellas y tirándolas para darles vuelta hasta la mitad (ver figura 3.13).
- c. Se colocan las mangas en el tanque metálico de prueba afirmandolas en la forma indicada en la figura 3.13 y se toman las siguientes precauciones: que las mangas no toquen el fondo del tanque, que cuelguen rectas para evitar dobleces forzados y que los puños no toquen el otro extremo de ellas.



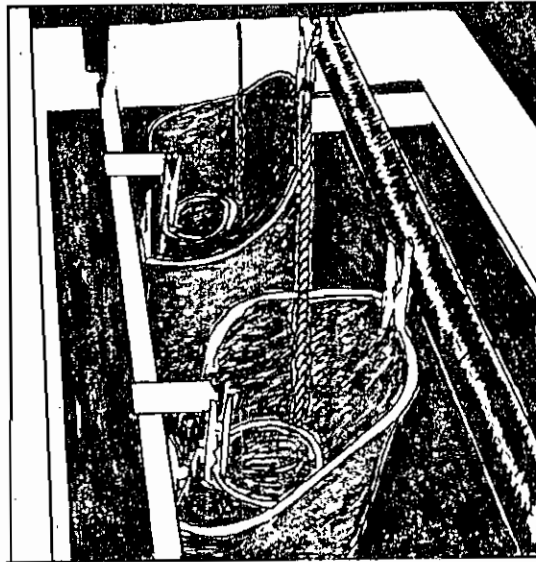


Figura No. 3.13

- d. Se pone agua en los bolsillos interiores formados en las mangas hasta un nivel de cinco centímetros más bajo que el borde de las puños y se llena el tanque hasta el mismo nivel. Las mangas deben colgar libremente, la parte que quede dentro del agua debe estar totalmente mojada, no deben dejarse bolsas de aire o burbujas en los dobleces y la parte que está fuera del agua debe quedar seca.
- e. Se aplica entre los electrodos (uno dentro de las mangas y otro el tanque mismo) una tensión de prueba de 10,000 voltios por un tiempo máximo de tres minutos.
- f. Bajo las condiciones anteriores las corrientes que circulan para los diferentes tipos de mangas no deben exceder los valores de la Tabla No. 6.

TABLA No. 6

## PRUEBA DE CORRIENTE PARA MANGAS PROTECTORAS

CLASE DE MANGA	VOLTAJE DE PRUEBA (EN VOLTS EFECTIVOS) APLICADOS DURANTE 3 MINUTOS	CORRIENTE MAXIMA DE FUGA (EN MILIAMPERES)
Manga de peso normal:		
Tamaño chico	10.000	12
Tamaño medio	10.000	14
Tamaño grande	10.000	16
Manga liviana:		
Tamaño chico	10.000	22
Tamaño grande	10.000	30

g. Los diferentes tipos de manga deben tener los espesores anotados en la Tabla No. 7.

### 3.1.6.3. Mantenimiento e Inspección

Rigen las mismas normas que para los guantes de caucho.

TABLA No. 7

## LIMITES DE ESPESOR PARA MANGAS PROTECTORAS

TIPO DE MANGA	E S P E S O R			
	MAXIMO		MINIMO	
	(pulg.)	(mm.)	(pulg.)	(mm.)
Manga recta:				
Peso normal	0,070	0,17	0,050	0,12
Peso liviano	0,045	0,11	0,035	0,08
Manga rebajada:				
Peso normal	0,070	0,17	0,050	0,12
Peso liviano	0,045	0,11	0,035	0,08
Manga curva (preformada):				
Peso normal	0,070	0,17	0,050	0,12
Peso liviano	0,045	0,11	0,035	0,08

3.1.6.4. Usos

Las mangas protectoras deben usarse siempre como complemento de los guantes de caucho cuando se trabaja directamente sobre partes energizadas sin usar pértigas.

CUADRO No. 5RESUMEN DE PERIODOS DE PRUEBAS, INSPECCION Y MANTENIMIENTO  
PARA MANGAS PROTECTORAS

PRUEBA	PERIODO	PERSONA ENCARGADA
Prueba eléctrica	tres meses	Ing. de seguridad
Inspección visual	cada vez que se usa	usuaria
Lavado .....	cada vez que se usa	usuario

3.1.6.5. Transporte y Almacenamiento

Rigen las mismas normas que para los guantes de caucho.

3.1.7. Mantos Aislantes, Normos, Pruebas y Usos3.1.7.1. Generalidades

- a. Las montas aislantes deben ser de caucho, fabricados sin costuras, parches, grietas, burbujas, muescas, etc. que podrían alterar su capacidad de aislamiento.
- b. Deben colocarse directamente sobre el suelo o sobre plataformas, cuidando siempre que la superficie sobre la cual se las

asiente, se encuentre libre de materias que puedan dañar la manta.

### 3.1.7.2. Características Técnicas

- a. Las mantas aislantes deben tener un espesor no menor a 3,175 mm. (1/8") y estar compuestas de dos capas de caucho de 1,5 mm. de espesor y en medio de las dos una lámina de nylon.
- b. Deben tener por lo menos 90 cms. por lado.
- c. La superficie no debe ser resbalosa.

### 3.1.7.3 Pruebas

- a. Se debe colocar la manta aislante sobre una lámina metálica de tamaño igual o mayor al de la manta que se va a probar. - Esta lámina será uno de los electrodos.
- b. Sobre la parte libre de la manta y en cualquier sitio se colocará una placa metálica de forma rectangular y de 30 x 24 cms., que será el otro electrodo.
- c. Se aplicará entre los dos electrodos una tensión de 25,000 voltios durante tres minutos, en estas circunstancias, la corriente que circule no debe ser mayor que 20 miliamperios.

3.1.7.4. Mantenimiento e Inspección

- a. Cada vez que vaya a usarse una manta aislante, se debe revisar si existen roturas, agujeros, partes metálicas incrustados, manchas de aceite o grasa, etc., que puedan comprometer sus buenas condiciones eléctricas o que puedan hacerla resbalosa.
- b. La prueba eléctrica deberá hacerse por lo menos cada tres meses.
- c. No debe permitirse a las mantas aislantes, el contacto con herramientas metálicas que puedan romperlas, cortarlas o aplastarlas, tampoco se debe permitir que permanezcan en contacto con aceites o grasas.
- d. Las mantas aislantes sucias deberán lavarse con agua puro y secarse a temperatura ambiente.
- e. Las manchas de grasa o aceite deben secarse con un trapo suave humedecido en tetracloruro de carbono.
- f. Nunca debe intentarse parchar o reparar una manta aislante - doñada, se la debe dar de bojo.
- g. Cualquier obrero antes de pararse sobre una manta aislante, deberá asegurarse de que los suelas de sus zapatos estén limpias y libres de cualquier aspereza que pueda doñarla.

#### 3.1.7.5 Usos

- a. Debe usarse manta aislante cuando se realice desde el suelo cualquier trabajo, en circuitos energizados, aunque el trabajo deba hacerse con pértigas.
- b. El uso de manta aislante no suprime por ningún concepto el requisito de usar casco y guantes de caucho.

#### 3.1.7.6 Transporte y Almacenamiento

- a. Las mantas aislantes deben guardarse perfectamente limpias y secas, enrolladas suavemente o extendidas en cuarto oscuro, ligeramente húmedo, bien ventilado y donde la temperatura ambiente no exceda de 32°C.
- b. Las mantas aislantes no deben guardarse donde haya indicios de ozono, por ejemplo cerca de soldadoras eléctricas o de líneas de alta tensión ni donde puedan ser dañadas por aceites grasas, herramientas filudas o pesadas, etc.
- c. El transporte debe hacerse en sus respectivas cajas, con las mismas precauciones que para almacenarlas.

CUADRO No. 6

RESUMEN DE PERIODOS DE PRUEBAS, INSPECCION Y MANTENIMIENTO  
PARA MANTAS AISLANTES

PRUEBA	PERIODO	PERSONA ENCARGADA
Prueba eléctrico	tres meses	Ing. de seguridad
Inspección visual	cada vez que se usa	usuario
Lavado.....	cada vez que se usa	usuario

3.2. HERRAMIENTAS para TRABAJOS EN LINEAS de ALTA TENSION;  
NORMAS, PRUEBAS y USOS

3.2.1. Herramientas para Trabajos en Líneas Energizadas

3.2.1.1. Generalidades

- a. Las pértigas de madera deben ser sumamente resistentes a esfuerzos mecánicos (se puede usar abeto o pino). La madera - debe ser laminada y las pértigas se fabricarán con la fibra de la madera en diferentes direcciones.
- b. Una vez juntas las láminas se las debe colar con pega de alto dieléctrico, luego se las debe presionar firmemente.
- c. La pértiga ya seca y pulida debe ser sometida a una prueba -



eléctrica, se aplicará una tensión de 75,000 voltios por cada treinta centímetros de longitud (2.500 v/cm.) durante cinco minutos, la corriente que circule en estas condiciones debe ser inferior a un miliomperio.

- d. Finalmente, se debe recubrir la pértiga con una capa de plástico de mínimo 0,794 mm. (1/32") de espesor.
- e. En caso de no aplicar la capa de plástico, se debe pintar la pértiga con cuatro capas por lo menos de barniz especial para el efecto (altamente aislante). Antes de aplicar una nueva capa de barniz se debe asegurar de que la anterior esté seca.
- f. Las herramientas para trabajos en líneas energizadas, deben ser usadas solamente por personal especializado.
- g. Debe usarse cada herramienta solamente para el fin para el cual está diseñada y construida, según las normas e indicaciones del fabricante.
- h. Jamás deben excederse los límites de carga mecánica de las herramientas de este tipo (ver Tablas Nos. 8 y 9).
- i. Los trabajadores deben conocer perfectamente el peso de los conductores en los vanos adyacentes a la estructura en la cual se está trabajando (ver Tablas Nos. 10, 11 y 12) y la tensión de la línea.

TABLA No. 8

## CARGAS DE TRABAJO PARA PERTIGAS

TIPO DE PERTIGA	DIAMETRO DE LA PERTIGA		CARGA MAX. DE TRABAJO	
	(pulg.)	(mm)	(lbs.)	(Kgrs.)
Tensión	1,25	32	3.500	1.590
Tensión	1,5	38	5.500	2.500
Tensión	2,0	51	6.500	2.950
Con rodillo	1,25	32	1.000	454
Suspensión	2,5	63,5	2.500	1.135

TABLA No. 9

## CARGAS DE TRABAJO PARA HERRAMIENTAS VARIAS

HERRAMIENTA	CARGA MAXIMA DE TRABAJO	
	(Kgrs.)	(Lbs.)
Silleta (burro)	230	500
Silleta (burro) con extensión	230	500
Cadena de extensión	1.135	2.500
Silleta elevadora (caballo) sencilla	680	1.500
Silleta elevadora (caballo) doble	340	750 (cada soporte)
Plataforma chica	340	750
Plataforma universal	270	600

CONDUCTOR DE COBRE DURO

Calibre MCM o AWG	Número de Alambres	Diámetro Desnudo		Tensión de Ruptura		PESO EN:	
		Pulg.	mm.	Lbs.	Kgr.	Lb/1000'	Kgr/100m.
1000	37	1,151	29,235	43830	19900	3088	460
900	37	1,092	27,736	39510	17940	2779	414
800	37	1,029	26,156	35120	15940	2470	368
750	37	,997	25,523	33400	15160	2316	345
700	37	,963	24,400	31170	14150	2161	322
600	37	,891	22,631	27020	12270	1853	276
500	37	,814	20,675	22510	10220	1544	230
500	19	,811	20,600	21950	9965	1544	230
450	19	,770	19,558	19750	8970	1389	207
400	19	,726	18,440	17560	7970	1235	184
350	19	,679	17,246	15590	7080	1081	161
300	19	,629	15,976	13510	6130	926	138
250	19	,574	14,574	11360	5160	772	115
4/0	19	,528	13,410	9617	4370	653	97
4/0	7	,522	13,260	9154	4160	653	97
3/0	7	,464	12,300	7366	3310	518	77
2/0	7	,414	10,520	6270	2850	407	61
1/0	7	,368	9,350	4970	2260	322,4	48
1	3	,360	9,140	3620	1640	255,9	38
1	7	,328	8,330	3940	1790	255,5	38
1	Sólido	,237	7,210	3875	1670	253,3	38
2	3	,320	8,130	2913	1320	202,9	30,2
2	7	,292	7,420	3130	1420	202,5	30,1
2	Sólido	,258	6,550	3000	1360	200,9	29,9
4	3	,254	6,450	1879	850	127,6	19
4	7	,323	5,890	1938	880	129,0	19,2
4	Sólido	,204	5,180	1950	885	126,4	18,8
6	3	,201	5,110	1204	546	80,25	11,9
6	7	,184	4,670	1228	557	81	12
6	Sólido	,162	4,110	1275	580	79,5	11,8

TABLA No. 44

CABLE DE ALUMINIO CON REFUERZO DE ACERO (ACSR)									
ALUMINIO REFORZADO			EQUIVA- lente en cobre MCM o AWG	NUMERO Y DIAMETRO DE LOS ALAMBRES		ACERO		PESO EN:	
MCM o AWG	Area en :			ALUMINIO		Pulg.	mm.	lb/1000'	Kgr/100m.
	Pulg.	mm.		Pulg.	mm.				
795	0,6244	403	500	54 x ,1214	54 x 3,083	7 x ,1214	7 x 3,083	1024	152
795	0,6244	403	500	26 x ,1749	26 x 4,412	7 x ,1360	7 x 3,454	1094	163
795	0,6244	403	500	30 x ,1628	30 x 4,135	19 x ,0977	19 x 2,481	1234	184
715,5	0,5620	363	450	54 x ,1151	54 x 2,923	7 x ,1151	7 x 2,923	920	137
715,5	0,5620	363	450	26 x ,1659	26 x 4,213	7 x ,1290	7 x 3,276	984	147
715,5	0,5620	363	450	30 x ,1544	30 x 3,921	19 x ,0926	19 x 2,352	1109	165
666,6	0,5235	338	419	54 x ,1111	54 x 2,821	7 x ,1111	7 x 2,821	857	128
636	0,4995	322	400	54 x ,1085	54 x 2,755	7 x ,1085	7 x 2,755	819	122
636	0,4995	322	400	26 x ,1561	26 x 3,972	7 x ,1216	7 x 3,088	875	130
636	0,4995	322	400	30 x ,1456	30 x 3,696	19 x ,0874	19 x 2,219	987	147
605	0,4752	307	380,5	54 x ,1059	54 x 2,639	7 x ,1059	7 x 2,689	779	116
556,5	0,4371	282	350	26 x ,1463	26 x 3,716	7 x ,1138	7 x 2,89	766	114
556,5	0,4371	282	350	30 x ,1362	30 x 3,459	7 x ,1362	7 x 3,459	871	130
500	0,3927	253	314,5	30 x ,1291	30 x 3,279	7 x ,1291	7 x 3,279	783	117
477	0,3746	242	300	26 x ,1355	26 x 3,441	7 x ,1054	7 x 2,677	659	98
477	0,3746	242	300	30 x ,1261	30 x 3,202	7 x ,1261	7 x 3,202	747	111
397,5	0,3122	201	250	26 x ,1236	26 x 3,139	7 x ,0961	7 x 2,44	547	81
397,5	0,3122	201	250	30 x ,1151	30 x 2,923	7 x ,1151	7 x 2,923	622	93
336,4	0,2642	170	4/0	26 x ,1138	26 x 2,89	7 x ,0855	7 x 2,247	463	69
336,4	0,2642	170	4/0	30 x ,1059	30 x 2,699	7 x ,1059	7 x 2,689	527	78
300	0,2356	152	188,7	26 x ,1074	26 x 2,727	7 x ,0835	7 x 2,12	413	61
300	0,2356	152	188,7	30 x ,1000	30 x 2,51	7 x ,1000	7 x 2,54	470	70
266,8	0,2095	135	3/0	6 x ,2109	6 x 5,356	7 x ,0703	7 x 1,785	343	51
266,8	0,2095	135	3/0	26 x ,1013	26 x 2,573	7 x ,0788	7 x 2,001	387	55
4/0	0,1662	107	2/0	6 x ,1878	6 x 4,77	1 x ,1878	1 x 4,77	293	43,7
3/0	0,1318	85	1/0	6 x ,1672	6 x 4,246	1 x ,1672	1 x 4,246	232	34,6
2/0	0,1045	67	1	6 x ,1490	6 x 3,734	1 x ,1490	1 x 3,784	184,5	27,5
1/0	0,0829	53	2	6 x ,1327	6 x 3,37	1 x ,1327	1 x 3,37	146,4	21,8
1	0,0657	42	3	6 x ,1182	6 x 3,002	1 x ,1182	1 x 3,002	116,1	17,3
2	0,0521	33,6	4	6 x ,1052	6 x 2,672	1 x ,1052	1 x 2,672	92,1	13,7
4	0,0328	21,1	6	6 x ,0834	6 x 2,118	1 x ,0834	1 x 2,118	57,9	8,6
6	0,0206	13,3	8	6 x ,0661	6 x 1,678	1 x ,0661	1 x 1,678	36,4	5,4

TABLA No. 12

CABLE DE ALUMINIO SIN REFUERZO									
Calibre NCM o AWG	Diámetro Desnudo		Número y Diámetro de los alambres		Tensión de Ruptura		PESO EN:		
	Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	Lbs.	Kgr.	Lbs/1'00'	Kgr/100m.	
477	0,793	20,14	19 x ,1565	19 x 3,975	8090	3670	447	66,7	
397,5	0,724	18,39	19 x ,1447	19 x 3,675	8880	4030	372,5	55,5	
336,4	0,666	16,92	19 x ,1331	19 x 3,380	5940	2700	315,8	47	
266,8	0,593	15,06	19 x ,1185	19 x 3,009	4800	2180	250,4	37,3	
266,8	0,586	14,88	7 x ,1953	7 x 4,960	4525	2050	250,4	37,3	
4/0	0,522	13,26	7 x ,1739	7 x 4,417	3590	1630	198,6	29,6	
3/0	0,464	11,79	7 x ,1548	7 x 3,931	2815	1290	157,5	23,5	
2/0	0,414	10,52	7 x ,1379	7 x 3,502	2350	1070	124,9	18,6	
1/0	0,368	9,35	7 x ,1228	7 x 3,119	1865	850	99,1	14,8	

### 3.2.1.2 Pértigas Soportantes

- a. Pértigas levantadoras: (figura 3.14), esta pértiga debe usarse solamente para evitar que el conductor se desplace lateralmente, no debe usarse nunca en trabajos de templado de conductores.

El conductor debe ir dentro de la garganta que existe para - el efecto, la misma que se cierra con un dispositivo especial

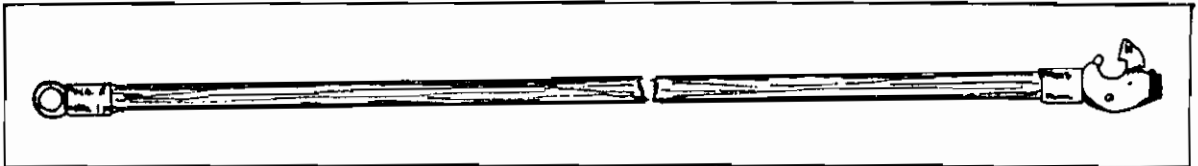


Figura No. 3.14

- b. Pértigas tensoras: Se deben usar para resistir la tensión mecánica de templado del conductor o cuando el peso de conductor sobre la línea sobrepasa los límites de trabajo de las - pértigas levantadoras.

- b.1. Pértiga templadora (figura No. 3.15): se debe usar para soportar el peso a la tensión de líneas pesadas para - cambiar aisladores (figura 3.16) de retensión y como - espaciadora de conductores en estructuras de suspensión (figura 3.17).

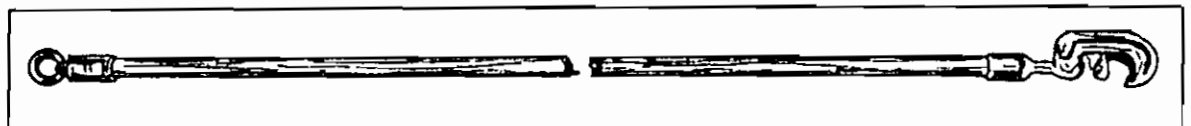


Figura No. 3.15

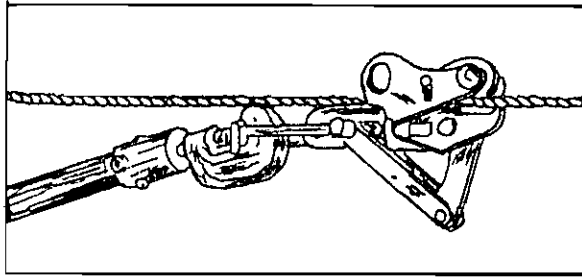


Figura No. 3.16

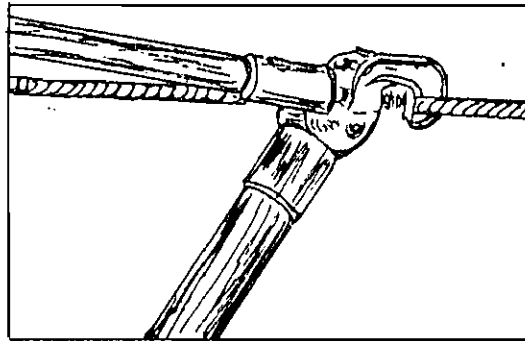


Figura No. 3.17

b.2. Pértiga corrediza (figura 3.18): esta pértiga debe usarse para abrir o separar dos conductores cuando se necesita instalar un poste adicional dentro de un vano de una línea existente. Se lo debe hacer correr hasta el punto deseado.

