



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**"SEGURIDAD DEL PERSONAL TRABAJANDO EN  
LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICAS PRIMARIAS"**

**TESINA DE SEMINARIO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**ESPECIALIZACIÓN POTENCIA**

Presentado por:

**JORGE LUIS CAMINOS MALDONADO**

**JUAN CARLOS BAJAÑA ENDARA**

**Guayaquil – Ecuador**

**2010**

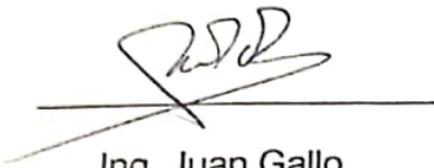
## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a DIOS, por habernos permitido cumplir esta meta, a nuestros padres quienes han sabido apoyarnos en todo momento, y especialmente al Ing. Juan Gallo, Director de Tesina, por su ayuda y colaboración para la realizar con éxito el presente trabajo.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedicamos con todo  
cariño a Dios y a nuestras familias,

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Ing. Juan Gallo

PROFESOR DEL SEMINARIO

A handwritten signature in black ink, featuring a large, prominent initial 'J' followed by the name 'Salcedo' in a cursive script, positioned above a horizontal line.

MSc. Adolfo Salcedo

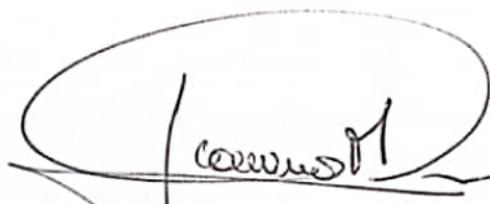
PROFESOR DELEGADO DEL DECAN

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este trabajo, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

*Juan Carlos Bajaanã Endara*

JUAN CARLOS BAJAÑA ENDARA



JORGE LUIS CAMINOS MADONADO

## **RESUMEN**

El tema central de este trabajo es analizar los riesgos y peligros que están presentes en los trabajos que realizan el personal de distribución de una empresa de energía eléctrica, para así de ésta forma reducir la cantidad de accidentes que puedan ocurrir debido a los riesgos presente en la red.

Para la realización de este trabajo nos hemos basado principalmente en las siguientes normas: NFPA 70E, en el Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica del Ecuador (Acuerdo # 13) entre otras.

En el primer capítulo describimos fundamentalmente conceptos teóricos de seguridad además de comenzar a identificar los riesgos presentes en las redes de distribución.

El segundo capítulo se basa en las normas, reglamentos, decretos nacionales e internacionales, que nos sirvieron de guía para la realización de este proyecto.

En el capítulo tres describe el equipo de protección personal y algunas herramientas necesarias para los trabajos de manera segura en redes de

distribución, además la manera correcta de utilizarla y la elaboración de pruebas para determinar la rigidez dieléctrica en algunas de ellas.

El cuarto capítulo se identifica todos los posibles riesgos, factores, causas y consecuencias de los mismos así como también las medidas a tomar para la correcta ejecución de trabajos tanto con tensión o sin tensión.

En el quinto capítulo se realiza la evaluación y el control de riesgos, mejorando de esta forma la seguridad de cada trabajador en esta área y tomando en cuenta los conceptos básicos, riesgos de las instalaciones, reglas de seguridad y los factores que influyen debido al contacto eléctrico de una persona con algún elemento con tensión.

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VI</b>
<b>INDICE GENERAL.....</b>	<b>VII</b>
<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>XVII</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>CONCEPTOS TEÓRICOS</b>	
1.1. Seguridad Industrial .....	1
1.2. Por qué ocurren los accidentes .....	2
1.2.1. Condiciones que favorecen a los accidentes .....	2
1.3. Identificación de riesgos.....	2
1.3.1. Principales riesgos en trabajos de distribución eléctrica.....	3
1.4. Riesgos eléctricos.....	4
1.4.1. Tipos de accidentes eléctricos.....	4
1.4.2. El contacto directo con partes energizadas.....	4
1.4.3. El contacto indirecto.....	5

1.5. Factores que influyen en el efecto eléctrico.....	5
1.5.1. Intensidad de corriente.....	6
1.5.2. Voltaje o tensión.....	6
1.5.3. Impedancia.....	6
1.5.4. Trayectoria del paso de la Corriente por el cuerpo.....	8
1.5.5. Tipo de corriente y frecuencia.....	8
1.5.6. Tiempo de contacto.....	9
1.6. Efectos de la corriente eléctrica pasando a través del cuerpo humano.....	9
1.6.1. Efectos físicos inmediatos.....	9
1.6.2. Efectos físicos no inmediatos.....	11
1.6.3. Umbrales de corriente que causan las diferentes en las personas.....	13
1.7. Curvas de seguridad.....	15
1.7.1. Descripción de las zonas tiempo corriente.....	16
1.8. Caídas a distinto nivel.....	16
1.8.1. Consecuencias.....	17
1.9. Caída de objetos o herramientas.....	17
1.9.1. Consecuencias.....	17
1.10. Sobreesfuerzos.....	18
1.10.1. Consecuencias.....	18

## **CAPITULO II**

### **MARCO NORMATIVO**

2.1. Reglamento ecuatoriano de seguridad del trabajo contra riesgos en instalaciones de energía eléctrica (Acuerdo # 13).....	20
2.2. Código del trabajo Ecuatoriano.....	21
2.3. NFPA 70E 2004.....	22
2.4. Norma oficial Mexicana NOM-001-SEDE.....	23
2.5. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).....	24
2.6. Reglamento de seguridad, salud y medio ambiente LUZ DEL SUR.....	25
2.7. Norma Venezolana COVENIN 815:1999 Y ANSI Z89.1 – 1997.....	28
2.8. ANSI Z87.1-1989.....	28
2.9. Norma técnica de operación de las instalaciones de distribución resolución CNEE NO. 47-99 Guatemala.....	28
2.10. Reglamento de salud ocupacional en los procesos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, Colombia.....	30
2.11. Reglamentación aprobada por decreto 351/79 Argentina.....	30

## **CAPITULO III**

### **EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

3.1. Introducción.....	31
3.2. Categorías de los Equipos de Protección.....	32
3.3. Descripción, utilización y mantenimiento del EPP.....	33

3.3.1. Protección de la Cabeza Cascos de Seguridad.....	33
3.3.1.1. Prueba de rigidez dieléctrica para los cascos.....	34
3.3.2. Gafas de protección ocular.....	36
3.3.3. Ropa de Trabajo.....	37
3.3.4. Protección de las manos.....	38
3.3.5. Protección de los pies.....	41
3.3.6. Detector de ausencia de tensión.....	42
3.3.7. Pértiga aislante.....	44
3.3.8. Arnés de Seguridad.....	45

## **CAPITULO IV**

### **IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

4.1 Introducción.....	47
4.2. Riesgo de contactos eléctricos.....	48
4.2.1. Factores de Riesgo de contactos eléctricos.....	48
4.2.2. Causas.....	49
4.2.3. Consecuencias.....	50
4.2.3.1. Lesiones provocadas por el paso de corriente eléctrica.....	50
4.2.3.2. Lesiones provocadas sin paso de corriente eléctrica.....	51
4.2.4. Medidas a tomar.....	52
4.2.4.1. Procedimientos a llevar a cabo en trabajos sin tensión.....	52
4.2.4.2. Procedimientos a llevar a cabo en trabajos con tensión....	59