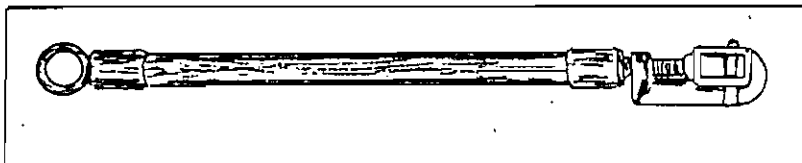


Figura No. 3.18

b.3. Pértiga de suspensión: mediante el acoplamiento de varios accesorios en la punta de gancho que posee (figura 3.19), se usa para resistir el peso de la línea o la ten

sión de la misma en puntos de retención.

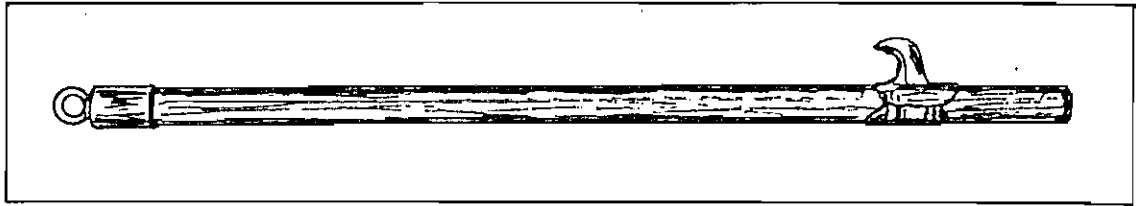


Figura No. 3.19

### 3.2.1.3. Pértigas de Combinación

Se utilizan para infinidad de trabajos. Del tipo de acoplamiento que se ponga en la punta depende el trabajo a realizar. Estas pértigas deben tener al igual que los accesorios, un mecanismo fácil y seguro de acople entre ellos. Los diferentes acoplamientos se describen a continuación:

- a. Deschavetador: este accesorio (figura 3.20) se debe usar para sacar la chaveta cuando se trabaja con aisladores tipo horquilla

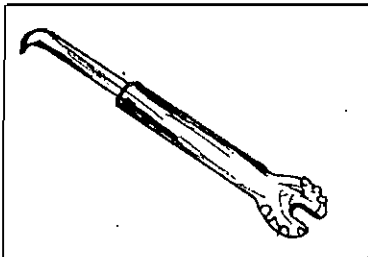


Figura No. 3.20

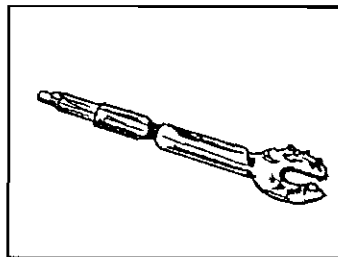


Figura No. 3.21

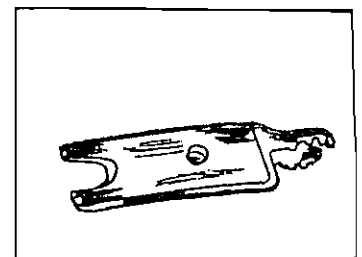


Figura No. 3.22

- b. Portachaveta: Se usa para la operación inversa al deschaveta



dor (figura 3.21).

- c. Portapasador (figura 3.22): se usa para socar o colocar el pasador en aisladores tipo horquilla (clevis).
- d. Deschavetador bola boquilla (ball and socket) (figura 3.23): se debe usar este acoplamiento para retirar o colocar en su sitio la chaveta en las uniones bola-boquilla.
- e. Destornillador (figura 3.24): se debe usar para abrir los patas de la chaveta después de haber sido colocada en un oislador tipo horquilla.

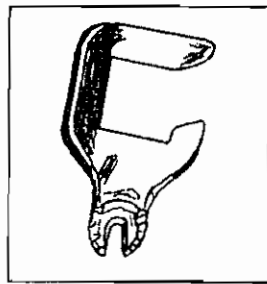


Figura No. 3.23

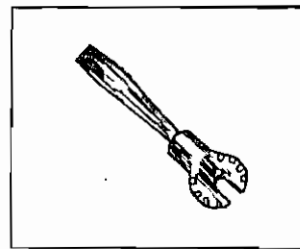


Figura No. 3.24

- f. Pelicano (figura 3.25): se usa para desatar y omarror conductores en aisladores de suspensión o tipo espiga.
- g. Corta-amarra (figura 3.26): su uso debe ser para cortar amarras cuando éstas carecen de puntas o de argolla que se debe dejar para poder desatar con el pelicano.
- h. Fijador (figura 3.27): se debe usar para acomodar los aisladores de disco cuando se requiere acoplar otro aislador o la grapa donde se sujeta el conductor.
- i. Extractor (figura 3.28): el trabajo con este acoplamiento -

es el de mover la cadena de aisladores hacia la cruceta, para poder trabajar directamente sobre ella. Para esta operación se debe safar previamente el conductor y retirarlo a distancia adecuada.

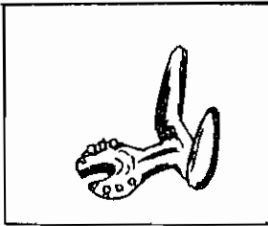


Figura No. 3.25

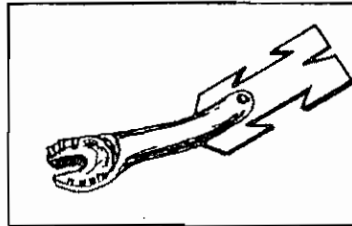


Figura No. 3.26

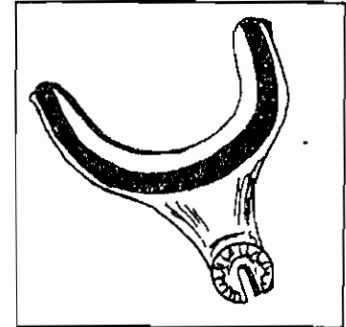


Figura No. 3.27

- j. Escobilla (figura 3.29): se debe usar para la limpieza de los aisladores sin necesidad de retirar los conductores.

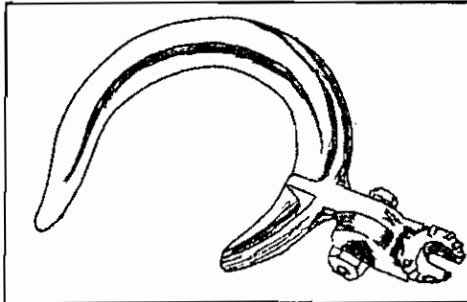


Figura No. 3.28

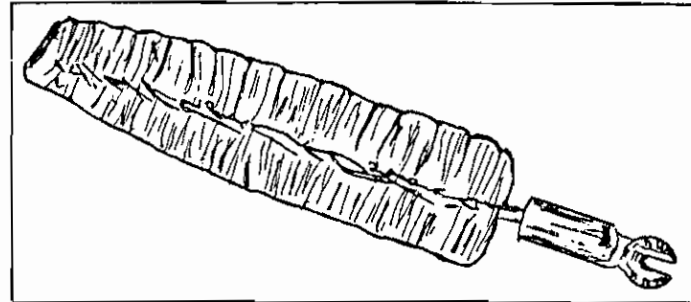


Figura No. 3.29

- k. Llave chicharra (figura 3.30): se debe usar para ajustar o aflojar tuercas, previa la colocación de copa (racha) adecuada.
- l. Cierre de combinación (figura 3.31): el trabajo de este accoplamiento debe ser el de amarrar una pértiga levantadora -

usando una de combinación. El uso en estas condiciones se debe limitar solamente a manipular conductores que no tengan - tensión mecánica.

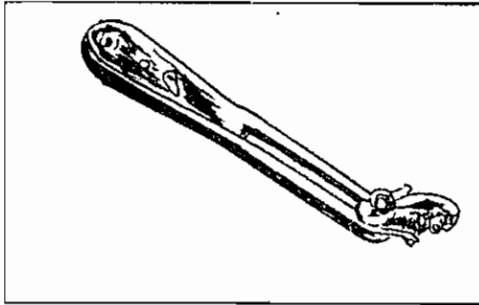


Figura No. 3.30

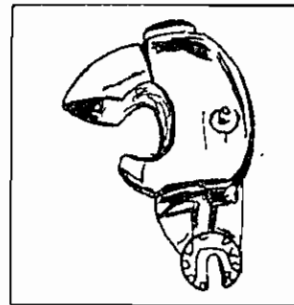


Figura No. 3.31

m. Alineador de agujeros (figura 3.32): debe usarse para alinear agujeros cuando se deba poner pasadores o chavetas.

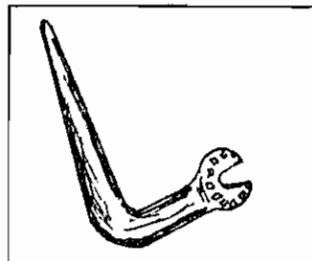


Figura No. 3.32

n. Serrucho (figura 3.33): su trabajo es el de cortar ramos de árboles que estén muy cercanas a líneas energizadas o n6.

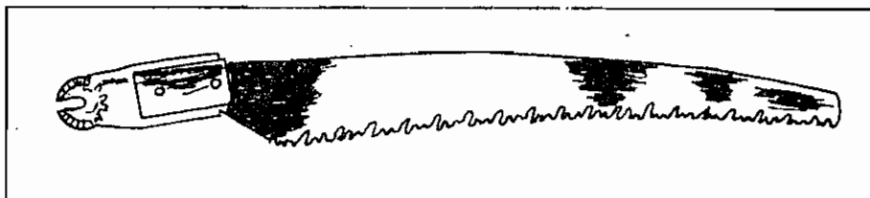


Figura No. 3.33

- ñ. Arco de sierra (figura 3,34): se debe usar para cortar partes metálicas. Este acoplamiento es un tanto grande por consiguiente debe ser usada con mucha cuidada cuando se trabaja en líneas energizadas.
- o. Porta-pernos (figura 3,35): se usa para colocar en su sitio pernos o aisladores tipo espiga que deben ir sujetos firmemente por las mandíbulas de resorte de este accesorio.

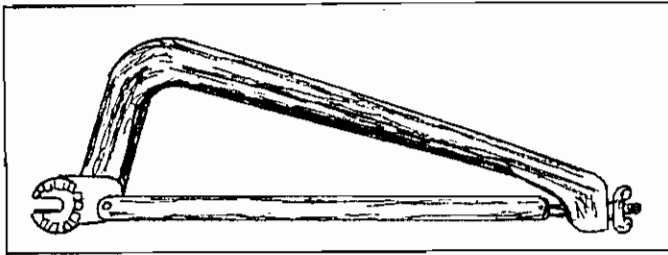


Figura No. 3,34

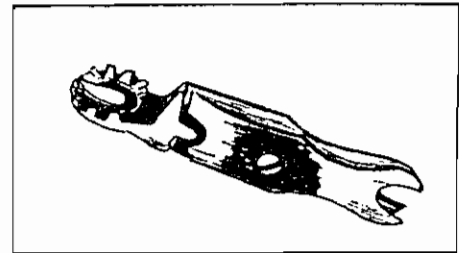


Figura No. 3,35

- p. Cinta métrica (figura 3,36): cuando se necesito hacer mediciones de longitud en zonas cercanas o partes energizadas se debe usar este accesorio.
- q. Soporte ajustable para aisladores (figura 3,37): se debe usar para llevar o su sitio aisladores de disco que tengan entre ocho y diez pulgadas de diámetro.

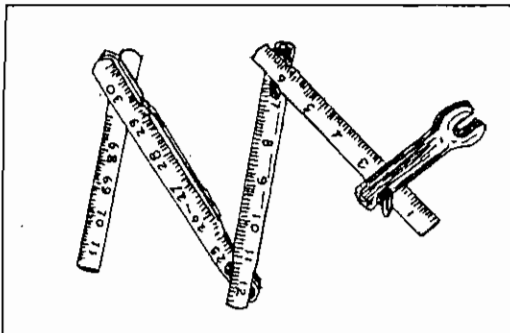


Figura No. 3,36

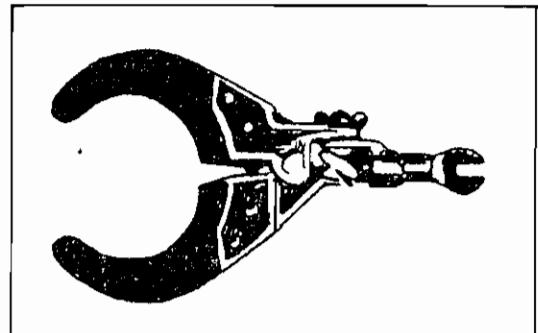


Figura No. 3,37

- r. Calibrador (figura 3.38): se debe usar para medir el calibre de los conductores que permanezcan energizados.
- s. Lijador (figura 3.39): se debe usar para lijar los conductores energizados en el sitio donde se desea poner, por ejemplo, una grapa del equipo de puesta a tierra.

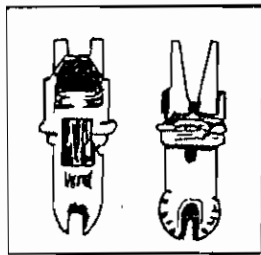


Figura No. 3.38

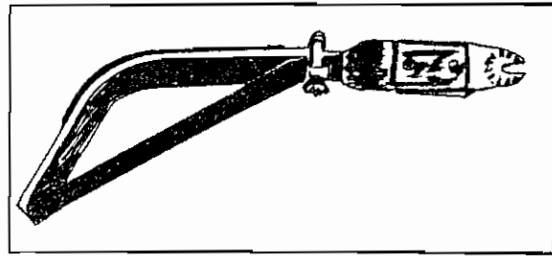


Figura No. 3.39

#### 3.2.1.4. Pértigas Especiales

- a. Porta-amortiguador (figura 3.40): se debe usar para colocar amortiguadores tipo "stockbrigde" en líneas energizadas.

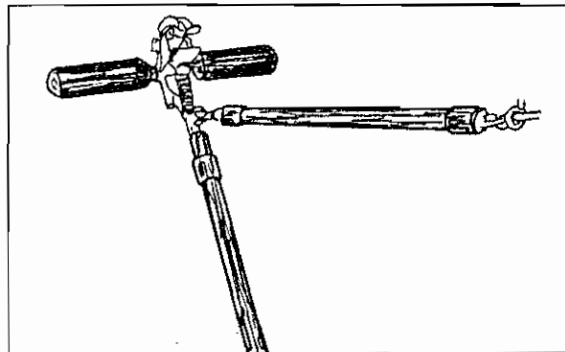


Figura No. 3.40

- b. Portacadenas (figuras 3.41 y 3.42): se debe usar para soste-

ner las cadenas de aisladores, tanto de suspensión como de retención.

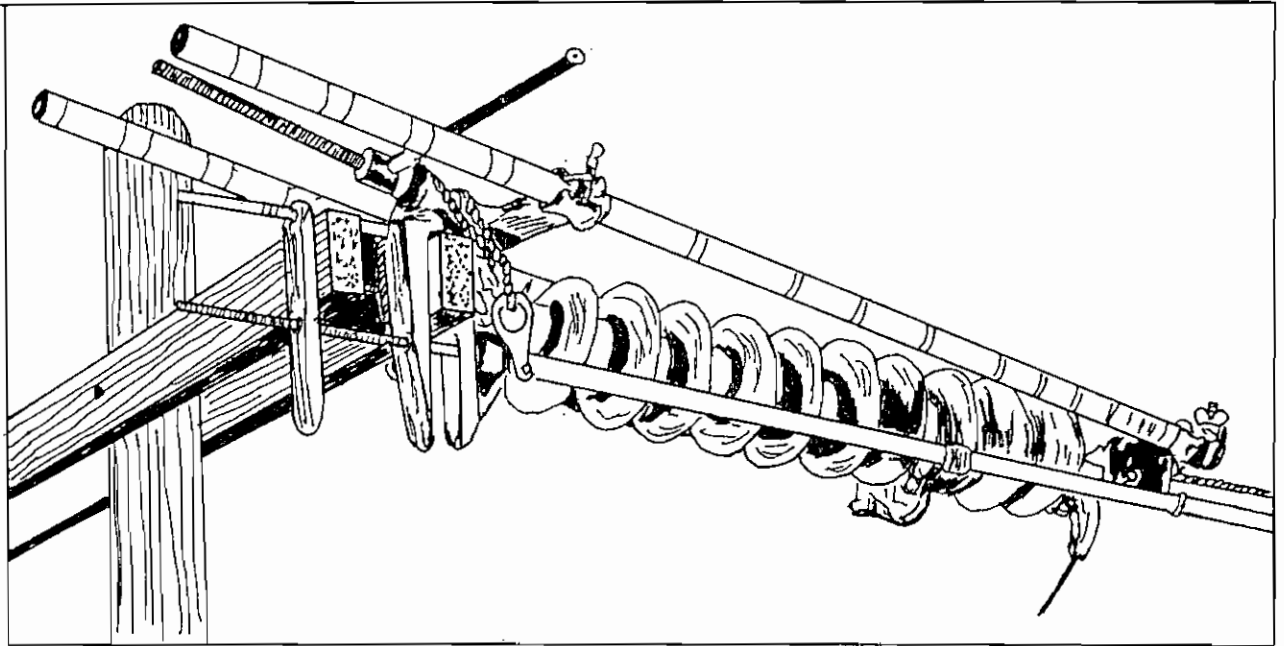


Figura No. 3.41

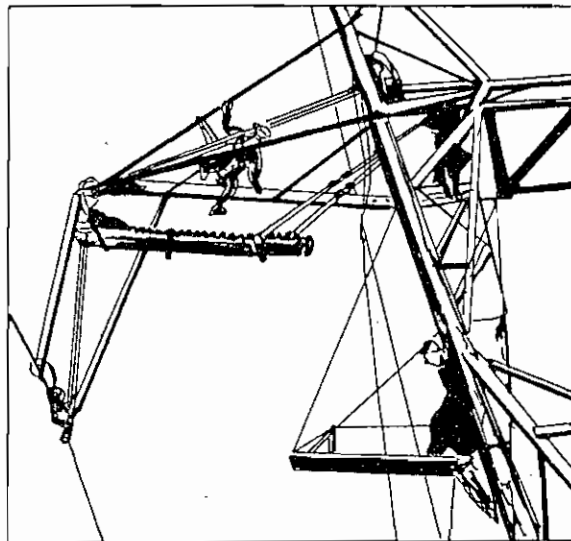


Figura No. 3.42

- c. Grúa (figura 3.43): se debe usar para retirar cadenas muy pesadas y siempre en combinación con el portacadena

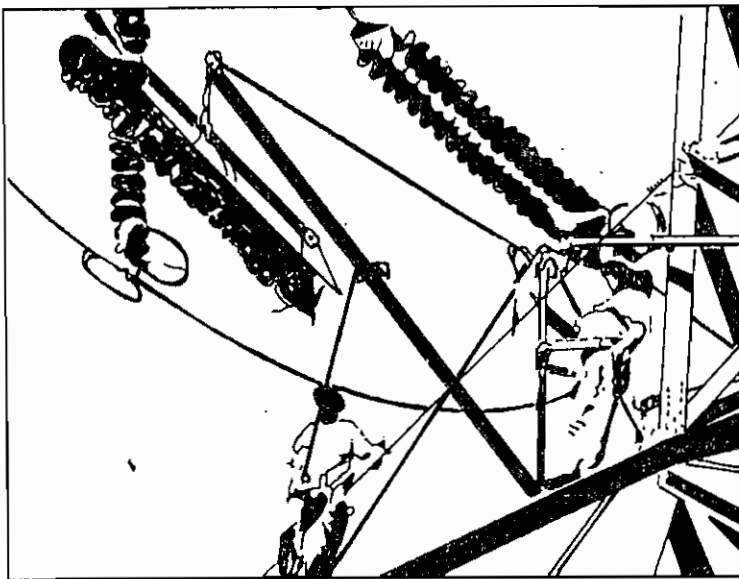


Figura No. 3.43

- d. Cruceta auxiliar tipos lateral y central (figura 3.44 y 3.45) se usan en tensiones de hasta 46 Kv. para desplazar los tres conductores de una línea hacia un lado o hacia arriba cuando se requiere cambiar la cruceta o los aisladores.