4.2.4.3 Trabajos en líneas de distribución eléctrica que tengan condensadores.....	62
4.2.4.4. Delimitación de zonas y señalización.....	63
4.3. Riesgos generales de trabajos en distribución eléctrica.....	65
4.3.1. Riesgo de caídas de personas a distinto nivel.....	66
4.3.1.1. Factores de riesgo para caídas de distinto nivel.....	66
4.3.1.2. Causas.....	67
4.3.1.3. Consecuencias .....	68
4.3.1.4. Medidas a tomar.....	69
4.3.2. Sobreesfuerzos .....	71
4.3.2.1. Factores de riesgo para Sobreesfuerzos.....	72
4.3.2.2. Causas.....	73
4.3.2.3. Daños.....	74
4.3.2.4. Medidas preventivas.....	74
4.3.3. Riesgo por caída de objetos.....	75
4.3.3.1. Causas.....	75
4.3.3.2. Daños.....	76
4.3.3.3. Medidas preventivas.....	76
4.3.4. Riesgos por exposición a ambientes extremos.....	77
4.3.4.1. Causas.....	78
4.3.4.2. Consecuencias.....	78
4.3.4.3. Medidas a tomar.....	79

4.3.5. Riesgo por Radiaciones Electromagnéticas.....	80
4.3.5.1. Daños causados por la presencia de campos electromagnéticos.....	81
4.3.5.2. Efectos directos.....	81
4.3.5.3. Efectos indirectos.....	82
4.3.5.4. Normativa internacional sobre exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial.....	82
4.3.6. Riesgo en la poda de árboles.....	83
4.3.6.1. Consejos generales de seguridad.....	84

## **CAPITULO V**

### **EVALUACION Y CONTROL DE RIESGOS**

5.1 Introducción.....	87
5.2. Análisis de Riesgo.....	88
5.3. Estimación del riesgo.....	88
5.3.1. Probabilidad de que ocurra un accidente.....	89
5.4. Valoración del riesgo.....	89
5.4.1. Estimación del riesgo.....	91
5.5. Análisis de evaluación y control de riesgos.....	94
5.5.1. Identificación de riesgos mediante listas de chequeo.....	95

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....107**

### **BIBLIOGRAFIA.....110**

## INDICE DE TABLAS

Tabla # I Resistencia cuerpo Humano.....	7
Tabla # II. Efectos fisiológicos producidos por el paso de una intensidad eléctrica.....	13
Tabla # III Descripción de las zonas tiempo corriente.....	16
Tabla # IV Valores límites de exposición a campos electromagnéticos.....	24
Tabla # V Especificaciones Técnicas de los Guantes Dieléctricos.....	27
Tabla # VI Distancias mínimas de aproximación para trabajar en partes energizadas expuestas a corriente alterna.....	29
Tabla # VII Factores de Corrección por Altitud.....	29
Tabla # VIII color de casco para los distintos cargos.....	34
Tabla # IX Requisitos de aislamiento eléctrico para los cascos.....	34
Tabla # X Clasificación de los Guantes dieléctricos.....	39
Tabla # XI Requisitos de voltaje en corriente alterna.....	40
Tabla # XII Valores referenciales de campos electromagnéticos.....	83
Tabla # XIII Distancias de trabajo mínimas a conductores energizados para podas de arboles.....	86
Tabla # XIV Niveles de riesgo.....	89
Tabla # XV Criterio para la toma de decisiones.....	90
Tabla # XVI Valor de la consecuencias de los riesgos.....	91
Tabla # XVII Valor de la probabilidad de los riesgos.....	92

Tabla # XVIII Valor del tiempo de exposición de los riesgos.....	92
Tabla # XIX Porcentaje de personas expuestas.....	93
Tabla # XX Check list.....	95
TABLA XXI Valoración del riesgo.....	104
TABLA XXII Revaloración del riesgo habiendo efectuado el control.....	105