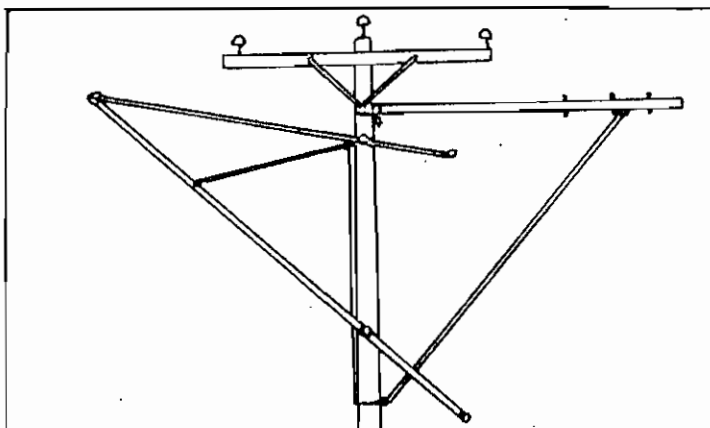


Figura No. 3.44

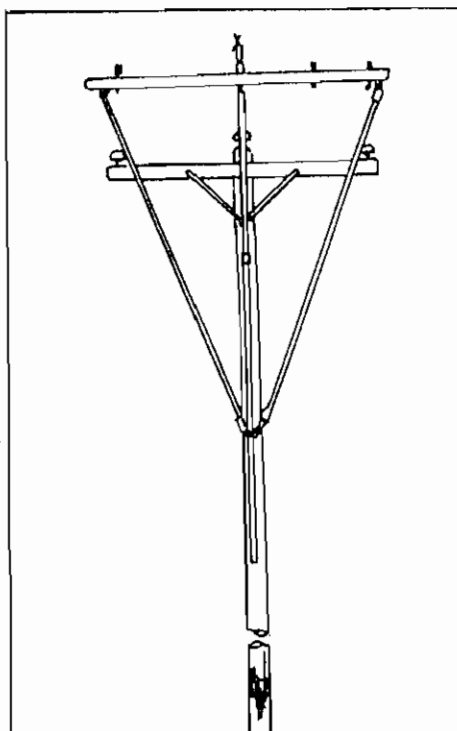


Figura No. 3.45

- e. Gatilla retráctil (figura 3.46): esta pértiga se debe usar para conectar o desconectar líneas con puentes desmontables o para la colocación de equipas de puesta a tierra, colocación de instrumentos registradores de vibración, etc.

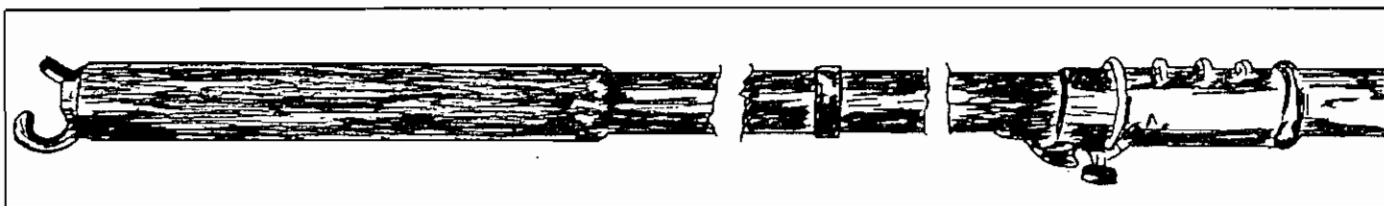


Figura No. 3.46

- f. Cortadora de cable tipo palanca (figura 3.47): su uso debe ser para cortar conductores.



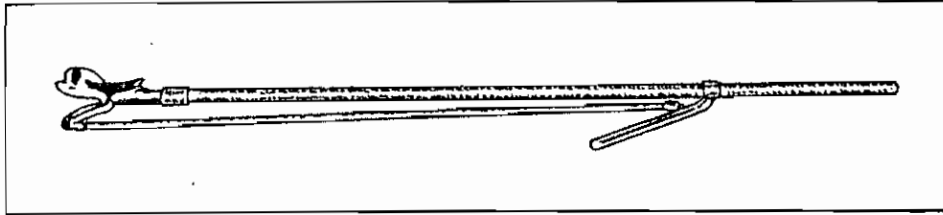


Figura No. 3.47

- g. Podadora (figura 3.48): para recortar ramas pequeñas en la proximidad de líneas, se debe usar este accesorio; la piola debe ser de material aislante.
- h. Pértigas de anclaje (figura 3.49 y 3.50): se debe usar para sujetar el conductor cuando se desea cambiar la cadena de aisladores en una estructura de retención.

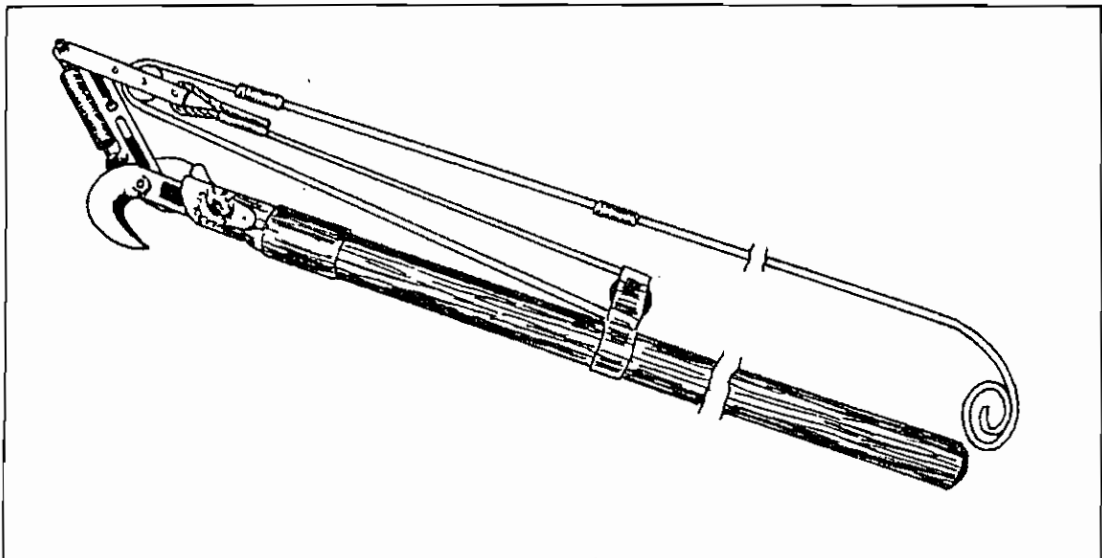


Figura No. 3.48

- i. Aceitera (figura 3.51): esta pértiga debe usarse para acei-

tar elementos de seccionadores a de portafusibles mientras -  
estén con tensión.

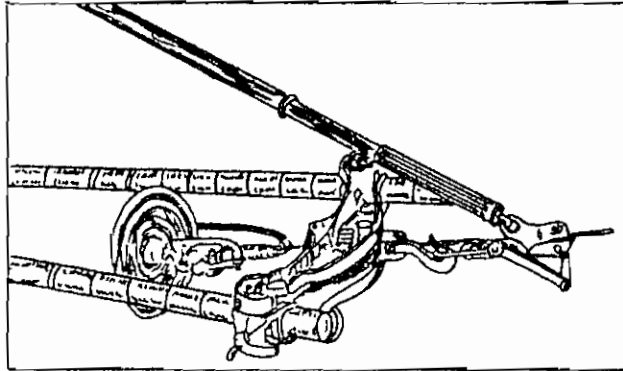


Figura No. 3.49.

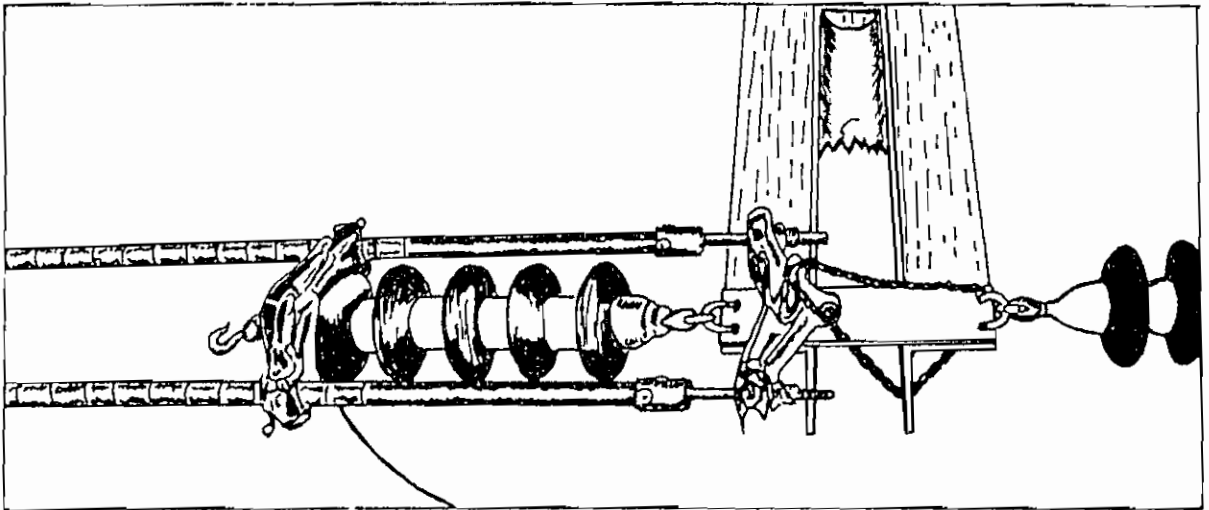


Figura No. 3.50

- j. Porta-amperímetro (figura 3.52): cuando se necesita medir la corriente en un tramo de línea se debe usar esta pértiga.

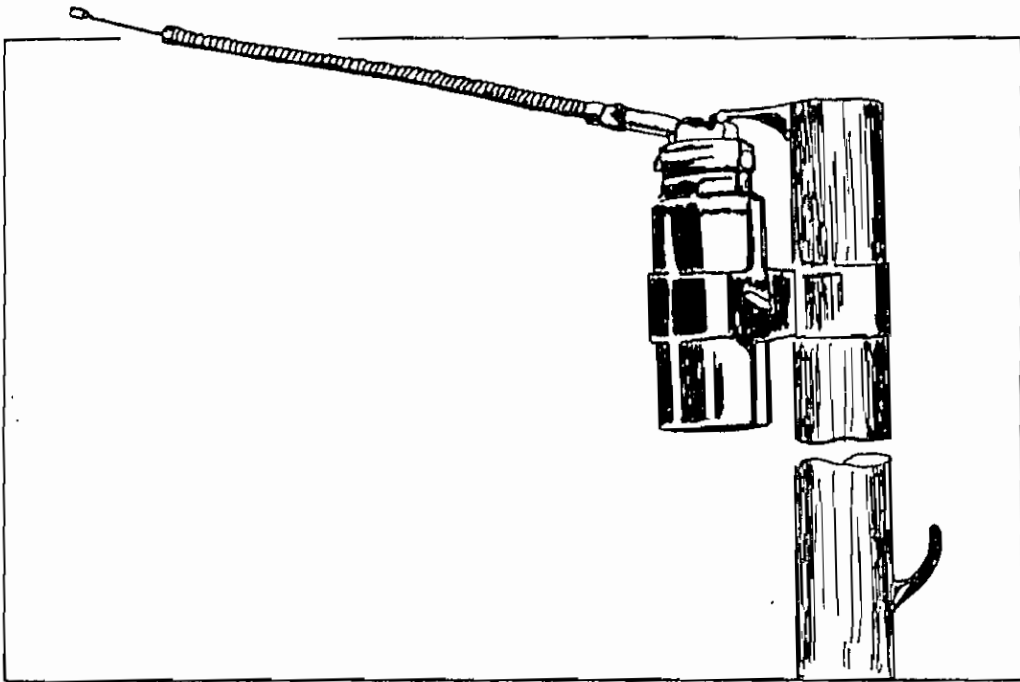


Figura No. 3.51

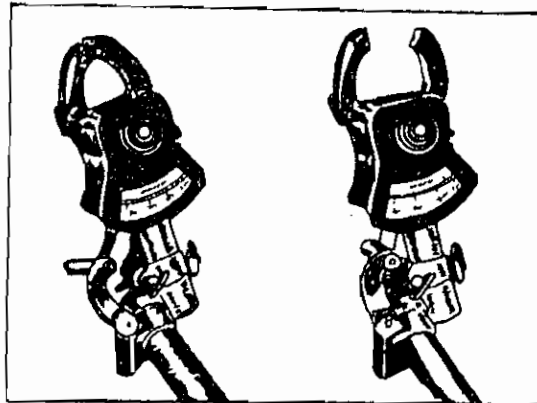


Figura No. 3.52

### 3.2.2. Plataformas

- a. Siempre que una o más personas deban trabajar por largo tiempo en lo alto de una estructura, deberán hacerla sobre plata

formas personales y para el equipo.

- b. Plataformas de servicio (figura 3.53 y 3.54): deben ser ocupadas por uno o dos trabajadores como máximo y siempre deben mantenerse en posición horizontal.

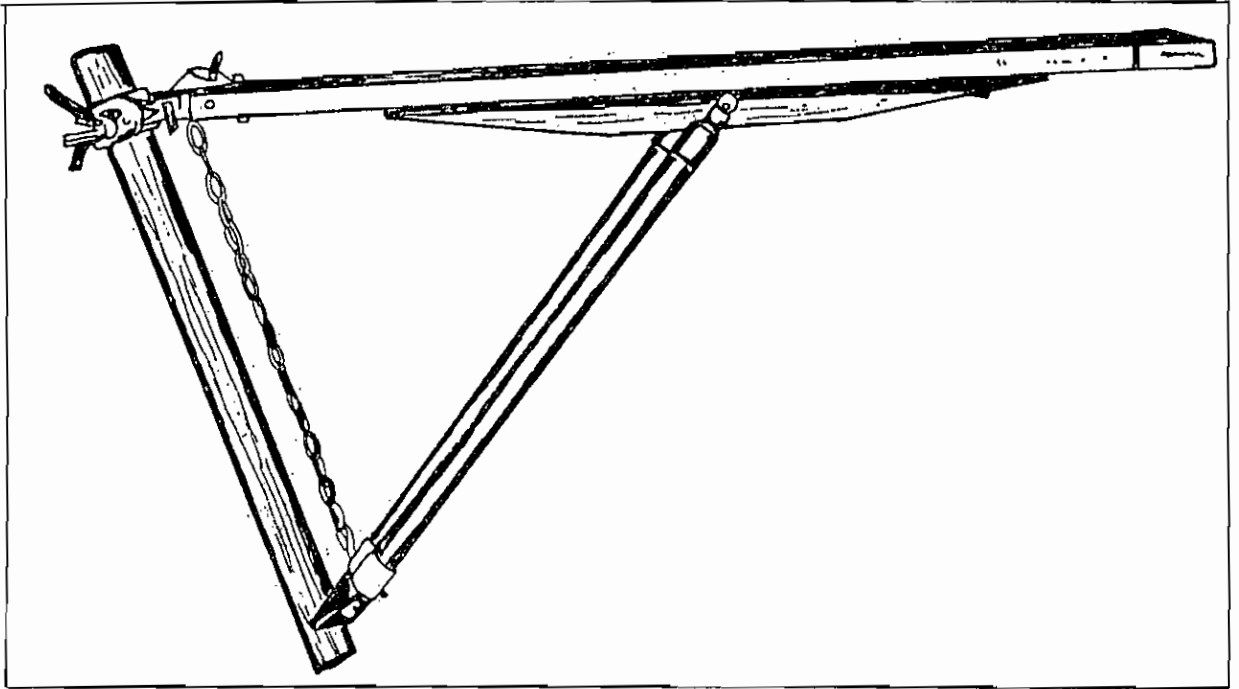


Figura No. 3.53

- c. Plataforma auxiliar (figura 3.55): sirve para colocar en ella el equipo de herramientas, debe estar siempre en posición horizontal.

### 3.2.3. Escaleras

- a. Las escaleras para trabajos en sistemas eléctricos deben ser de madera, fibra de vidrio o de cualquier material plástico

de altas resistencias eléctrica y mecánica.

b. Toda escalera deberá tener zapatos o púas en las patas.

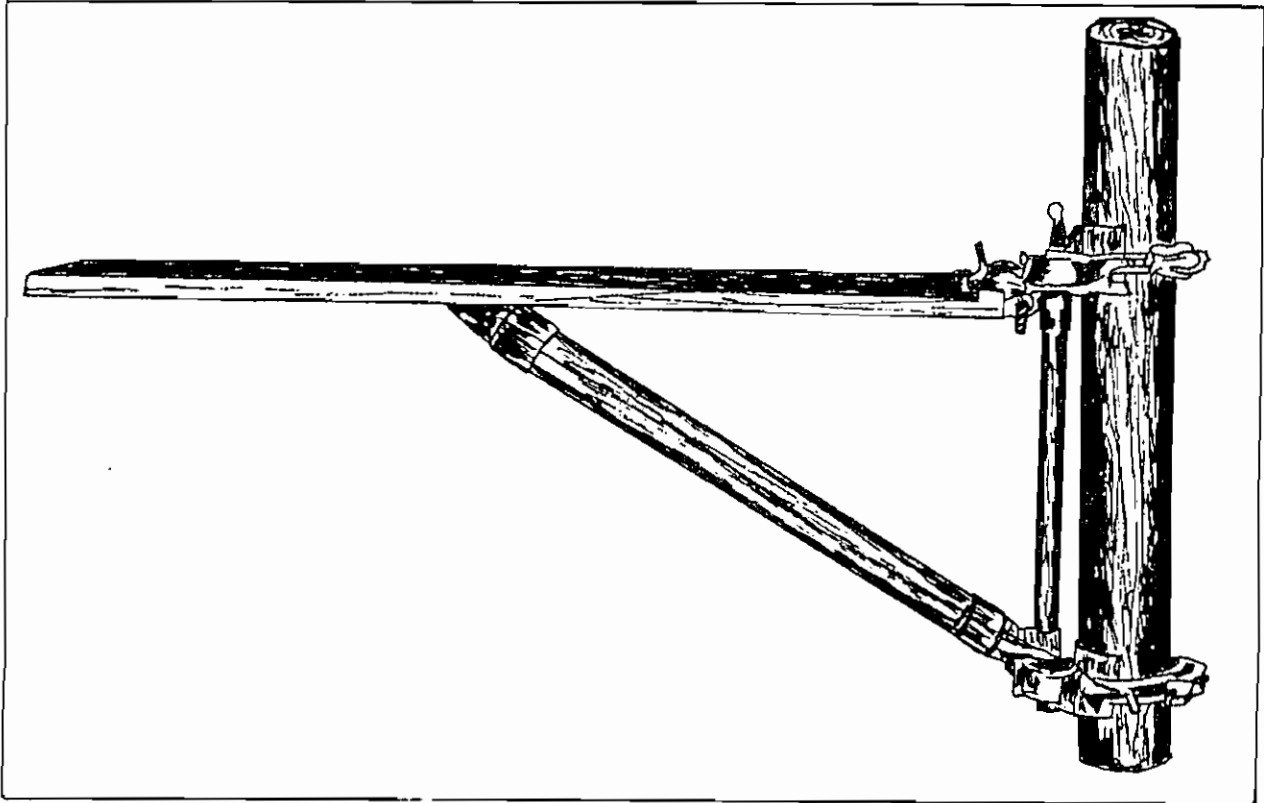


Figura No. 3.54

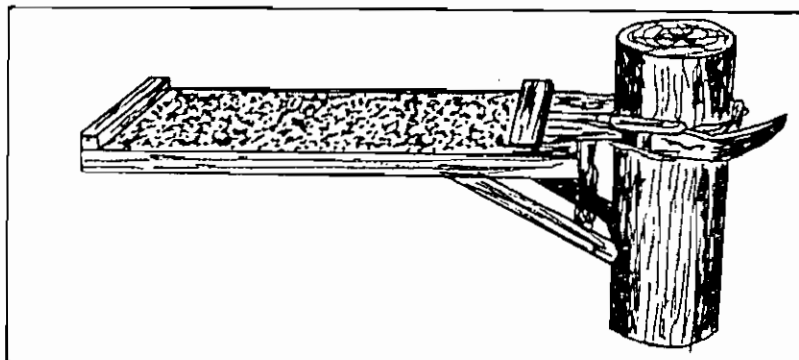


Figura No. 3.55

c. Las escaleras cortas no deben atarse entre sí para formar sec

ciones más largas.

- d. Los peldaños deben mantenerse limpios y excentos de aceites, grasas, lodo, tierra, etc. Todo trabajador que tenga la suela de los zapatos con grasa, aceite o lodo, deberá limpiar - los antes de subir a la escalera.
- e. Las escaleras no deben usarse nunca en posición horizontal, como si fueran plataformas de trabajo.
- f. Nunca debe haber más de una persona al mismo tiempo en una - escalera, salvo en situaciones de emergencia, como, rescatar a un accidentado.
- g. Se debe subir y bajar de frente hacia la escalera y usando - las dos manos. Las herramientas se subirán en una balsa col - gada al hombro, en el cinturón de seguridad o por medio de - un cabo, pero nunca en las manos.
- h. El trabajador nunca se parará más arriba del tercer peldaño contado desde el tope de la escalera.
- i. En escaleras telescópicas las dos secciones deben sobrelapar de acuerdo con la Tabla No. 13.
- j. Antes de mover una escalera telescópica se debe recoger la - parte superior.
- k. La distancia desde la base de la escalera hasta el plano ver - tical sobre el que se trabaja debe ser de  $1/4$  de la longitud de trabajo de la escalera (figura 3.56).
- l. La base de la escalera debe estar firmemente sujeta al suelo

y amarrada a la estructura en la parte superior.

m. Las escaleras deben colocarse de tal manera que el trabajador nunca tenga que extender el cuerpo a más de treinta centímetros de los largueros.

TABLA No. 13

DISTANCIAS QUE DEBEN SOBRELAPAR LAS DOS SECCIONES DE  
UNA ESCALERA TELESCOPICA

LARGO TOTAL DE LA ESCALERA (m)	DISTANCIA SOBRELAPADA (m)
11	0,90
11,50 a 13,50	1,20
13,50 en adelante	1,50

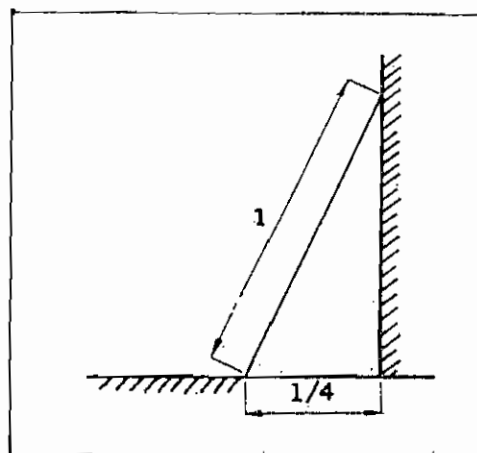


Figura No. 3,56

- n. No deben usarse escaleras cuando hay viento fuerte, salvo en emergencias, pero amarrándola fuertemente, de modo que no pueda moverse.
- ñ. Está prohibido el uso de escaleras que tengan peldaños rotos, flojas o debilitados, largueros en mal estado o cualquier imperfección que comprometa la seguridad de los trabajadores.
- o. Los largueros de las escaleras deben ser paralelos y su separación debe estar comprendida entre cuarenta y cincuenta centímetros.

#### 3.2.4. Herramientas Metálicas y Accesorios

- a. Argolla de retención (figura 3.57): se usa para colocar tirantes auxiliares a las pértigas levantadoras, cuando el peso del conductor hace necesario el empleo de tecles.
- b. Soporte giratorio (figura 3.58): para trasladar los conductores energizados, con pértigas levantadoras, se debe usar esta herramienta.

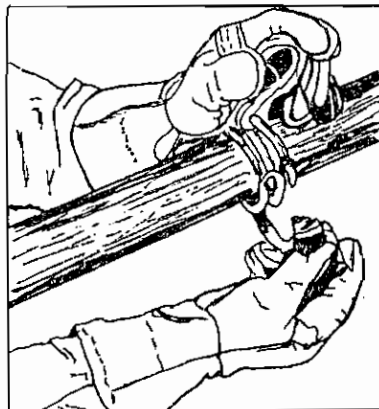


Figura No. 3.57



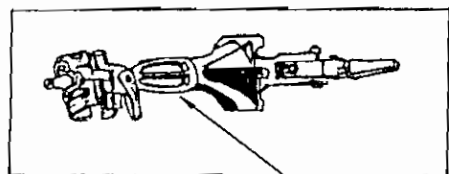


Figura No. 3.59

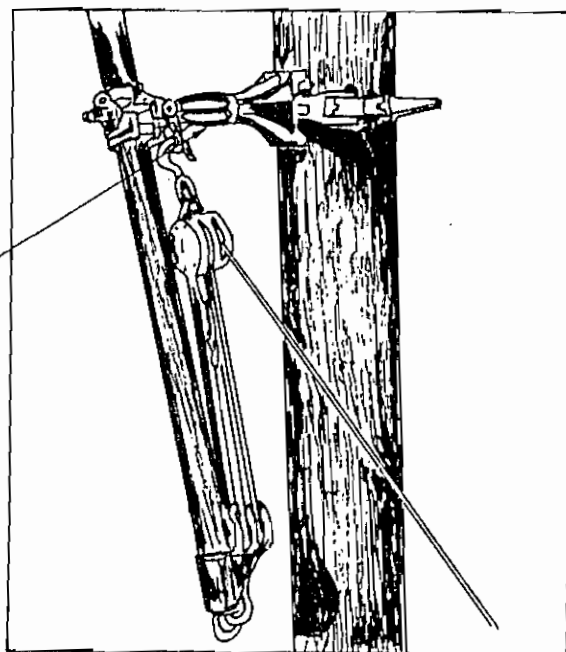


Figura No. 3.58

- c. Extensión para soporte giratorio (figura 3.59 y 3.60): se de be usar para cuando es necesario separar la pértiga de la es tructura más de lo que permite el soporte giratorio.

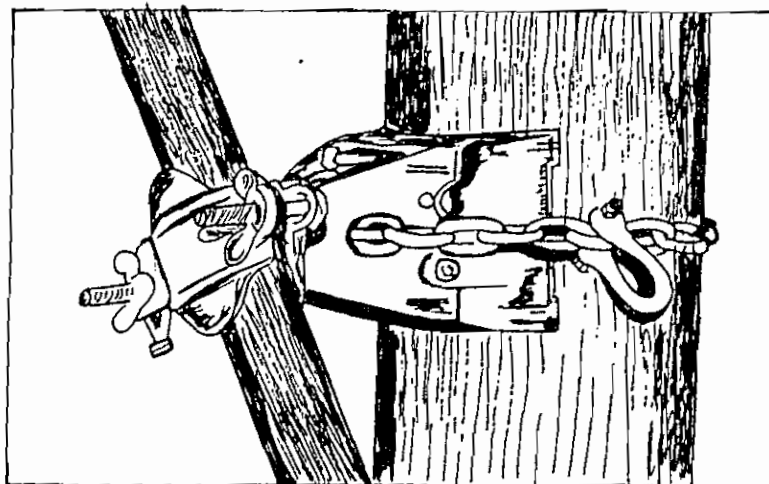


Figura No. 3.60

- d. Cadena auxiliar (figura 3.61 y 3.62): se debe montar en la

estructura para anclar en ella tecles o cabos en general.

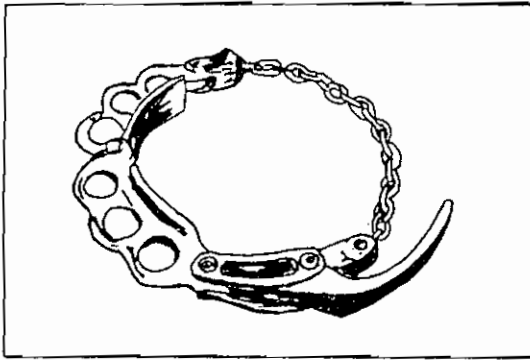


Figura No. 3.61

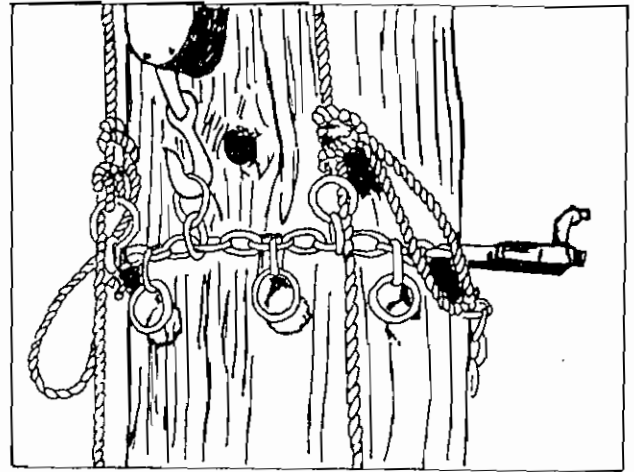


Figura No. 3.62

e. Herramientas para instalación de armaduras preformadas o protecciones para los cables (figuras 3.63, 3.64, 3.65, 3.66 y 3.67): se deben usar para instalar en líneas vivas, armaduras preformadas o protecciones para cables, se instalan en la punta de pértigas de combinación.

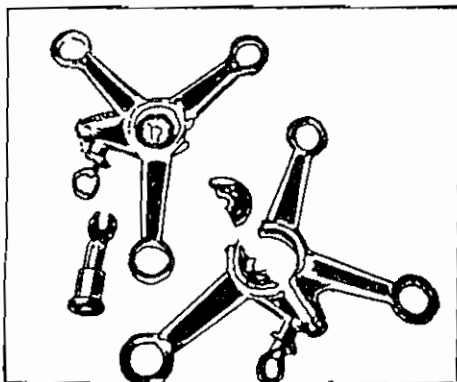


Figura No. 3.63

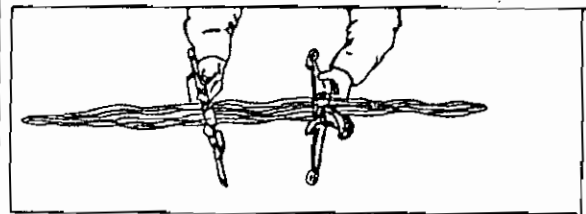


Figura No. 3.64

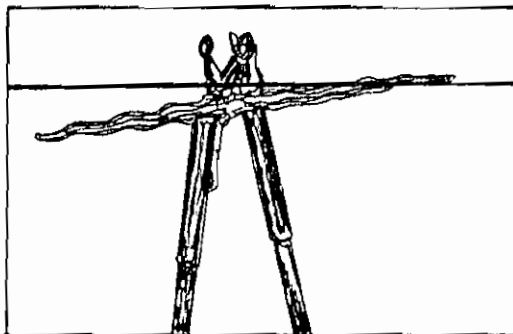


Figura No. 3.65

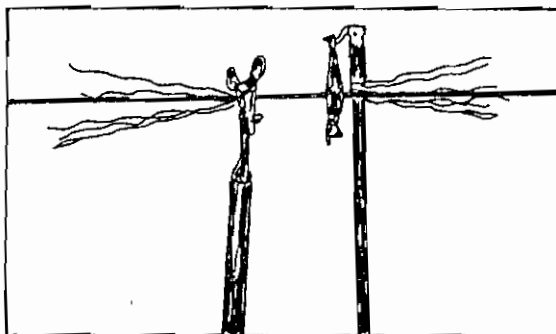


Figura No. 3.66

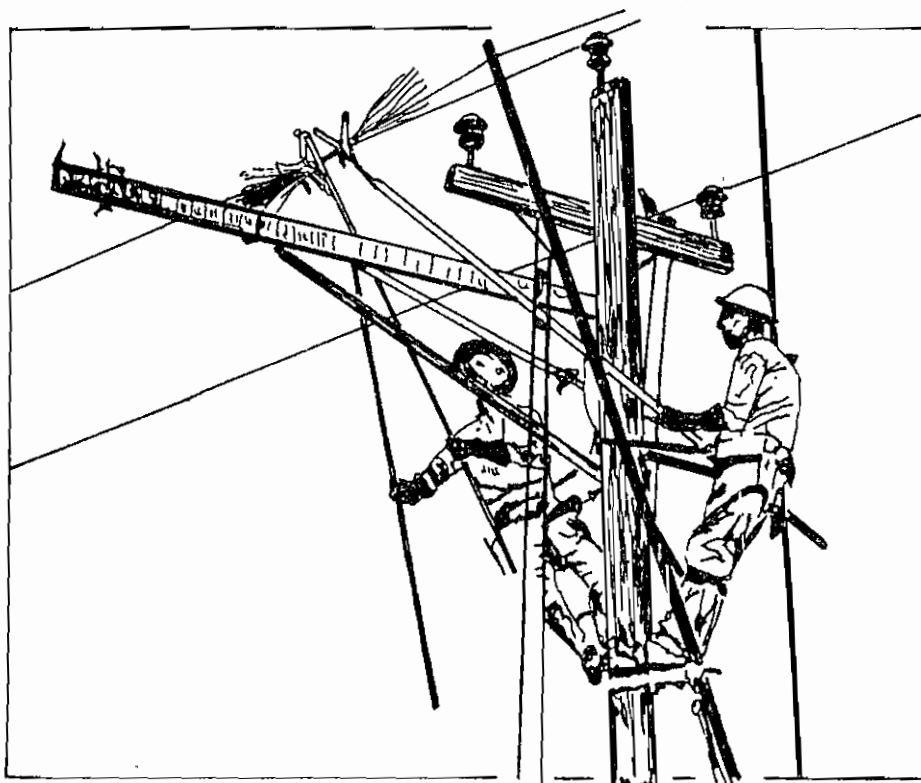


Figura No. 3.67

### 3.2.5. Cuidado y Conservación de las Herramientas

#### 3.2.5.1 Conservación de las Herramientas

- a. Las pértigas de madera, por sobre todo, deben mantenerse secas, y nunca deben ser puestas en el suelo, pueden apoyarse en una cerca o camión o deben ser puestas en un trípode especial para el efecto (figura 3.68) o dentro del remolque en el cual se las transporta (figura 3.69).

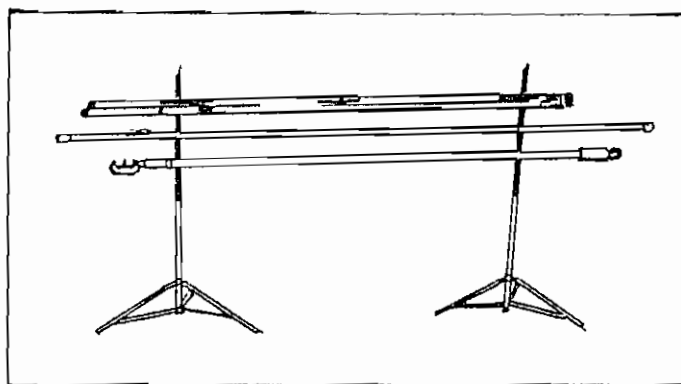


Figura No. 3.68

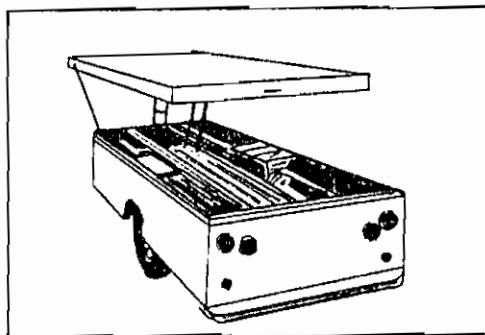


Figura No. 3.69

- b. Para guardar las herramientas se debe construir un gabinete con aberturas arriba y abajo. Cerca del fondo del gabinete se colocarán lámparas incandescentes comandadas por un termostato para mantener la temperatura entre 32°C. y 38°C.

- c. Las pértigas en el gabinete deben colgar verticalmente.
- d. Las pértigas de madera deben someterse a un período de secado, entre cuarenta y ocho horas y una semana cada mes, dependiendo esto de las condiciones atmosféricas en que se trabajó el período anterior.
- e. Los pértigas deben limpiarse cuidadosamente antes de guardarlas.
- f. Las pértigas de epoxiglós deben mantenerse secas y en el sitio del trabajo en igual forma que las de madera (ver 3.2.5.1 literal o.).
- g. Nunca se debe exceder las cargas indicadas en la Tabla No. 8 cuando se trabaja con pértigas, no debe permitirse que se doblen o curven en demasía.
- h. Antes de comenzar cualquier trabajo, se debe revisar cuidadosamente las pértigas a fin de comprobar si han sido sometidas a esfuerzos excesivos. Se debe buscar partes rajadas, dobladas, raspadas, remaches y tornillos doblados, casquillos flojos o fuera de sitio, etc., igualmente deben ser revisadas las herramientas metálicas.
- i. Si hubiera alguna duda con respecto a las condiciones de una pértiga o cualquier parte de ella, esta debe ser minuciosamente probada antes de usarla.
- j. Nunca debe usarse una pértiga o herramienta que esté claramente dañada. Si no hay seguridad de que la reparación que se efectúe restaure las condiciones originales de la herra -

mienta, ésta debe darse de baja.

- k. Si se presenta duda sobre la carga que se puede aplicar con seguridad sobre una herramienta, se debe usar uno mayor o dos iguales a la que ofrece la duda.
- l. Si van a pintarse los escaleras de madera, primero se examinarán para ver si tienen defectos tales como nudos, rajaduras, cuarteaduras o grietas. Cuando se les da una mano de un preservativo transparente, se reduce a un mínimo la posibilidad de que tales defectos pasen desapercibidos o que se formen después de la inspección, sin que nadie lo note.
- m. Las escaleras que se almacenen en posición horizontal, deben estar bien apoyados en varios lugares, para evitar que se pandeén.
- n. En el almacén, los escaleras de madera deben protegerse contra los elementos atmosféricos, pero el área debe estar bien ventilada. No deben almacenarse cerca de radiadores, tuberías de vapor o en cualquier lugar donde estén sujetos a calor o humedad excesivos.
- ñ. Los cojinetes de metal de los dispositivos de gierre, ruedos, poleas, etc., deben ser lubricados frecuentemente.

### 3.2.5.2. Protección de las Herramientas durante su Transporte

- a. Cuando se transporten las herramientas, éstos deben ir en bol

sas de lona, las pértigas deben montarse en perchas o repizas debidamente acolchonadas y construidas de manera que no se muevan durante el transporte.

- b. Los remolques que se usen para el transporte de herramientas deben estar equipados con alguna fuente de calor, para secar las entre dos trabajos.
- c. Durante el transporte las escaleras deben ir colocadas de manera que se evite el pandeo y amarradas con seguridad para evitar roces y galpes.

#### 3.2.5.3. Reacondicionamiento de Herramientas

- a. Las pértigas de madera que hayan sufrida raspaduras, deben lijarse en el sitio del daño con mucha cuidado, con lija para madera No. 3/o ó más fina, hasta que la raspadura quede suave al tacto. Luego se debe secar la pértiga por lo menos durante ocho horas. Se procederá después a probarla de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Si la pértiga resiste las pruebas, se procederá a barnizarla con cuatro capas de barniz que tiene que ser el recomendado por el fabricante a uno similar. Para aplicar una nueva capa de barniz, hay que asegurarse que la anterior esté seca.
- b. El barnizado de pértigas de madera debe hacerse en un ambiente libre de contaminación, en local diferente al que se usó para lijar y a una temperatura entre 20 y 25°C.

- c. Si una pértiga de madera ha sufrido raspaduras que comprometan toda su extensión, se la debe someter al tratamiento descrito en 3.2.5.3. a. y b., en toda su extensión, cuidando de no sacar los extremos metálicos o cosquillos.
- d. Si alguna rajadura en una pértiga compromete sus condiciones eléctricas y/o mecánicas, debe darse de baja a la herramienta, no se debe intentar repararla.
- e. Las pértigas de epoxiglas que presenten pequeñas roturas, deben ser tratadas de la siguiente manera:
  - Quitar las fibras dañadas con formón o navaja.
  - Limpiar el hueco con acetona.
  - Aplicar pega epoxiglas a ras de la superficie de la pértiga.
  - Una vez que la cura esté seca se debe frotar con un restaurador de brillo epoxiglas.
- f. En general, para reparar pértigas, sean éstas de madera o epoxiglas se deben seguir estrictamente las instrucciones de los fabricantes.
- g. Las herramientas metálicas rotas no deben soldarse, si es posible cambiar la pieza rota por una nueva, debe hacerse, en caso contrario se dará de baja la herramienta.



### 3.3 NORMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN LINEAS ENERGIZADAS

#### 3.3.1 Generalidades

a. Donde quiera que se autorice realizar un trabajo en circuitos energizados con tensiones de hasta 13,000 voltios, los trabajadores deben usar: guantes de caucho, mangas protectoras, casco protector, y lana aislante o plataforma aislante; o en su defecto, deberán usarse herramientas apropiadas para trabajar en líneas energizadas.

Para tensiones superiores a 13,000 voltios es obligatorio el uso de herramientas especiales y apropiadas para trabajar en líneas energizadas.

b. Siempre deben usarse guantes de caucho, en combinación con pértigas cuando se trabaja en líneas energizadas.

c. Debe considerarse como energizado para fines de trabajo sobre él, a todo circuito que no esté cortocircuitado y conectado debidamente a tierra en el sitio mismo de trabajo.

d. Los hombres que trabajan en líneas energizadas deben ser especializados y calificados, deben concurrir al trabajo en perfecto estado de salud y de ánimo.

e. El capataz o la persona encargada de dirigir los trabajos, no debe permitir que ningún obrero enfermo, o con algún tipo de trastorno tome parte en los trabajos.

- f. Los trabajadores deben conocer perfectamente el empleo de ca da herramienta, como ha sido construida y pora que fue dise ñada, así como también los esfuerzos máximos a que puede sa meterla.
- g. La secuencia de operaciones debe ser perfectamente conocida por los trabajadores y por quien dirige los trabajas; asimis mo debe ser perfectamente estudiada, analizada y explicada - a todos antes de comenzar.
- h. Cuando se va a realizar cualquier trabajo en una línea de al ta tensión, el área de trabajo debe ser delimitada de alguna de las siguientes maneras:
  - h.1. Mediante instrumentos de señalización estacionarios o barreras; las áreas de trabajo donde no se permite el acceso de personas no autorizadas, deben ser delinea das o cercadas con señales perfectamente visibles como sogas, cuerdas o letreros. Letreros con leyendas per fectamente visibles que digan: "Peligro - Alta Tensión No Pasar de Este Sitio", o leyendas similares, deben - instalarse a lo largo de la barrera.
  - h.2. Vigilancia personal: cuando por alguna razón es impo sible colocar barreras y señales, deben ponerse hom bres con señales y serán éstos los encargados de preve nir y evitar el acceso de personas no autorizadas a la zona de trabajo.

- i. Es responsabilidad del jefe del trabajo la instalación adecuada de las señales de peligro, así como de su remoción una vez terminado el trabajo.

### 3.3.2. Distancias Mínimas

- a. Las distancias mínimas que se indicarán rigen solamente para el personal especializado en trabajos en líneas de alta tensión, en ningún caso son aplicables a personas no especializadas en este campo.
- b. Se considerará personal no especializado para trabajar en líneas de alta tensión energizadas, a toda aquella persona no adiestrada para este tipo de trabajos o que a pesar de ser adiestrada, no conozca las características de tensión eléctrica de la línea.
- c. Los trabajadores deben mantenerse ellos mismos y las herramientas que usan (excepto las pértigas y más herramientas para trabajar en líneas energizadas), a distancias mayores o iguales, pero nunca inferiores a las anotadas en la Tabla No. 14, de los equipo que están energizados.
- d. Las distancias mínimas entre el operador y el extremo de una pértiga conectada a una parte energizada, se anotan en la Tabla No. 15; en todo caso, el largo o la separación entre la persona y el extremo de la pértiga que está con tensión, no

debe ser nunca inferior al de la cadena de aisladores, o a la distancia anotada en la Tabla No. 15, se respetará la mayor de las dos.