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura # 1.1 Recorrido de la corriente eléctrica a través del cuerpo.....	8
Figura # 1.2. Efecto de la corriente en la persona.....	15
Figura # 3.1 Cascos de Seguridad.....	33
Figura # 3.2 Prueba de rigidez dieléctrica de un casco.....	35
Figura # 3.3 Gafas de protección ocular con protección lateral.....	36
Figura # 3.4 Prueba dieléctrica de los guantes .....	41
Figura # 3.5 Detector de ausencia de tensión.....	43
Figura # 3.6 Pértiga Telescópicas.....	44
Figura # 3.7 Arnés de Seguridad.....	46
Figura # 4.1 Forma inadecuada de trabajo.....	50
Figura # 4.2 Quemaduras ocasionas por electrocución.....	51
Figura # 4.3 Seccionamiento de corte visible.....	52
Figura # 4.4 Bloqueo de elementos de seccionamiento.....	53
Figura # 4.5 Puntos de colocación de puestas a tierra.....	55
Figura # 4.6 Equipo Portátil de Puesta a Tierra.....	56

Figura # 4.7 Puesta a tierra del circuito.....	57
Figura # 4.8. Trabajos a distancia.....	60
Figura # 4.9. Trabajos a contacto.....	62
Figura # 4.10 Delimitación del lugar de trabajo.....	64
Figura # 4.11 Delimitación de la zona de puesta a tierra temporal.....	65
Figura # 4.12 Poste en mal estado.....	66
Figura 4.13 Distancia del pie de la escalera al apoyo.....	69
Figura # 4.14 Puesta a tierra de un camión canasta.....	71
Figura # 4.15 Incorrecta manipulación de cargas.....	72
Figura # 4.16 Manipulación de carga física.....	72
Figura # 4.17 posturas para el movimiento de carga.....	73
Figura # 4.18 Caída de objetos.....	76
Figura # 4.19 Cinturones portaherramientas.....	77
Figura # 4.20 Trabajos en Ambientes extremos.....	78
Figura # 4.21. Distancias de árboles a las líneas de distribución.....	85
Figura # 4.22. Poda de árboles.....	86
Figura # 5.1. Grado de Peligrosidad.....	93
Figura # 5.2 Grado de Repercusión.....	93
Figura # 5.3 Diagrama de Gestión de Riesgos.....	94
Figura # 5.4 Trabajo sin tensión.....	98
Figura # 5.5 Control de trabajos sin tensión.....	100
Figura # 5.6 Trabajos con tensión.....	102

## **INTRODUCCIÓN**

Como todos sabemos la demanda energética cada vez va aumentando más y más, lo que ocasiona que los trabajos en el área de Distribución Eléctrica se vean alterados, ya sea por ampliaciones de circuitos, fallas eléctricas, sobrecargas, reposición de elementos, etc. esto hace que sea una fuente importante de riesgos para los empleados que trabajan en esta área, llegando a causar diferentes tipos de lesiones, desde un leve cosquilleo, hasta la muerte por paro cardíaco, asfixia, grandes quemaduras, caídas de distinto nivel, etc.

El objetivo general de este trabajo es establecer acciones que garanticen la seguridad de los trabajadores en el área de distribución eléctrica, indicando y reduciendo los riesgos existentes a niveles muy bajos, con el propósito de evitar accidentes y enfermedades ocupacionales, esto se realizará mediante una cultura preventiva en esta área, para mejorar el ambiente laboral y la calidad de vida del trabajador.

Además trata de establecer los procedimientos o estándares de trabajo, que involucren prácticas seguras de trabajo y de protección.

# **CAPITULO I**

## **CONCEPTOS TEÓRICOS**

### **1.1. Seguridad Industrial**

La seguridad industrial se dedica a prevenir la ocurrencia de accidentes de trabajo y al estudio de las diferentes situaciones que puedan producir una enfermedad a los trabajadores, mediante la identificación y evaluación de los diferentes agentes físicos y eléctricos que se encuentran presentes en los puestos de trabajo.

## **1.2. Por qué ocurren los accidentes**

Un accidente de trabajo es provocado ya sea por el personal o alguna falla en las instalaciones. Este puede suceder al no tener la información necesaria sobre los riesgos que existen en el lugar de trabajo. A continuación tenemos un resumen de las condiciones que favorecen a los accidentes.