TABLA No. 14

DISTANCIAS MINIMAS ENTRE UN TRABAJADOR AUTORIZADO  
Y UN PUNTO ENERGIZADO

TENSION (KV), (FASE-FASE)	DISTANCIA MINIMA (METROS)
1 a 10	0,60
11 a 23	0,65
34,5	0,70
46	0,70
69	0,89
115	1,35
138	1,58
161	1,81
230	2,50
345	3,65
500	5,20

TABLA No. 15

DISTANCIAS MINIMAS ENTRE EL OPERADOR Y EL EXTREMÒ DE LA PERTIGA  
EN CONTACTO CON LA LINEA

TENSION (KV), (FASE-FASE)	DISTANCIA MINIMA (METROS)
1 a 10	0,65
11 a 23	0,70
34,5 a 46	0,75
69	1,00
115	1,50
138	1,73
161	1,96
230	2,70
345	3,85
500	5,50

3.3.3. Normas de Seguridad para Trabajadores que operan en líneas energizadas

- a. La dirección de un trabajo en líneas energizadas, debe estar a cargo de una sola persona, lo mismo que tiene que ser trabajador especializado en este tipo de tareas y poseer perfec

to conocimiento de por lo menos lo siguiente:

- Del equipo completo para trabajos en líneas energizadas, con todas las disposiciones sobre su almacenamiento, transporte, manipulación, pruebas, etc.
  - Del trabajo que se va a ejecutar.
  - Las normas de seguridad para trabajos en alta tensión.
  - Los procedimientos de respiración artificial.
  - Los procedimientos de auxilios a accidentados en lo alto de las estructuras.
  - Las distancias de seguridad mínimas admisibles.
  - Administración de primeros auxilios.
  - De las centrales, líneas y subestaciones en la zona de trobajo, con sus características principales de tensión, potencia, interconexión y arranques.
- b. El jefe de los trabajos tiene la obligación de inspeccionar personalmente y una vez al mes todo el equipo, incluyendo: cinturones de seguridad, escaleras, trepadoras, herramientas, cascos, etc.
- c. Los trabajadores de líneas energizadas serán divididos en - cuatro categorías:
- Primera categoría: capataces, son obreros que pueden dirigir ciertos trabajos, para lo cual es requisito indispensable tener conocimientos y experiencia excelentes para este tipo de trabajos, además deben tener buen don de mando.

- Segunda categoría: son los obreros que realizan los trabajos en líneas energizadas, están autorizados para subir a las estructuras y a trabajar con el equipo y herramientas adecuadas.
  - Tercera categoría: son los obreros que las ofician de auxiliares desde tierra, preparando el material que se necesita para cada maniobra, accionando tecles o cabas con palea según las instrucciones que reciban. Deben tener perfecto conocimiento del trabajo que se realiza. Eventualmente y cuando sea estrictamente necesario podrán reemplazar a un obrero de la segunda categoría.
  - Cuarta categoría: estas son los obreros que están en etapa de aprendizaje, no están autorizadas para subir a las estructuras, lo harán únicamente para capacitarse con expreso autorización del jefe del trabajo y bajo su estricta vigilancia.
- d. Todo obrero que sea designado para trabajar en líneas energizadas, debe tener perfecto conocimiento de por lo menos lo siguiente:
- Del equipo para trabajar en líneas energizadas, su designación, usos y cuidados.
  - Los procedimientos de respiración artificial.
  - Los procedimientos de auxilio a accidentados en lo alto de estructuras.

- La tensión entre fases de la línea sobre la cual se va a trabajar y los peligros que esto implica.
  - Las distancias de seguridad mínimas admisibles.
  - El trabajo que se va a realizar.
  - Su labor específica y la de los hombres que trabajarán en conjunción con él.
- e. Ningún trabajador podrá ingerir ningún tipo de bebida alcohólica (cerveza incluida) durante la ejecución de los trabajos, ni durante los descansos, queda además estrictamente prohibida la intervención en trabajos sobre líneas vivas, a cualquier persona, que presente la más leve manifestación de haber ingerido bebidas alcohólicas.
- f. Los trabajadores tendrán la obligación de revisar su equipo de seguridad, antes de subir a las estructuras. No deberán usar ningún implemento de seguridad ni herramientas que no estén en perfectas condiciones.
- g. Los obreros de tercera categoría tendrán la obligación de preparar el equipo necesario con los aditamentos que se requieran y enviárselo a lo alto de la estructura en perfectas condiciones.
- h. El trabajador que se encuentre en lo alto de la estructura no deberá dejar suelto el estróbo del cinturón de seguridad; cuando no esté sujeto a la estructura, deberá tenerlo en la mano.



- i. Al subir o bajar de la estructura el estrobo deberá estar colgado sobre el hombro del obrero y el mosquetón debe estar enganchado a la argolla D del lado izquierdo.
- j. Los movimientos en lo alto de la estructura deben ser cuidadosos, evitando estirar las extremidades hacia los puntos energizados.
- k. La colocación o retiro del equipo auxiliar, sobre todo de cadenas debe hacerse con el mayor cuidado, principalmente evitando que se muevan en dirección de las partes energizadas.
- l. Las herramientas y accesorios se subirán a las estructuras por medio de un cabo sin fin y una polea, cuidando siempre que el cabo o los elementos que suben no se enreden o se crucen y peor aún, que no se acerquen a puntos energizados. En estructuras se colocará el cabo en el interior de ellas, en pórticos junto a uno de los postes y en poste, justo pegado a él.
- ll. Los guantes deben estar secos y limpios por dentro y fuera, además deben estar con talco en el interior; deben reemplazarse cuando estén transpirados.
- m. Los tecles deben manipularse despacio, con cuidado y sin esfuerzos violentos y cuidando siempre que las distancias a las partes energizadas sean las adecuadas.
- n. Los ayudantes que operen los tecles deben estar siempre atentos al movimiento y a las indicaciones de los obreros que trabajan con el equipo.

- ñ. No deberán usarse pértigas húmedas.
- o. Los obreros que maniobran con pértigas deben usar ropas ojutadas, sin elementos sueltos que ofrezcan peligro de enredarse. Queda terminantemente prohibido subir a las estructuras con abrigo, impermeable, poncho, manta o bufanda. Se subirá sin cadenas, esclavas, relojes, anillos, etc. Los obreros que usen dentadura postiza, deberán subir sin ella.
- p. Queda prohibido fumar desde el momento en que comienzan los trabajos hasta cuando terminan, también se prohíbe comer, masticar tabaco o goma y/o tener objetos en la boca.
- q. Cuando se realicen trabajos con sol fuerte, los trabajadores deberán ser provistos de viseras y gafas.
- r. Si un trabajador necesita beber agua estando en lo alto de la estructura, ésta le será enviada en cantimplora y por medio del cabo sin fin.
- s. Todos los trabajadores deberán usar casco de seguridad.
- t. No deberá dejarse caer o propósito ningún objeto desde lo alto de la estructura.

#### 3.3.4 Normas de Seguridad para la Realización misma de los Tra bajos

- a. Está absolutamente prohibido el estacionamiento de vehículos de cualquier tipo debajo de una línea de transmisión energiza

- da sobre la cual se está trabajando. Solo se permitirá el es tacionamiento temporal de los vehículos necesarios para cam -  
biar cadenas de aisladores, crucetas, postes, etc.
- b. Antes de subir a la estructura, los trabajadores deben estar seguros de la tensión en la línea y posición de los cables.
  - c. Los obreros que estén en la misma estructura no deben traba -  
jar nunca sobre dos o tres fases diferentes al mismo tiempo ,  
lo harán todos sobre la misma fase a la vez.
  - d. Antes de realizar los trabajos se debe contar con la debida autorización para ejecutarlos.
  - e. Se debe tener también el plan completo de trabajo, la secuen -  
cia de operaciones, la lista del personal y el Jefe del trabajo, así como las herramientas y equipos necesarios en perfec -  
tas condiciones.
  - f. Por ningún concepto se realizará un trabajo en líneas energiz -  
adas si no se tiene comunicación radial con el o los sitios  
que constituyen puntos de alimentación del circuito en el que  
se trabaja.
  - g. Se considerarán como puntos de alimentación a todos los luga -  
res desde los cuales el circuito pueda ser energizado, inde -  
pendientemente del sentido en el que se trasmite normalmente  
la energía.
  - h. Se debe tener contacto radial permanente entre el sitio de traba  
jo y los lugares desde donde la línea puede ser energizada o

desenergizada.

- i. Si las condiciones topográficas del lugar del trabajo impiden la comunicación, entre el equipo móvil del vehículo y las estaciones de recepción, el primero deberá ubicarse en un punto tal que pueda proveer la comunicación requerida. La comunicación entre el vehículo y el sitio de trabajo se la podrá hacer con equipo portátil (walkie talkie).
- j. Los equipos de transmisión y recepción deben permanecer encendidos de principio a fin de los trabajos.
- k. Para la comunicación entre el jefe de los trabajos y el personal que está en lo alto de las estructuras, el primero deberá disponer de un amplificador de la voz. Podrá prescindirse del amplificador si la distancia es pequeña y el nivel de ruido en la zona permite que las instrucciones lleguen nítidamente a los trabajadores.
- l. La dirección de un trabajo estará a cargo de una sola persona, quien dará las órdenes pertinentes. Su obligación es permanecer constantemente controlando los movimientos del personal que trabaja, tanto arriba como abajo de las estructuras.
- ll. El jefe del trabajo no debe actuar como auxiliar para pasar herramientas, accionar tecles o cualquier otro trabajo que lo distraiga de su función de dirigir y vigilar. Si por alguna razón tiene que distraer su atención del trabajo, debe suspender la labor, situar al personal en una zona de seguridad con

la indicación clara y precisa de que el trabajo está suspendido y que tienen los obreros la prohibición de continuarlo.

El trabajo se reanudará solamente cuando el jefe esté en disposición de dedicar toda su atención a la dirección del mismo.

- m. Especiales precauciones se deben tomar en los cruces de caminos, líneas férreas y otras líneas de transmisión, telegráficas o telefónicas, a fin de que se cumplan las distancias mínimas que garanticen la seguridad mutua entre circuitos.
- n. Estos trabajos deben realizarse bajo condiciones atmosféricas favorables, queda prohibido trabajar bajo lluvia o neblina densa o con vientos de velocidad superior a 40 Km/h. Si durante la realización de un trabajo comienza a llover, se suspenderá el mismo hasta que pase la lluvia, dejando el equipo como está y protegiendo el que pueda recogerse. Se reanudará el trabajo una vez que la lluvia haya cesado, segundo primero las herramientas. Se procurará al máximo reemplazar todas las pértigas que hayan estado expuestas al agua. Si la lluvia continuara sin probabilidades de cesar se tomarán las medidas necesarias para desenergizar el circuito.
- ñ. Todos los trabajos en líneas energizadas deberán realizarse con buena luz. Los trabajos deben planearse de manera que puedan terminarse antes de oscurecer. Cualquier trabajo nocturno en líneas energizadas se hará solamente en situaciones de emergencia y con la vigilancia directa de un ingeniero especializado.

- o. Los roces de los árboles deben considerarse y solucionarse como si se trotara de trabajos en líneas energizadas. Para cortar las ramas peligrosas se usará la herramienta adecuada para el efecto (podadoras y serruchos con pértigas aisladas) los obreros no realizarán estos trabajos en contacto con el árbol en cuestión, se usarán plataformas y escaleras apropiadas y separadas del árbol. Previamente deberá realizarse una inspección para determinar si el trabajo se puede realizor con la línea energizada sin correr peligro.
- p. Las trabajadores podrán subir solamente cuando haya desaparecido todo peligro de contacto fortuito de las ramas con la línea, una vez arriba se sujetarán estrobos, cables, etc, para asegurar las caída del árbol en la dirección conveniente.
- q. Antes de derribar el árbol se instalará en la punta del mismo un cable de tierra conectado a una barra de copperweld ente - rrada en el suelo. Si es necesario manipular tecles a cables para guiar la caída del árbol, el personal lo hará usando sus guantes de caucho y a no menos de 20 metros del punto de puesta a tierra. El personal deberá situarse también en posición tal de evitar todo riesgo de aplastamiento.
- r. Queda terminantemente prohibido el subir a una estructura, con conductores energizados, si no quedan por lo menos dos personas en el suelo en actitud vigilante.
- s. Cualquier situación especial no contemplada en estas normas,

debe ser resuelta por un ingeniero especializado.

### 3.3.5 Revisión de Líneas

#### a. Revisiones rutinarias

Estas revisiones deben hacerse periódicamente (siendo la Empresa quien determine la periodicidad) se deben establecer las condiciones de la línea en todos sus aspectos, se examinarán todos los detalles, por pequeños que fueren; todos los hombres encargados de esta labor deben estar sobre aviso de que la línea está energizada y proceder con las precauciones debidas.

#### b. Revisiones por fallas transitorias

Se hará la inspección de la línea y se buscará la causa que motivó la operación de los interruptores, no se debe hacer otra cosa sinó informar de las novedades encontradas. Nadie debe intervenir en la línea durante esta revisión, aunque las anomalías sean ajenas a las partes vivas y más retiradas que las distancias mínimas admisibles, sin excepción. Cualquier operación que deba hacer para retirar el objeto causante de la fallo debe ser realizada por personal especializado, dirigido por un jefe especializado y en ningún caso por los inspectores.

c. Revisiones por fallas permanentes

Una vez localizada la falla los inspectores se retirarán, pues tienen prohibición absoluta de intervenir en la falla y darán paso a la o las cuadrillas de reparación, las mismas que actuarán como en un circuito energizada hasta cuando el tramo falloso sea puesto a tierra. Nadie podrá intervenir en una línea con falla permanente hasta que ésta haya sido debidamente puesta a tierra.

3.4 NORMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN LINEAS NO ENERGIZADAS

3.4.1 Generalidades

- a. Un tramo de línea no podrá considerarse desenergizado mientras no esté dentro de una zona protegida por equipos de puesta a tierra, de manera que a la zona de trabajo no pueda llegar tensión por ningún lado. Si no están colocados equipos de puesta a tierra, los trabajos se realizarán con las seguridades pertinentes a líneas energizadas.
- b. Previo a cualquier trabajo en líneas desenergizadas debe determinarse primeramente los seccionadores de línea que deben abrirse, los seccionadores de tierra que deben cerrarse y proceder a operarlas cuando el trabajo mismo está listo para comenzar.



- c. El primer paso que debe darse una vez que los seccionadores mencionados en (b) han sido operados es la verificación de ausencia de tensión. Esta operación es obligatoria en todos los casos.
- d. La verificación de ausencia de tensión debe comprometer a todos los conductores inclusive el neutro.
- e. Si se determina la presencia de tensión en la línea esto debe ser informado inmediatamente al jefe de los trabajos que se van a realizar.
- f. Los aparatos que se empleen para verificar la ausencia de la tensión, deben ser adecuados para el nivel de aislamiento del sistema en el que van a emplearse y además deben seguirse estrictamente las instrucciones sobre el modo de empleo. Para líneas de alta tensión se recomienda usar una luz de neón o un pitó, que accionarán por el campo magnético del conductor energizado.
- g. Para el empleo de los aparatos mencionados, el operador debe usar obligatoriamente: guantes de caucho, casco de protección y gafas de protección, si hay riesgo de accidente ocular.
- h. Una vez verificada la ausencia de tensión se comprueba con el fusil lanzacables de la Figura 3.70

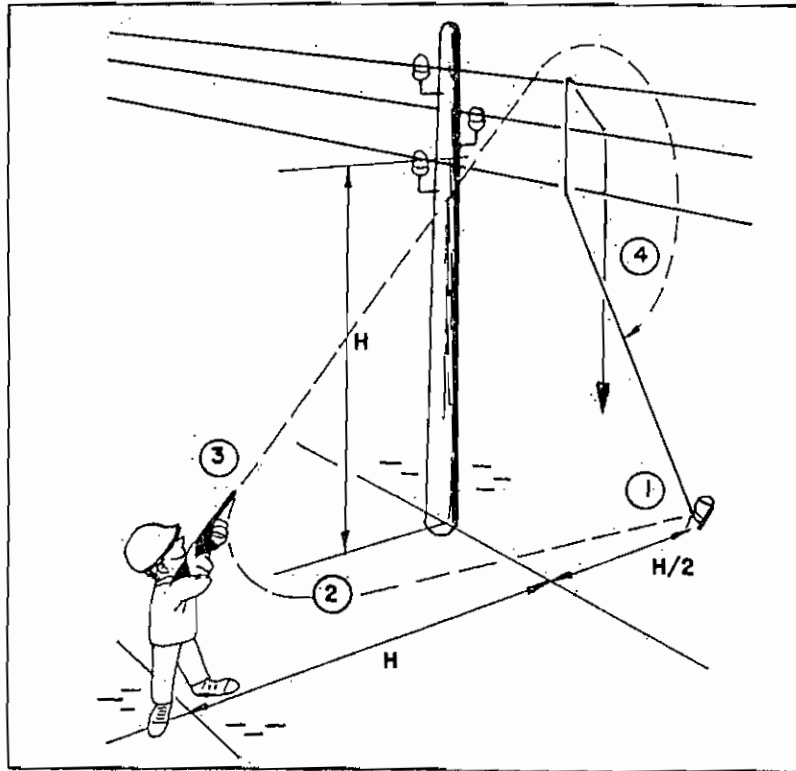


Figura 3.70 (Secuencias 1, 2, 3 y 4)

- i. El jefe de los trabajos debe supervigilar la correcta y segura realización de los mismos y por ningún motivo debe participar en su ejecución.
- j. Inmediatamente antes de comenzar los trabajos y una vez que se ha verificado la ausencia de tensión se debe proceder a encerrar con equipos de puesta a tierra, el tramo de línea sobre el cual se va a trabajar.
- k. La sección del conductor del equipo de puesta a tierra debe seleccionarse de acuerdo a la corriente de falla de la línea y el tiempo que demoran las protecciones para despejarla, la sección mencionada se seleccionará de acuerdo a la Figura 3.71

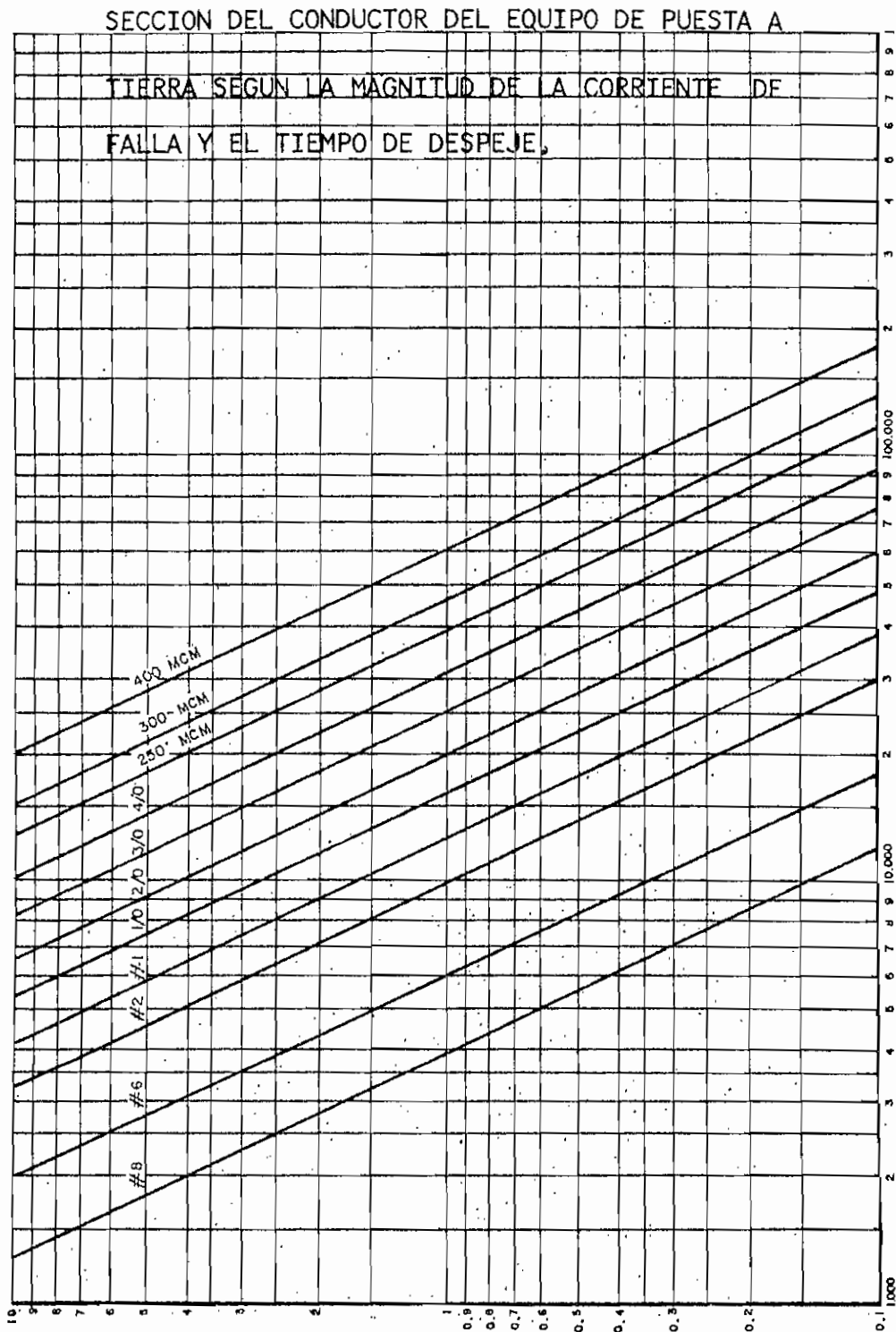


Figura 3.71

### 3.4.2 Trabajos en líneas simples

- a. Las Figuras 3.72, 3.73 y 3.74 muestran como deben protegerse con puesta a tierra las zonas de trabajo. La Figura 3.72 muestra una línea independiente, la Figura 3.73 una línea con derivación y la Figura 3.74 una línea con dos derivaciones. La línea puede tener "n" derivaciones dentro de la zona de trabajo, si es así serán necesarias "n" puestas a tierra adicionales.

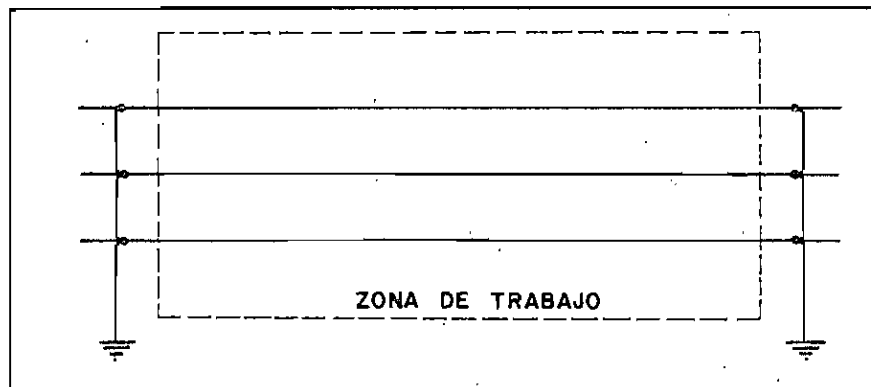


Figura 3.72

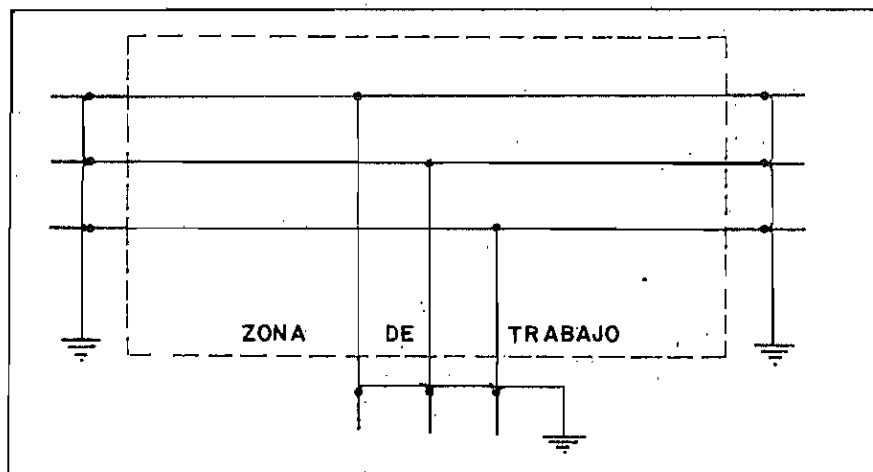


Figura 3.73

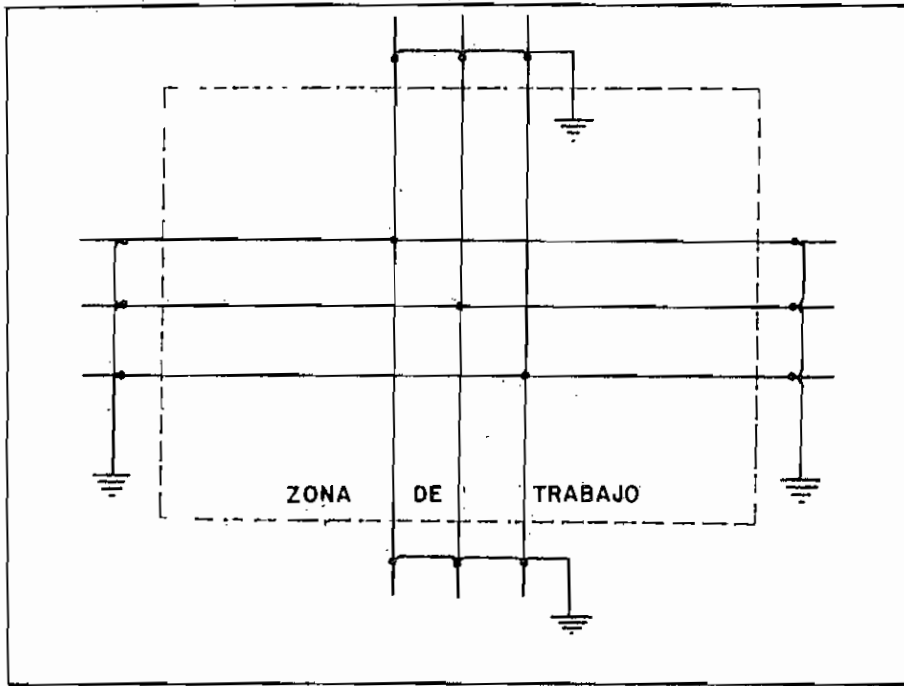


Figura 3.74

b. Una vez en la estructura y antes de proceder a tocar con las manos el o los conductores, el trabajador deberá proceder de la siguiente manera:

b.1 En estructura metálica

Conectar un pedaza de cable No. 1/0 AWG a la estructura:

- Con una pértiga, conectar el otro extremo del cable a los conductores sobre los que se va a trabajar.

b.2 En estructuras de madera o de concreto

- Enterrar en el suelo junto a la estructura, una varilla de copperweld, a una profundidad de 1,2 metro como mínimo.

- Conectar a ella un conductor No. 1/0 AWG y subirlo, pegado a la estructura.
  - Por medio de una pértiga conectar el cable mencionado a los conductores sobre los que se va a trabajar.
  - En postes de concreto que llevan cable de puesta a tierra en su interior, se usará éste para conectarlo a los conductores de línea, no habrá necesidad del conductor exterior.
- c. Una vez realizado lo que se indica en (b) NO DEBEN retirarse los equipos de puesta a tierra.
- d. Se puede proceder a realizar con seguridad los trabajos programados.

#### 3.4.3 Trabajos en Líneas con Transformadores Intercalados

- a. Deben tomarse las mismas seguridades indicadas en 3.4.1 y 3.4.2.
- b. Deben retirarse los fusibles de alta y baja tensión de los transformadores, deben cortocircuitarse y, ponerse a tierra los terminales de baja tensión de los transformadores, como se indica en la Figura 3.75

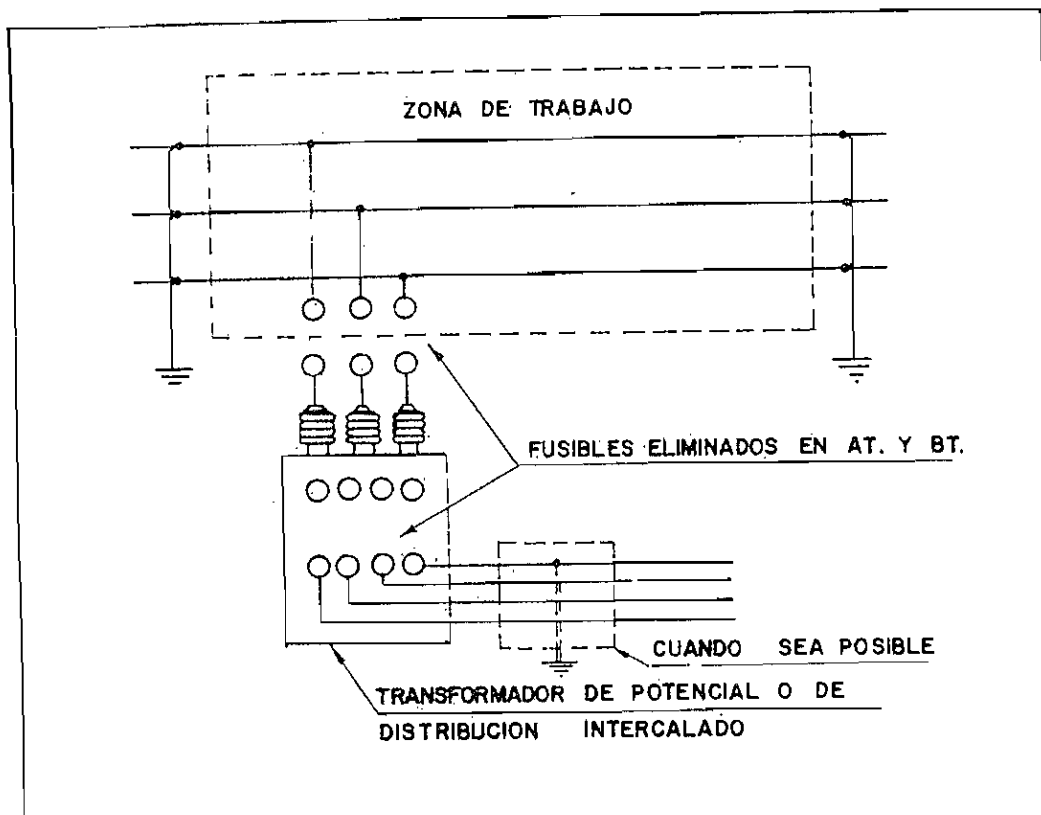


Figura 3.75

- c. Los fusibles retirados deben ser entregados al jefe del trabajo y éste debe tenerlos en su poder hasta la finalización del mismo.
- d. Las conexiones a tierra se harán después de que se hayan abierto los fusibles de los transformadores intercalados.

#### 3.4.4 Trabajos en líneas de doble circuito

- a. Si ambos circuitos están desenergizados, las normas de seguridad son las mismas que en 3.4.2 y 3.4.3

- b. Todo el personal que va a intervenir en los trabajos debe estar notificado si uno de los dos circuitos va a quedar energizado, indicándosele cual de ellos y las características de tensión del mismo.
- c. Queda absolutamente prohibido subirse a una estructura, si uno o ambos circuitos están energizados, si no hay en tierra por la menos dos personas que deben permanecer en actitud vigilante.
- d. Será responsabilidad del jefe que la empresa determine, el - señalar la posibilidad o no, de realizar el trabajo en una - torre que tenga uno de los dos circuitos energizado.

3.4.5.     Trabajos en Líneas de Alta Tensión en Poste Común con  
              Líneas de Baja Tensión

- a. Las líneas de baja tensión serán desenergizadas y puestas a tierra, en forma que quede protegida toda la zona de trabajo.
- b. Cualquier derivación que exista en baja tensión, debe ser - puesta a tierra.
- c. El cortocircuito y la puesta a tierra, deben abarcar al hilo neutro, a las tres fases y al hilo de alumbrado público (si existe).



### 3.4.6. Trabajos en Cruces de Líneas de Alta Tensión

- a. Además de las puestas a tierra normales que cubren la zona de trabajo, se colocarán dos puestas a tierra adicionales (como en la figura 3.76), para tener protección en caso de contacto fortuito.
- b. Si el circuito inferior quedo energizado, está prohibido trabajar en los cables del circuito superior, en las estructuras adyacentes al tramo del cruce, o menos que esté presente un ingeniero especializado en este tipo de trabajos.
- c. Si se necesita bajar uno o más cables, se debe desconectar el circuito inferior, se instalarán las puestas a tierra que sean necesarias y se instalará un portal provisional con cruceta rígida, para evitar que los conductores que van a bajarse rocen la línea inferior.
- d. Si el circuito inferior es el que va a ser desenergizado y dentro de los trabajos van a moverse los conductores, se instalará en el punto de cruce un portal, de manera que todos los conductores de la línea desenergizada, que se van a mover queden dentro de él y a su vez este portal sirva de límite superior al movimiento de los conductores. En caso de no ser posible la instalación del portal, se colocará en el punto de cruce un poste provisional y se amarrarán a él en forma vertical los conductores de la línea desenergizada.

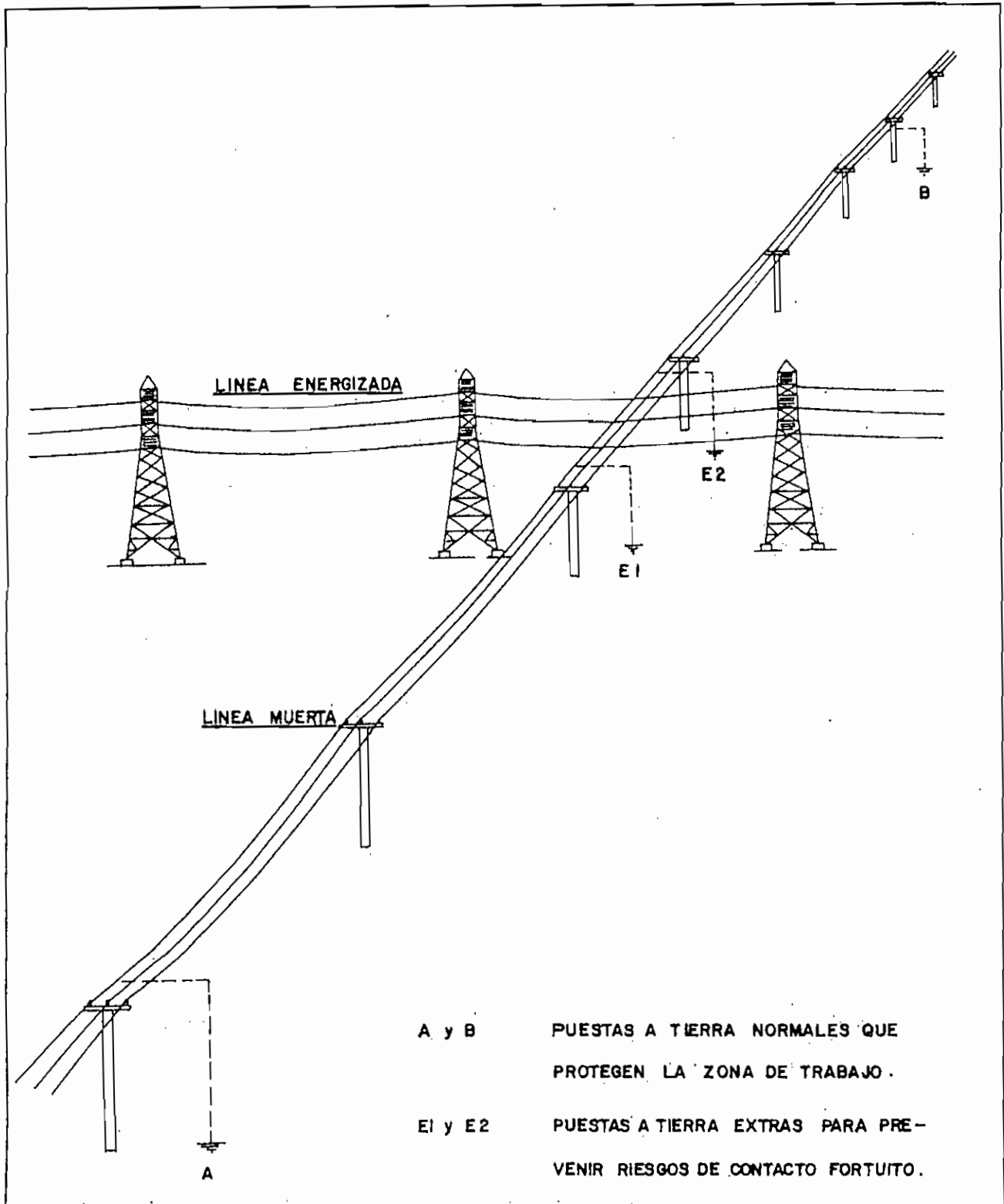


Figura No. 3.76

- e. Cualquier caso especial no contemplado en estas normas, debe ser resuelto por un ingeniero especializado.

3.4.7. Trabajos en Cruces con Líneas de Baja Tensión

- a. El tramo de cruce se protegerá en igual forma como se indica en 3.4.6. a.
- b. Si es necesario bajar un conductor se procederá como en 3.4.6. c.
- c. Todo trabajo de este tipo con el circuito de baja tensión energizado, deberá ser dirigido por un ingeniero especializado.
- d. Si se ve que no es necesario desconectar la línea de baja tensión, para realizar los trabajos, se deberá en todo caso comunicar a los abonados conectados a ella, de los trabajos que se van a realizar y de la posibilidad de desconexión.

3.4.8. Trabajos en Cruces con Vías de Comunicación

- a. Se deben tomar las mismas medidas de seguridad descritas en 3.4.6 y 3.4.7.
- b. Si es necesario bajar conductores o hay el peligro de que alguno caiga, se deben tomar las siguientes medidas adicionales:

b.1. Cruces con calles:

- Comunicar a la policía para que destaque guardias en el sitio de trabajo.
- Situar a por lo menos veinte metros y a cada lado del sitio de trabajo a hombres con banderolas de color llamativo, para prevenir a choferes y peatones.
- Situar en el lugar donde puedan caer los cables, personal suficiente para que las levanten y no se interrumpa el tránsito .
- No se debe permitir la presencia de peatones ni el estacionamiento de vehículos en el sitio de proyección vertical de los cables.

b.2. Cruce con carreteras:

- Se deben colocar a cada lado del cruce y a mil metros, 500 metros, 300 metros y 100 metros, letreros perfectamente visibles y con la leyenda de peligro que sea aprobada por la empresa.
- Se deben colocar portales a cada lado del carretero, para que los cables caigan sobre ellos, además se colocará personal para levantar los cables cuando pase un vehículo muy alto.
- No se debe permitir la presencia de personas ni de vehículos extraños bajo el cruce.

b.3. Cruce con ferrocarriles:

- Se debe pedir autorización a la Empresa de Ferracariles del Estado para realizar el trabajo.
- Se debe disponer del itinerario de los trenes dentro del tiempo máximo que durarán los trabajos.
- A una distancia no menor a 2,000 metros y a cada lado del lugar de trabajo, se debe situar personal que pueda advertir al sitio del trabajo acerca de la presencia de trenes o autoferros, esta comunicación debe hacerse por radio.
- Se debe despejar la vía y suspender los trabajos sobre o cerca de ella, por lo menos quince minutos antes del paso de un tren, según el itinerario.

### 3.5. TRABAJO con EQUIPOS de PUESTA a TIERRA

#### 3.5.1. Instalación del Equipo

- a. Instalar la barra tirabuzón en la tierra a una profundidad no menor a 1,2 metros, lo más cerca posible de la estructura donde se va a instalar el equipo. Si hay en el sitio malla de puesta a tierra, se usará ésta en lugar del tirabuzón.
- b. Se debe asegurar firmemente el cable central del equipo de puesta a tierra al tirabuzón o a la malla de tierra.
- c. Subir en un solo conjunto el equipo de puesta a tierra y co-

nectarlo a la fase central de la línea, usando pértigas adecuadas para la tensión del sistema, deben respetarse las distancias mínimas de la Tabla No. 15.

- d. Sacar los cables de interconexión y conectarlos a las dos fases restantes.
- e. Se puede proceder a realizar el trabajo planeado.

3.5.2. Procedimiento para Puestas a Tierra en mayor Número que los equipos disponibles

- a. Se deben instalar dos equipos de puesta a tierra normales, - como se indica en 3.5.1 de manera que, una zona de trabajo quede dentro de ellos.
- b. Se instala con una pértiga adecuada un cable, sujeto con prensas de conexión eléctrica en cada una de las foses del circuito, previamente, se conectarán las prensas entre sí y a una tierra adecuado.
- c. Se desmonta el equipo normal de puesta a tierra y se lo instala en otro sitio.
- d. Para retirar las puestas a tierra improvisadas, es necesario instalar nuevamente el equipo normal, retirar la puesta a tierra improvisada y por último, remover el equipo normal de puesta a tierra como se indica en 3.5.4.

3.5.3. Pruebas de Cortocircuito a Tierra

- a. Se debe desconectar la tensión desde todos los puntos posibles de alimentación.
- b. Se instalará el cable de conexión a tierra y el equipo mismo en la o las fases que intervendrán en la prueba, esto se hará como se describe en 3.5.1.
- c. El personal deberá retirarse a no menos de 25 metros hacia el lado opuesto al que se conectará la falla y retirado por lo menos 15 metros de la proyección del conductor más cercano.
- c. El personal deberá pararse con los pies juntos y sobre una superficie aislada, si hay vehículo con ellos deberán situarse dentro de él.
- e. Comunicar a quien corresponda que todo está listo para efectuar la prueba.

3.5.4. Remoción del Equipo de Puesta a Tierra

- a. Una vez terminado el trabajo, se debe verificar que la línea esté totalmente despejada, luego, se retiran las conexiones de las fases laterales y se colocan en el soporte central del equipo.
- b. Desconectar el equipo de puesta a tierra de la fase central y bajarlo en un solo conjunto.