### **1.2.1. Condiciones que favorecen a los accidentes**

En los trabajos que se realiza en distribución eléctrica tenemos algunas circunstancias que favorecen a que sucedan ciertos accidentes entre las principales tenemos:

- ✓ Cultura de seguridad deficiente
- ✓ Mala percepción del riesgo
- ✓ Falsa sensación de seguridad
- ✓ Normas confusas
- ✓ Equipos de trabajo inadecuados
- ✓ Exceso de confianza

## **1.3. Identificación de riesgos**

Las distintas acciones a realizar durante un trabajo llevan consigo una serie de riesgos ante los cuales se tendría que adoptarse unas medidas preventivas. En líneas de distribución en general se tiene los siguientes trabajos:

- ✓ Trabajos en tensión
- ✓ Trabajos sin tensión
- ✓ Mediciones de las diferentes variables eléctricas
- ✓ Trabajos en altura
- ✓ Transporte de materiales
- ✓ Tensado de conductores
- ✓ Cimentación de apoyos

### **1.3.1. Principales riesgos en trabajos de distribución eléctrica**

Los riesgos que más fácilmente relacionamos a los trabajos de distribución eléctrica son los que nombramos a continuación:

#### **a) Riesgos presentes de forma directa**

- ✓ Contactos eléctricos
- ✓ Arcos eléctricos y cortocircuitos
- ✓ Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- ✓ Caída del personal a distinto nivel
- ✓ Caída de objetos
- ✓ Cortes
- ✓ Sobreesfuerzos

### **b) Riesgos asociados**

- ✓ Lugares con elevado riesgo de incendio o explosión.
- ✓ Fenómenos Atmosféricos
- ✓ Trabajos en altura.
- ✓ Exposición a temperaturas extremas.
- ✓ Exposición a radiaciones

## **1.4. RIESGOS ELÉCTRICOS**

El riesgo de electrocución para las personas se puede definir como la "posibilidad de circulación de corriente eléctrica a través del cuerpo humano".

### **1.4.1. Tipos de accidentes eléctricos.**

Los accidentes eléctricos se producen por el contacto con partes activas en tensión. Pueden ser de dos tipos:

- ✓ Contactos directos.
- ✓ Contactos indirectos.

### **1.4.2. El contacto directo con partes energizadas**

Se presenta por negligencia o descuido del personal que trabajan con equipos o partes energizados o incumplimiento de reglas de

seguridad, pudiendo producir las siguientes alteraciones funcionales:

- ✓ Fibrilación ventricular- paro cardíaco.
- ✓ Asfixia- paro respiratorio.
- ✓ Tetanización muscular.
- ✓ Quemaduras

#### **1.4.3. El contacto indirecto**

Se presenta por fallas de aislamiento, insuficiencia de mantenimiento o defectos del conductor a tierra. Un deterioro de aislamiento por un sobre voltaje o sobre corriente, puede dar tensión a partes que generalmente están expuestas al contacto de las personas, tales como carcasas aislantes o cubiertas.

#### **1.5. Factores que influyen en el efecto eléctrico**

Son diversos los factores que influyen en la persona que sufre un accidente debido a una descarga eléctrica. Entre ellos los más importantes son:

- ✓ Intensidad de la corriente
- ✓ Tensión o Voltaje
- ✓ Impedancia
- ✓ Frecuencia de la corriente

- ✓ Tiempo de exposición o de contacto
- ✓ Trayectoria del paso de corriente por el organismo
- ✓ Tipo de corriente
- ✓ Sexo del accidentado

#### **1.5.1. Intensidad de corriente:**

La corriente eléctrica es la que tiene acción directa en el cuerpo humano. **“Es la corriente, la que puede causar la muerte”**. A medida que los valores de la intensidad aumentan, los efectos presentes en las personas son los siguientes: dificultad respiratoria, fibrilación ventricular, parada cardíaca, parada respiratoria, daños en el sistema nervioso, quemaduras graves, pérdida de conocimiento y muerte.