- c. Desconectar el cable central del equipo de la barra tirabuzón o de la malla de tierra.
- d. Retirar la barra tirabuzón.
- e. Comunicar al jefe de los trabajos que el equipo de puesta a tierra ha sido retirado.

3.6. SECUENCIA de OPERACIONES para TRABAJOS en LINEAS de ALTA TENSION

3.6.1. Trabajos en Líneas Energizadas

- a. Planificar el trabajo.
- b. Comunicar a los clientes más importantes, por teléfono o por carta, de la realización de los trabajos y de una posible suspensión del servicio.
- c. Revisar las pértigas y herramientas.
- d. Proceder a la realización del trabajo.
- e. Retirar, revisar y guardar convenientemente las pértigas y herramientas.
- f. Comunicar a los clientes más importantes que el trabajo ha concluido.



3.6.2. Trabajos en Líneas no Energizadas

- a. Planificar el trabajo
- b. Comunicar a los clientes más importantes, por teléfono o por carta y al resto de clientes por medio de la prensa hablada y escrita, que habrá suspensión de servicio y el tiempo máximo que se espera pueda durar.
- c. Desconectar en alta y en baja tensión, todas las subestaciones que alimentan a la línea en cuestión.
- d. Dejar fuera de servicio la línea abriendo todos los interruptores, seccionadores, reconectores, etc., que puedan servir para alimentarla.
- e. Bloquear la zona de trabajo con equipo de puesta a tierra. Colocar tantas tierras adicionales en baja y en alta tensión, como sean necesarias para asegurar el bloqueo total de la zona.
- f. Proceder a la realización del trabajo.
- g. Terminado el trabajo y luego de revisar perfectamente que la zona de trabajo esté totalmente despejada, retirar todos los equipos de puesta a tierra, tanto en baja como en alta tensión.
- h. Conectar la línea.
- i. Conectar las subestaciones en alta y en baja tensión.
- j. Comprobar donde los clientes que el servicio se ha restable-

cido.

- k. Comunicar a los clientes más importantes que el servicio ha sido normalizado.

## CAPITULO IV

### 4. JUSTIFICACION DE LA NORMA

#### 4.1 ELEMENTOS DE PROTECCION DEL PERSONAL

##### 4.1.1 Puntos Generales

a. Se exige que la ropa de trabajo sea cómoda, adecuada y de buena calidad, para que el trabajador esté siempre protegido y confortable. Las mangas deben ser apretadas en el puño para evitar que se enreden. No se permiten bufandas, corbatas, etc., porque al enredarse pueden causar accidentes. Los anillos, cadenas, relojes, etc., no son permitidos en trabajos eléctricos porque a más de constituir un estorbo amplían la superficie de contacto en caso de que ese punto haga contacto con partes energizadas o con tierra.

Los zapatos deben ser de suela aislada para oponer mayor resistencia al paso de la corriente eléctrica y deben tener protección para los dedos siempre, por el riesgo que existe de que caigan objetos pesados.

b. Se exige dar de baja cualquier elemento que presente dudas sobre su estado, pues está en juego la vida de los trabajadores que es precisamente lo que se quiere proteger.

#### 4.1.2 Casco de Seguridad

##### 4.1.2.1 Características Técnicas

Por tratarse de cascos para trabajos en sistemas eléctricos se exige que estos sean de material altamente resistente y aislante, y sin perforaciones, pues el pelo sudado por ejemplo en contacto con una perforación puede dar al traste con las buenas condiciones aislantes del material del casco. Debe ser impermeable pues muchas veces se debe trabajar bajo lluvia.

La forma abovedada del casco y el alo a todo el ruedo son indispensables para desviar la caída de objetos.

Se exige tafiote y arco de sostén por comodidad y por protección mecánica en caso de impacto de objetos pesados.

##### 4.1.2.2 Pruebas

- a. Se exige la prueba eléctrica con el electrodo esférico en el exterior y la punta en el interior porque el campo eléctrico que se forma entre dos electrodos como los nombrados, es sumamente irregular como lo sería el campo eléctrico formado por un cable, por ejemplo, al hacer contacto con el casco.
- b. La prueba con dos electrodos en forma de punta en los extremos interior y exterior del ala del casco se pide por consi-

derar que el filo exterior del casco es el punto más próximo en el casco a la cabeza del individuo donde puede hacer con tacto una parte energizada. El valor de tensión cuatro ve - ces superior al valar dado por el fabricante como seguro pa - ra contacto directa se lo tomó como seguridad adicional.

- c. La prueba eléctrica en agua salada, se la hace para probar el comportamiento del casco, cuanda es usado por un hombre con el pelo sudado.
- d. La prueba mecánica es indispensable porque siempre caerán ob jetos de lo alto de las estructuras. Los valores de peso y altura se han tomado en base a los valores promedios de ener g ía que pueden presentarse al caer herramientas de lo alto de una estructura.

$$E = P \cdot h = 5 \text{ Kg} \times 2 \text{ cm} = 10 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Si consideramos la caída de una herramienta de un Kg. de peso de una torre de 8 metros de alto:

$$E = 1 \text{ Kg} \times 8 \text{ m} = 8 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

#### 4.1.2.3 Mantenimiento e Inspección

Se exigen las condiciones mínimas necesarias para la buena conservación de los cascos.

#### 4.1.3 Cinturón de Seguridad

##### 4.1.3.1 Características Técnicas

- a. Se exige un cinturón con una correa más ancha por debajo por comodidad del operador para ponerse o quitarse el cinturón de seguridad y porque un cinturón angosto puede dañar a lastimar el cuerpo del trabajador.
- b. Se exige que el cinturón sea de cuera por ser un material resistente y en nuestro medio mas barato que los materiales sintéticas de características similares. El estrobo debe ser de manila o de nylon por la facilidad y flexibilidad con que se manipulan estos materiales.
- c. Las dimensiones para los diferentes elementos están de acuerdo con las de una persona normal. Los espesares dados son los necesarios para obtener la resistencia mecánica requerida.

##### 4.1.3.2 Pruebas

- a. Las tensiones mecánicas de prueba se han calculado con un coeficiente de seguridad de 1,8 con relación al peso de un hombre con un peso algo mayor que el término medio en nuestro país.

#### 4.1.3.4 Mantenimiento e Inspección

Se exigen las condiciones mínimas necesarias para la buena conservación de los cinturones de seguridad.

#### 4.1.3.5 Usos

- a. No se deben usar los cinturones sinó para sujetar al trabajador, pues su empleo en otras funciones, los puede dañar.
- b. No debe sujetarse el cinturón a partes que deben desmontarse porque puede ocurrir un accidente fatal al desmontar la pieza, tampoco se sujetará el estrobo sobre superficies cortantes, pues lo pueden romper o debilitar.

#### 4.1.4 Guantes de Caucho

##### 4.1.4.1 Características Técnicas

Se exige que los guantes de caucho tengan forma anatómica por facilidad para realizar los trabajos.

Los guantes de caucho no deben tener fallas de ningún tipo por seguridad; colores diferentes en el interior y exterior, se exigen para poder saber cuando el guante está ya desgastado.

#### 4.1.4.2 Pruebas

Por falta de experiencia en el Ecuador en este aspecto y de que en el país no se fabrican guantes de caucho para trabajos eléctricos, se ha tomado la experiencia de otros países que sí lo hacen y de todos ellos, se han escogido las normas más rigurosas, tanto para pruebas eléctricas como para espesores. Nótese que las partes que están sujetas a mayores esfuerzos deben tener mayor espesor.

#### 4.1.4.3 Mantenimiento e Inspección

Se exigen las condiciones mínimas necesarias para la buena conservación de los guantes de caucho.

No se debe permitir el contacto de los guantes de caucho con grasas o aceites pues éstos destruyen el caucho. El aceite o grasa debe quitarse siempre con tetracloruro de carbono pues es un excelente solvente para grasas y aceites y garantiza la limpieza de estas impurezas.

#### 4.1.4.4 Usos

Se puede trabajar con seguridad solamente con guantes de caucho, casco, mangas protectoras y manta aislante hasta



tensiones de 13,000 voltios, siempre y cuando el fabricante de los guantes garantice este valor y los guantes hayan pasado las pruebas. Tensiones mayores exigen el uso de herramientas aisladas especiales.

Para evitar daños a los guantes de caucho se debe trabajar siempre con protector de cuero sobre ellos.

#### 4.1.4.5 Transporte y almacenamiento

- a. Deben almacenarse los guantes en cuartos ventilados, un poco húmedos y a una temperatura no mayor a 32°C, porque cualquier condición extrema de temperatura o humedad es perjudicial para el caucho.
- b. Deben almacenarse lejos de cualquier fuente de ozono, pues este elemento destruye el caucho.

#### 4.1.5 Protectores de Cuero para Guantes de Caucho

##### 4.1.5.1 Características Técnicas

Se recomienda como material el cuero de caballo por la experiencia de los fabricantes, que han encontrado que este cuero es superior a cualquier otra para fabricar protectores.

Se exige refuerzo en la palma de la mano, pues es la

zona que está más expuesta a dañarse.

El interior del protector debe estar recubierto de lana o algodón para que exista contacto suave entre el protector y el guante de caucho y éste último no se dañe.

#### 4.1.5.2 Mantenimiento e Inspección

Se exigen las condiciones mínimas para la buena conservación de los protectores de cuera.

#### 4.1.6 Mangas Pratectaras

Rigen las mismas justificaciones que para los guantes de caucho (Ver numeral 4.1.4).

#### 4.1.7 Mantas Aislantes

##### 4.1.7.1 Características Técnicas

- a. El espesor de 3,75 milímetros (1/8") se ha escogido como mínimo, pues ese espesor de caucho puede aislar fácilmente 20,000 voltios.
- b. Se exige una lámina central de nylon para darle a la manta mayor resistencia mecánica.

- c. La dimensión mínima de 0,90 mts. x 0,90 mts. se exige para que un hombre pueda pararse con comodidad.

#### 4.1.7.2 Pruebas

Por falta de experiencia en el Ecuador en la fabricación de mantas aislantes, se han tomado las normas extranjeras más rigurosas.

#### 4.1.7.3 Inspección y Mantenimiento

Se exigen las condiciones mínimas necesarias para la buena conservación de las mantas aislantes.

#### 4.1.7.4 Transporte y Almacenamiento

Rigen las mismas justificaciones que para los guantes de caucho (Ver numeral 4.1.4.5).

### 4.2. HERRAMIENTAS PARA TRABAJOS EN LÍNEAS ENERGIZADAS

#### 4.2.1 Generalidades

La falta absoluta en nuestro país de tecnología pro

pia para la fabricación de herramientas para trabajos en sistemas eléctricos, ha hecho que esta sección sea una descripción de como son y como deben usarse correctamente las herramientas que en su casi totalidad son fabricadas en el extranjero.

Se han descrito las principales herramientas, como y en que deben emplearse, esto se ha hecho para que el trabajador respete las normas de diseño de las herramientas y les dé el uso para el cual fueron construídas.

#### 4.2.2 Conservación de las Herramientas

Se dan las condiciones mínimas necesarias para la buena conservación de las herramientas. Se ha tomado especial cuidado en anotar las recomendaciones dadas por los fabricantes de pértigas y más herramientas.

#### 4.2.3 Transporte de las Herramientas

Se exige que las herramientas sean transportadas de manera adecuado para evitar daños. Deben transportarse en remolques con fuentes de calor para que ayuden a su secado, pues resultaría sumamente peligroso trabajar con pértigas mojadas, además de que las partes metálicas pueden oxidarse.

4.2.4 Reacondicionamiento de Herramientas

Se han seguido las indicaciones de los fabricantes, especialmente de pértigas.

No se permite por ningún motivo soldar una herramienta rota, porque esto puede debilitar el metal, el mismo que podría romperse nuevamente durante los trabajos, trayendo graves consecuencias.

4.3 NORMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN LINEAS ENERGIZADAS

4.3.1 Generalidades

- a. Se exige que se considere como energizadas, para fines de trabajo sobre ellos, a todas las líneas que no estén cortocircuitadas y debidamente puestas a tierra en el sitio mismo del trabajo, debido a que puede alguien energizar accidentalmente la línea, inclusive por el lado opuesta al sentido por el cual fluye normalmente la energía.
- b. En vista de que los trabajos en líneas energizadas son de mucho riesgo, se exige que los trabajadores sean especializados en este tipo de trabajo y que estén al momento de realizarlo en perfecto estado de salud y de ánimo, en caso contra

rio pueden ocurrir serios accidentes.

- c. Para evitar confusiones y accidentes es obligatorio que todos los trabajadores estén al tanto de los trabajos que se realizan, la secuencia de operaciones, características eléctricas y mecánicas de la línea y de las herramientas.
- d. Se prohíbe por seguridad para trabajadores y de personas ajenas a los trabajos, el acceso de estas últimas a la zona de trabajo. Se responsabiliza al jefe de los trabajos por la correcta ubicación así como por la remoción de las señales de peligro para tener la seguridad de que éstas han sido debidamente colocadas y retiradas a tiempo.

#### 4.3.2 Distancias Mínimas

- a. Las distancias mínimas anotadas rigen únicamente para el personal especializado; por razones obvias el personal no especializado no deberá siquiera subir al poste o estructura, ni debe tratar de usar pértigas desde el suelo.
- b. Como es sabido la rigidez dieléctrica del aire a nivel del mar es aproximadamente de 30 KV. por centímetro; pero respetar una distancia tan pequeña resulta extremadamente peligroso, por lo tanto en la Tabla No.14 se han listado distancias que ofrecen seguridad y confianza para realizar movimientos. Desde 1 KV. hasta 46 KV. se han tomado las distancias anota-

das que deben ser memorizadas, poro tensiones de 69 KV, o más, poro facilidad de cálculo de los trabajadores se debe tomar 20 centímetros más 1 centímetro por cada kilovoltio. Por ejemplo: si la tensión es 115 KV, la distancia mínima a la cual el trabajador especializado puede acercarse será:

$$20 \text{ cms.} + 115 \text{ cms.} = 135 \text{ cms.}$$

- c. La Tabla No. 15 muestra las distancias mínimas entre el operador y el extremo de la pértiga en contacto con la línea, estas distancias se han aumentado un poco en relación a las de la Tabla No. 14 en previsión a que la pértiga podría estar sucia.

#### 4.3.3 Normas de Seguridad para Trabajadores que Operan en Líneas Energizadas

- a. Se exige que la dirección de los trabajos esté a cargo de una sola persona para evitar duplicación de instrucciones, malos entendidos, etc. que pueden ocasionar fallas o accidentes en la ejecución de las tareas. Por razones obvias se exige que esta persona sea especializada y conozca perfectamente por lo menos los puntos enumerados en 3.3.3.a.
- b. Se divide a los trabajadores en cuatro categorías, para tener

en las cuadrillas de trabajo, personal que realice los trabajos requeridos, al nivel que sea necesaria, para evitar tener gente especializada en trabajos que no lo necesiten y, por último, porque es conveniente preparar gente, la misma que empezaría siendo de categoría inferior y a medida que se merezca y sea requerido, pasaría a ocupar una categoría superior.

- c. Se prohíbe dejar suelto el estrobo de seguridad, porque al oscilar podría golpear contra los aisladores, partes energizadas, otros trabajadores, etc. o al subir por la escalera el trabajador podría tropezar.
- d. No deben usarse pértigas húmedas porque la humedad y la suciedad que eventualmente cubran a la pértiga, pueden dar lugar a una superficie conductora.
- e. Se prohíbe a los trabajadores fumar, comer o tener cualquier cosa en la boca durante los trabajos, porque en caso de accidente podría tragárselo, ocasionando asfixia y mayor dificultad para auxiliarlos debidamente; por las mismas razones se prohíbe subir a las estructuras con la dentadura postiza a quienes la usan.

#### 4.3.4 Normas de Seguridad para la realización misma de los Trabajos

- a. Se prohíbe terminantemente el estacionamiento de vehículos a



- jenos a la realización de los trabajos debajo de una línea energizado, debido a las graves consecuencias que podrían sobrevenir en caso de que se arranque accidentalmente una lí -  
nea y caiga sobre o junto al vehículo.
- d. Se exige a los obreros que están en una misma estructura, el trabajar todos sobre la misma fase a la vez, para evitor confusiones, cortocircuitos, y más accidentes que pueden ocasionarse si trabajan sobre fases diferentes.
- e. Para evitar confusiones, accidentes, trabajos mal hechos, etc. se exige que antes de realizar cualquier trabajo en una línea energizado se conozca perfectamente el plan de trabajo, el jefe de los mismos, el personal que intervendrá, las características eléctricas y mecánicas de la línea, las herramientas a usarse, y que tanto el personal como la herramienta se encuentren en perfectas condiciones.
- f. Se exige comunicación radial continua durante la realización de los trabajos, entre el sitio de los mismos y los lugares desde donde puede energizarse a desenergizarse la línea, para asegurarse contacto con esos puntos claves en caso de surgir problemas.
- g. Se obliga a que el jefe de los trabajadores no participe en ellas, sino que mantenga toda su atención en dirigir y vigilar la buena realización de la faena, para que esté al tanto de todo lo que pasa, y pueda arbitrar las medidas necesarias

tan pronto como se presente alguna dificultad.

- h. Se prohíbe trabajar en líneas energizadas si hay vientos de 40 kilómetros por hora o más o si el ambiente está húmedo, nublado o lluvioso, por los peligros obvios que, trabajar en estas condiciones representa.
- i. Para guiar la caída de un árbol cerca de una línea energizada se exige la colocación de una puesta a tierra como se indica en el numeral 3.3.4.q, porque el árbol podría tocar accidentalmente la línea energizada. La gente debe pararse a una distancia no menor a 20 metros desde el punto de puesta a tierra, debido a la gradiente de potencial que se presenta alrededor de una puesta a tierra. El potencial para cualquier punto alrededor de una varilla de puesta a tierra se calcula con la siguiente fórmula:

$$\phi = \frac{I}{4\pi\gamma L} \ln \frac{L + \sqrt{L^2 + y^2}}{-L + \sqrt{L^2 + y^2}}$$

Donde:

$\phi$  = Potencial

$I$  = Corriente de falla

$\gamma$  = Conductividad del terreno

$L$  = Longitud de la varilla de puesta a tierra

$y$  = Distancia desde la varilla de puesta a tierra

La Figura 4.1 muestra gradientes de potencial calculados

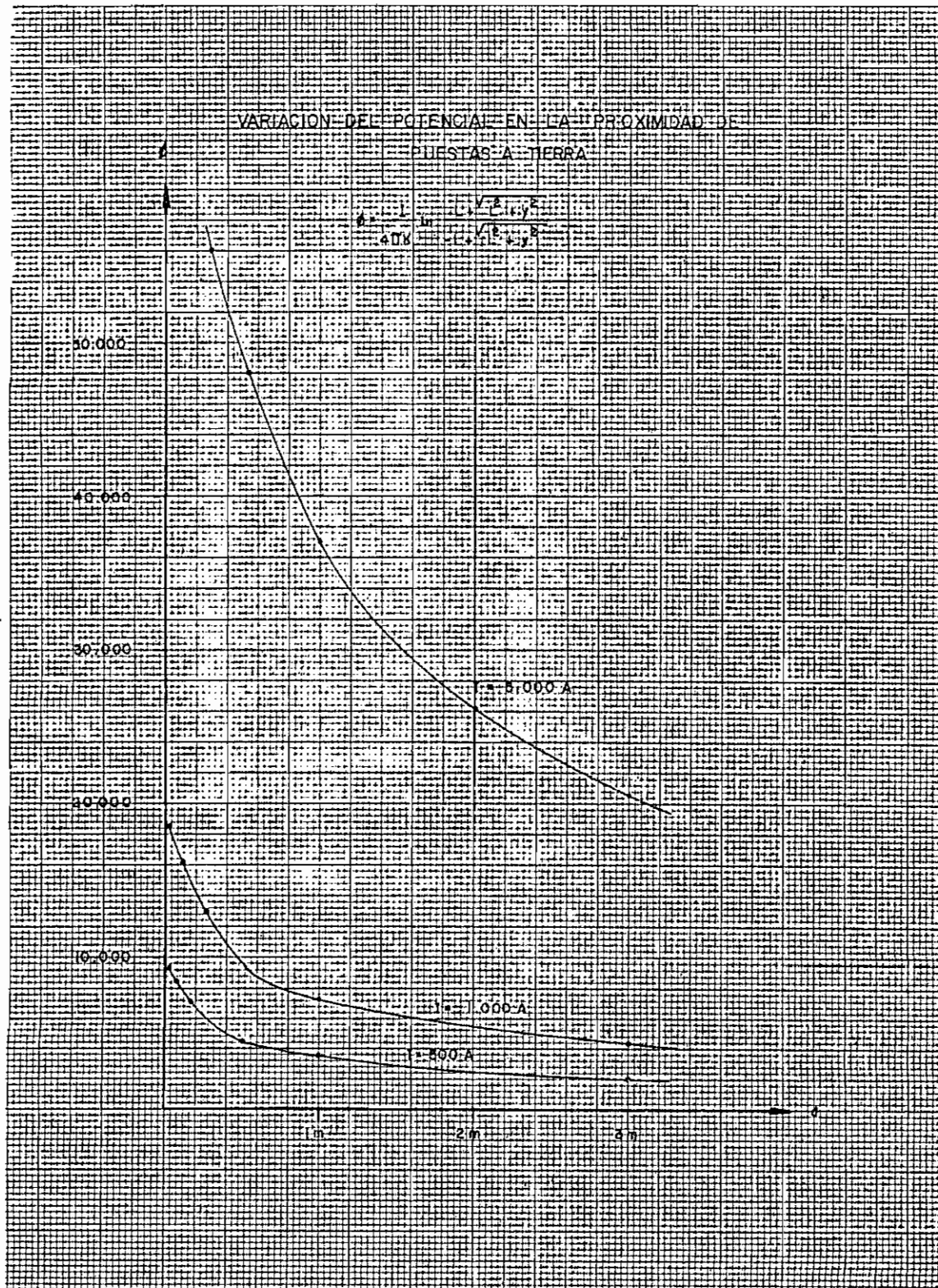


Figura No. 4.1

ladas con corrientes de 500 omperios, 1,000 amperios y 5,000 amperios, con conductividad del terreno de  $10^{-2} \Omega/m$ . y vari -  
lla de copperweld de 6 pies de largo.