#### **1.5.2. Voltaje o tensión**

Este factor depende fundamentalmente de las características de la instalación, podemos decir que existirá un riesgo mayor cuando mayor sea el voltaje o tensión.

#### **1.5.3. Impedancia**

La impedancia del cuerpo humano es esencialmente resistiva, pero tiene una componente capacitiva debida a la piel humana.

Depende de varios factores: la tensión aplicada, la edad, el sexo, la humedad de la piel, la frecuencia, etc.

La resistencia puede variar en el hombre desde 500 ohmios a 100,000 ohmios, considerando valores Estándar los comprendidos entre 1,000 y 2,000 ohmios. Algunos autores han determinado la siguiente tabla:

Condición	Valor de resistencia
Piel seca	100,000 $\Omega$
Piel húmeda	1,000 $\Omega$
Interior del Cuerpo, Mano a pié	400 – 600 $\Omega$
Interior del Cuerpo, Oreja a Oreja	100 $\Omega$

**Tabla # I** Resistencia cuerpo Humano.

**Fuente** REGLAS Y NORMAS DE SEGURIDAD GAUSS - 2008

La norma CEI 479 establece unos valores de resistencia del cuerpo humano en función del estado de la piel, que para una tensión de 250 V son los siguientes:

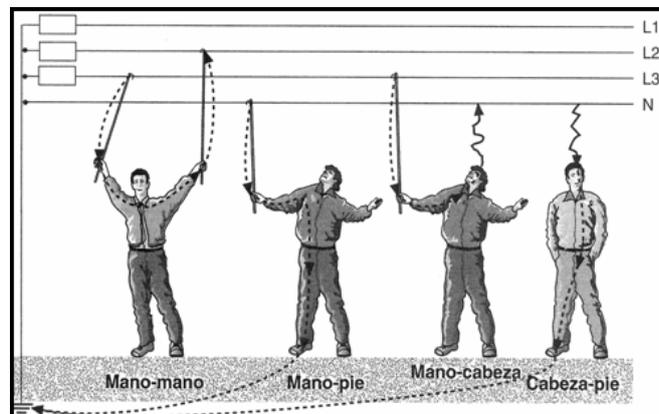
- ✓ 1500  $\Omega$  para piel seca.
- ✓ 1000  $\Omega$  para piel húmeda.
- ✓ 650  $\Omega$  para piel mojada.
- ✓ 325  $\Omega$  para piel sumergida.

#### 1.5.4. Trayectoria del paso de la Corriente por el cuerpo:

Se considera que la gravedad es máxima cuando el recorrido de la corriente pasa a través de los órganos fundamentales del cuerpo humano, como:

- ✓ El corazón
- ✓ Los pulmones
- ✓ El cerebro.

Los recorridos más peligrosos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano son los que se indican a continuación.



*Figura # 1.1 Recorrido de la corriente eléctrica a través del cuerpo.*

*Fuente: SEGURIDAD ELÉCTRICA de Jaume Nogués*

#### 1.5.5. Tipo de corriente y frecuencia

Los efectos debido a la frecuencia de la corriente alterna generan que aumenten los riesgos de fibrilación ventricular, la misma que

además se puede superponer al ritmo cardíaco produciendo una alteración en el mismo. La corriente alterna de frecuencia superior a 10 000 Hz no produce fibrilación ventricular y por eso son menos peligrosas, pero sí producen el resto de los efectos.

#### **1.5.6. Tiempo de contacto:**

Este factor junto con el valor de la intensidad y el recorrido de la misma a través del individuo determinan la gravedad que ocasionaría el paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano. Es tan importante el tiempo de contacto que no se puede hablar del factor intensidad sin referenciar el tiempo de contacto.