#### 4.3.5 Revisión de Líneas

Se prohíbe a los inspectores intervenir en una lí -  
nea follosa cuando hon localizada el motivo de la falla por las  
siguientes razones:

- a. Por lo general no son personas especializados para trabajar en líneas energizadas.
- b. No llevan herramienta adecuada para trabajar cuando solen a hacer inspecciones.
- c. La línea falloso puede estar energizada o puede energizarse en cualquier momento.

#### 4.4 NORMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN LINEAS NO ENERGI- ZADAS

##### 4.4.1 Generalidades

- a. Se exige que se considere una línea como energizada mientras no esté la zona de trabajo protegida a ambos lados por equi-  
pas de puesta a tierra, debido a que la línea puede ser ener

gizada accidentalmente.

- b. Una vez abiertos los disyuntares y apercibidos los seccionadores mencionados en el numeral 3.4.1.b, se debe verificar la ausencia de tensión, esto porque la línea puede quedar energizada desde algún sitio, que accidentalmente puede pasarse por alto.
- c. Una vez verificada la ausencia de tensión con luz de neón o pita, como seguridad adicional se debe comprobar con el fusil lanzacables de la Figura 3.70 también porque así se pone a tierra la línea y se puede instalar el equipo de puesta a tierra con seguridad.

#### 4.4.2 Trabajos en líneas simples

La siguiente es la explicación, por la cual se exige colocar en cada estructura donde se trabaja, una puesta a tierra adicional como se describe en el numeral 3.4.2.b:

##### a. Estructuras metálicas

A pesar de la colocación de equipos de puesta a tierra en las estructuras adyacentes a la del trabajo, en caso de energización accidental de la línea, pueden presentarse tensiones peligrosas entre los conductores y la estructura, en consecuencia, sobre el cuerpo del trabajador.

Para ilustrar lo dicho, supongamos una línea trifási

ca de un solo circuito, sobre estructuras metálicas, a los lados de la estructura sobre la que se trabaja se tienen vanos iguales de 250 metros con cable de cobre 3/0 AWG en las faces y para el neutro, cable de acero de 3/8" y resistencia de las puestas a tierra de las torres  $10\ \Omega$ . Supanemos que en las torres adyacentes a las de trabajo se han cortocircuitado los conductores entre sí y con el hilo de guardia se ha puesto a tierra (Ver Figura 4.2)

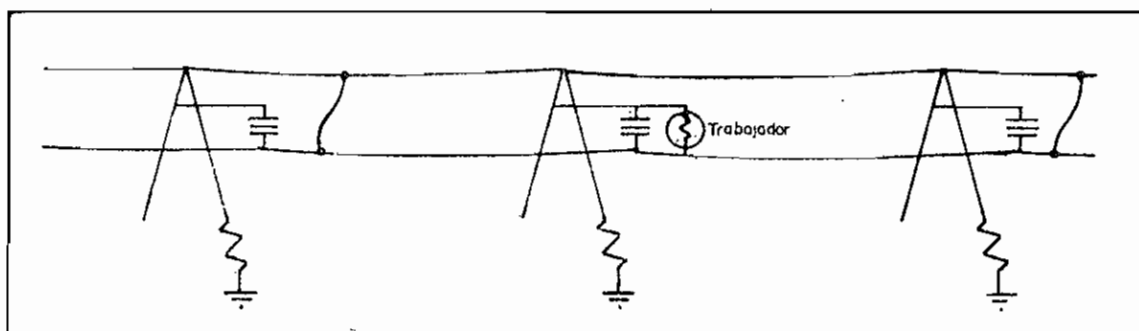


Figura 4.2)

Las conexiones entre el cable de guardia y la torre, tienen resistencia 0, cada vano de conductor de cobre tiene una resistencia despreciable ( $0,0543\ \Omega$ , la resistencia del conductor de cobre 3/0 AWG a  $25^{\circ}\text{C}$ . es  $0,2173\ \Omega/\text{Km}$ ). Cada vano de conductor de guardia tiene una resistencia de  $0,925\ \Omega$  ( $3,7\ \Omega/\text{Km}$ ), la resistencia de la torre de la punta a su base suponemos que es de  $7\ \Omega$  y la resistencia del cuerpo humano la vamos a tomar como  $10,000\ \Omega$ .

El equivalente eléctrico de la Figura 4.2 se puede ver en la Figura 4.3 y sus equivalentes simplificados en las Figuras 4.4 y 4.5

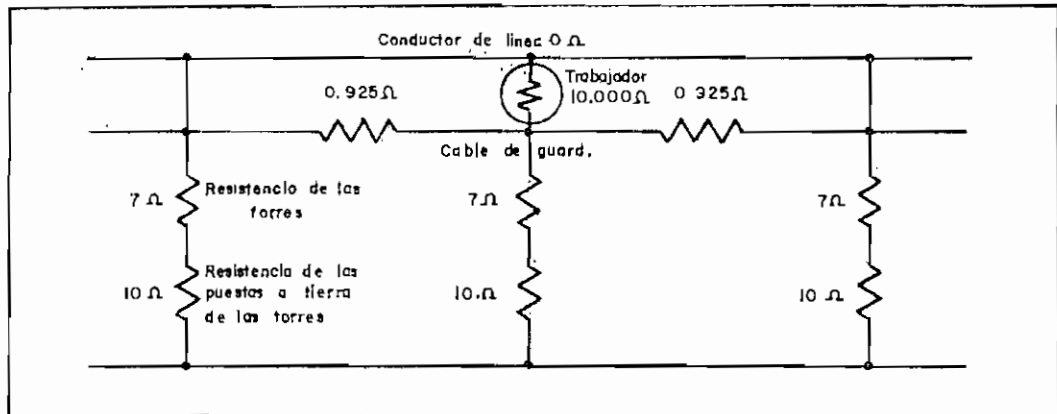


Figura 4.3

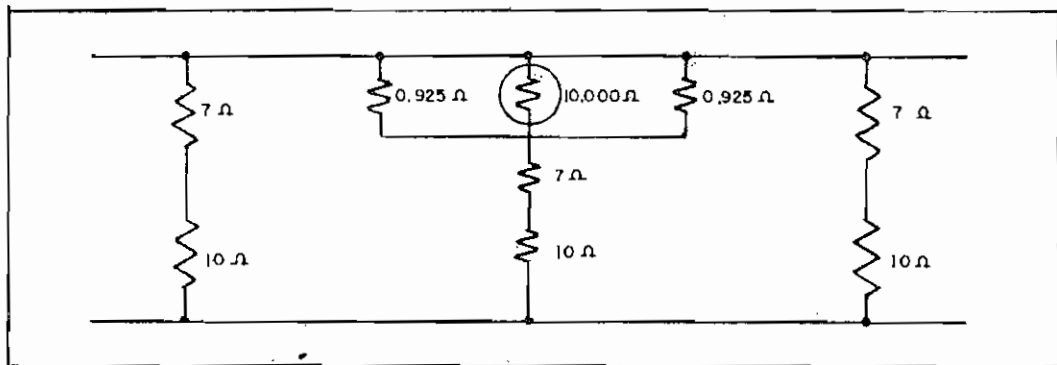


Figura 4.4

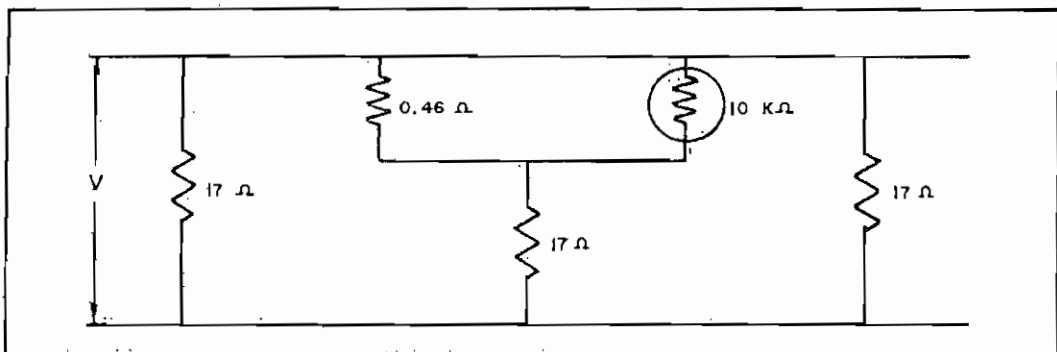


Figura 4.5

Si la tensión "V" con la cual se energiza accidentalmente la línea es de 13,8 KV<sub>o</sub>, por el cuerpo del operario circularán o proximadamente 56 m amp<sub>o</sub>, corriente que casi siempre es mortal; si la tensión con la cual se energiza la línea es mayor, los valores de corriente que circularán por el cuerpo del operaria serán siempre fatales.

Si se conectan los conductores de línea a la torre como se exige en el numeral 3.4.2.b.1., se pone la torre al mismo potencial que la línea por tanto la tensión que se aplicaría sobre el cuerpo del trabajador sería 0 y desaparece el peligro.

b. Estructura de madera y concreto

El problema es muy similar al que se presenta en estructuras metálicas, con variaciones en los valores de resistencia de la estructura y de la puesta a tierra de la misma. Vale notar, que los valores de resistencia del cuerpo humano, de las estructuras y de las puestas a tierra pueden variar dentro de amplios márgenes de suerte que en algún caso se junten los factores más desfavorables y el operario pueda recibir corrientes mortales a través de su cuerpo aunque la tensión que llegue a él sea relativamente baja.

4.4.3 Trabajos en Líneas con Transformadores Intercalados

Se exige que se retiren los fusibles de alta y baja



tensión de los transformadores intercalados en la línea y que es tos sean entregados al jefe de los trabajos para tener la seguri dad de que la línea no podrá ser energizada a través de algún transformador y además de que los fusibles no serán colocados en su sitio mientras el trabajo no esté terminado.

Es obligación colocar los puestos a tierra después de haber retirado los fusibles de los transformadores intercalados porque a través de ellos puede estar energizada la línea.

#### 4.4.4 Trabajos en líneas de alta tensión y en poste común con líneas de baja tensión

Se exigen las medidas de seguridad enunciadas en el numeral 3.4.5, a, b y c, debido a que uno o varios conductores de alta tensión pueden arrancarse y caer sobre la línea de baja ten sión.

#### 4.4.5 Trabajos con equipos de puesta a tierra

- a. Se exige una profundidad no menor a 1,2 metros para la barra tirabuzón del equipo de puesta a tierra debido a que la resistencia de puesta a tierra disminuye con la profundidad a la cual se introduce la varilla según la fórmula:

$$R = \frac{1}{2\pi\gamma L} \ln \frac{4L}{d}$$

Siendo:

$\gamma$  = Conductividad del terreno

L = Longitud de la barra tirabuzón enterrada

d = Diámetro de la barra tirabuzón

La Figura 4.6, muestra la variación de la resistencia de puesta a tierra según la profundidad a la que se entierra una barra de un centímetro de diámetro en terreno de conductividad  $10^{-2} \gamma / m$ . Como se puede apreciar en la curva, no se gana mucho enterrando la varilla a mayor profundidad, más aún si se considera la dificultad con la cual se puede enterrar a mano una varilla a mayor profundidad en la mayoría de los terrenos.

- b. Se preferirá la malla de puesta a tierra (si existe) en lugar de la barra tirabuzón, pues la primera tiene menor resistencia que la segunda.
- c. Para pruebas de cortocircuito a tierra se exige que las personas se paren a no menos de 25 metros hacia el lado opuesto al que se conectará la falla y a por lo menos 15 metros de la proyección del cable más cercano por las mismas razones expuestas en el numeral 4.3.4.i.

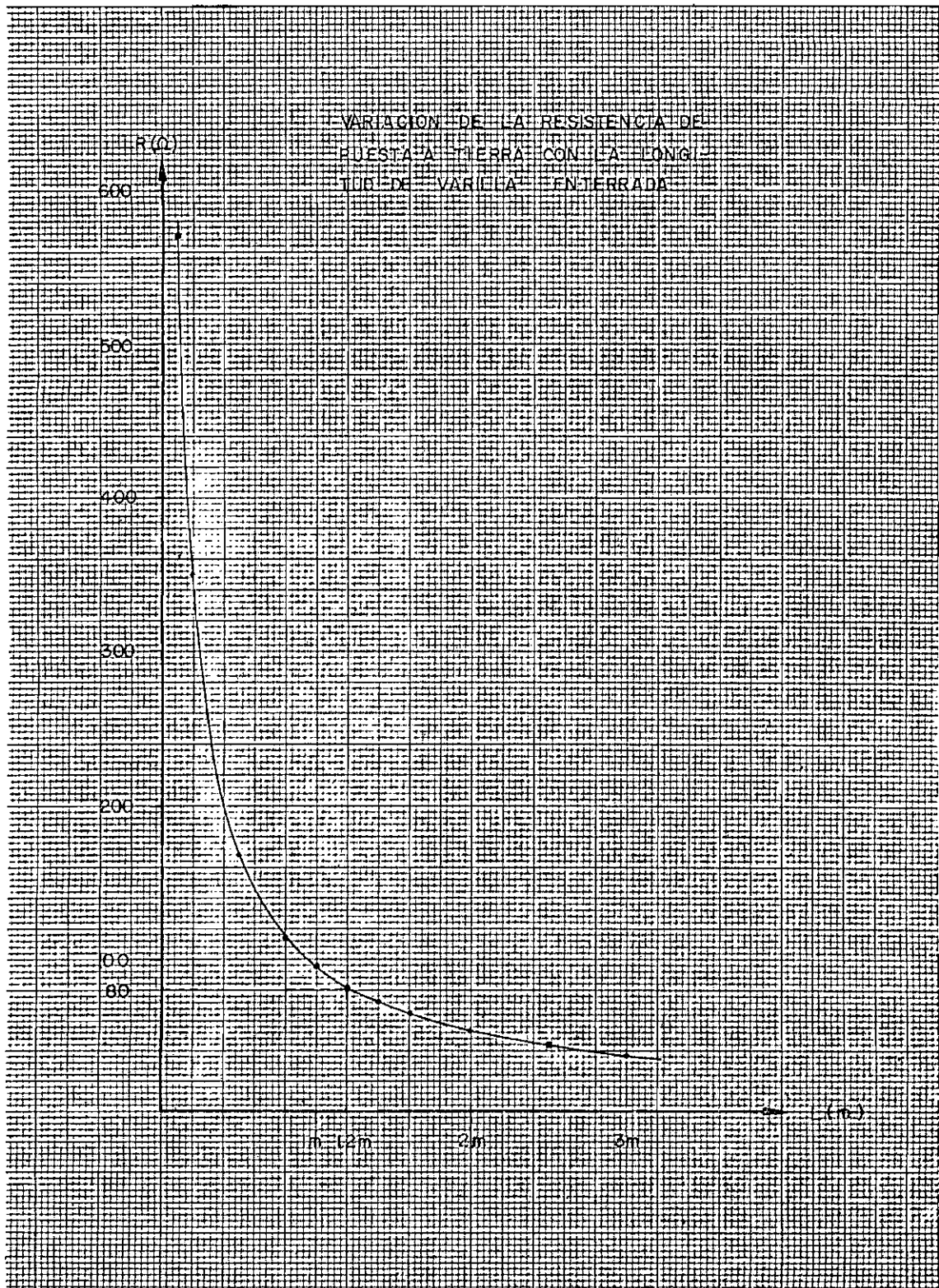


Figura No. 4.6

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El "Proyecto de Normas de Seguridad para Trabajos en Líneas de Alta Tensión" que se ha presentado en los capítulos anteriores, puede ser tomado en cuenta por las Empresas Eléctricas del Ecuador, los mismas que de acuerdo a su mayor y mejor experiencia, podrán adoptarlo, introduciendo las reformas que creyeran convenientes para su mejor aplicación. En todo caso, este proyecto es un primer paso para la gran mayoría de Empresas Eléctricas en nuestro país.

El uso de procedimientos adecuados y de normas de seguridad para la realización de los trabajos traerá a las Empresas interesadas varias ventajas que deben ser tomadas muy en cuenta para lo mejor marcha social y económica de las mismas.

Si los trabajadores usan el equipo adecuado de protección personal para cada trabajo e igualmente las herramientas, dándoles el uso correcto para el cual han sido fabricadas y por último, realizan los trabajos con las debidas seguridades, siguiendo las normas establecidas para el efecto, entonces se obtendrán resultados positivos como los que a continuación se detallan:

- Los trabajos serán realizados en mejor forma, con mayor rapidez y con mejores resultados que se derivan del perfecto conocimiento de la tarea a realizarse, de la herramienta adecuada,

del conocimiento de la línea en que se trabaja, de la secuen  
cia de operaciones a realizar y de la tarea específica asig-  
nada a cada trabajador.

- El número y frecuencia de los accidentes de trabajo disminui  
rá notablemente, tanto aquellos que ocasionen pérdidas huma-  
nas por muerte o por heridas, como aquellas que ocasionen so-  
lamente pérdidas materiales.

Como consecuencia de todo lo dicho anteriormente, se  
tiene un considerable ahorro de dinero, el mismo que redundará en  
un mayor beneficio para las Empresas, sus empleados y usuarios.  
Pero lo más importante es quizá que los trabajadores no están su  
jetos a riesgos innecesarios y se conservará en buenas condicio-  
nes el capital humano que es en definitiva el que hace la Empre-  
sa y el progreso de la misma.

Conservando el capital humano se habrá hecho un im-  
portante logro socio-económico, más aún en nuestro país donde la  
mano de obra especializada es escasa.

## B I B L I O G R A F I A

1. Manual de Prevención de Accidentes para Operaciones Industriales.  
Consejo Interamericano de Seguridad  
México, 1962.
2. Safety and Health Regulations for Construction.  
United States Department of the Interior  
Bureau of Reclamation.  
September, 1971.
3. Curso de Seguridad.  
II Electricidad.  
ENDESA (Empresa Nacional de Electricidad S.A.)  
Santiago de Chile, 1964-1965.
4. Prescriptions de Sécurité.  
Publication 533 de L'Union Technique de L'Electricité a'l' usage de l'Exécutant.  
Adoptée le 24 Mars, 1972.
5. Power System Safety Standards.  
United States Department of the Interior.  
Bureau of Reclamation.  
First Edition, May 1, 1971.
6. Curso de Perfeccionamiento para Supervisores de Distribución  
ENDESA (Empresa Nacional de Electricidad S.A.)  
Santiago de Chile, 1963

7. Hot Sticks.  
Manual para el Mantenimiento de Líneas Vivas.  
A.B. Chance Co.  
Centralia Mo. U.S.A.  
1971.
8. Manual de Reglas de Seguridad.  
Autoridad de las fuentes fluviales de Puerto Rico.  
División de Seguridad.  
Julio, 1964.
9. Manual de Mantenimiento de Líneas.  
ENDESA (Empresa Nacional de Electricidad S.A.)  
Santiago de Chile, Abril, 1973.
10. Lo que usted debe saber sobre los Riesgos de la Electricidad.  
Westinghouse Electric International Company.  
New York, U.S.A.
11. Introduction to Electromagnetic Fields.  
Samuel Seely, Ph.D.  
McGraw-Hill Book Company, Inc.
12. Electrical Transmission and Distribution Reference Book.  
Westinghouse Electric Corporation.  
East Pittsburgh, Pennsylvania.  
1964.

REVISTAS

El Supervisor

Consejo Interamericano de Seguridad

1. Volúmen XXVI, No. 6  
Junio, 1964
2. Volúmen XXX, No. 12  
Diciembre, 1968
3. Volúmen XXXI, No. 2  
Febrero, 1969
4. Volúmen XXXI, No. 3  
Marzo, 1969
5. Volúmen XXVII, No. 3  
Marzo, 1965
6. Volúmen XXXII, No. 4  
Abril, 1970
7. Volúmen XXXII, No. 5  
Mayo, 1970
8. Volúmen XXXII, No. 6  
Junio, 1970
9. Volúmen XXXI, No. 6  
Junio, 1969
10. Volúmen XXXI, No. 7  
Julio, 1969



Noticias de Seguridad

Organo Oficial del Consejo Interamericano de Seguridad

11. Tomo XXVI, No. 7

Julio, 1964

12. Tomo XXXI, No. 4

Abril, 1969

PUBLICACIONES, CURSOS Y OTROS

1. Curso de Seguridad

Departamento de Seguridad

Empresa Eléctrica Quito S.A.

Director del Curso: Ing. Vicente Cabezas

Quito, 1963

2. El Supervisor y la Prevención de Accidentes

Empresa Eléctrica Quito S.A.

3. Reglamento Técnico de Seguridad Industrial

Empresa Eléctrica Quito, S.A.