### **1.6. Efectos de la corriente eléctrica pasando a través del cuerpo humano.**

Los efectos de la electricidad son menos graves cuando esta no pasa a través de los centros nerviosos y órganos vitales. En la mayoría de los accidentes eléctricos la corriente circula desde las manos a los pies. Debido a que en este camino se encuentran los pulmones y el corazón, los resultados de dichos accidentes son normalmente graves.

#### **1.6.1. EFECTOS FÍSICOS INMEDIATOS**

**a) Asfixia:** Este efecto se produce a partir de 25-30 mA. Se produce por contracción de los músculos de los pulmones y se

manifiesta en el individuo como dificultad para respirar y como consecuencia de ello, los pulmones no tienen capacidad para aceptar aire ni para expulsarlo. Puede degenerar en un paro respiratorio produciendo la muerte de la persona.

**b) Quemaduras:** Internas o externas por el paso de la intensidad de corriente a través del cuerpo o por la proximidad al arco eléctrico. Las quemaduras pueden llegar a alcanzar órganos vecinos profundos, músculos, nervios e incluso a los huesos.

**c) Tetanización o contracción muscular:** Consiste en la anulación de la capacidad de reacción muscular que impide la separación voluntaria del punto de contacto. Cuando sucede la persona queda sujeta al elemento que transmitía la tensión y es incapaz de soltarse por sí sola. Normalmente este efecto se produce cuando se superan los 10 mA.

**d) Paro cardíaco:** Se produce una parada del corazón debido al paso de la corriente eléctrica por el mismo. Puede producir secuelas irreversibles o la muerte de la persona.

- e) Aumento de la presión sanguínea:** se produce por el paso de la corriente eléctrica por la sangre a lo largo de las arterias y las venas. Altera el ritmo cardíaco y puede resultar peligroso, especialmente en individuos hipertensos.
- f) Fibrilación ventricular:** Se produce cuando la corriente pasa por el corazón causando un paro circulatorio por rotura del ritmo cardíaco. El corazón, al funcionar descoordinadamente, no puede bombear sangre a los diferentes tejidos del cuerpo humano. La fibrilación se produce cuando el choque eléctrico tiene una duración superior a 0.15 segundos, el 20% de la duración total del ciclo cardíaco medio del hombre. Se considera como la causa principal de muerte por choque eléctrico.
- g) Lesiones permanentes:** Producidas por destrucción de la parte afectada del sistema nervioso (parálisis, contracturas permanentes, etc.)

### 1.6.2. EFECTOS FÍSICOS NO INMEDIATOS

Se manifiestan pasado un cierto tiempo después del accidente.

Los más habituales son:

**a) Manifestaciones renales:** Los riñones pueden quedar bloqueados como consecuencia de las quemaduras debido a que se ven obligados a eliminar la gran cantidad de mioglobina y hemoglobina que les invade después recibir sustancias tóxicas que resultan de la descomposición de los tejidos destruidos por las quemaduras.

**b) Trastornos cardiovasculares:** La descarga eléctrica es susceptible de provocar manifestaciones de insuficiencias coronarias agudas que pueden llegar hasta el infarto de miocardio, además de trastornos únicamente subjetivos como taquicardias, sensaciones vertiginosas, etc.

**c) Trastornos oculares y auditivos:** Los trastornos oculares son debidos a los efectos luminosos y caloríficos del arco eléctrico producido. En la mayoría de los casos se traducen en manifestaciones inflamatorias del fondo y segmento anterior del ojo. Los trastornos auditivos comprobados pueden llegar hasta la sordera total y se deben generalmente a un traumatismo craneal, a una quemadura grave de alguna parte del cráneo o a trastornos nerviosos.

Intensidad (mA)	Efectos fisiológicos en las personas
0 – 0.5	No se observan sensaciones ni efectos. El umbral de percepción se sitúa en 0.5 mA.
0.5 – 10	Calambres y movimientos reflejos musculares. El umbral de no soltar se sitúa en 10 mA.
10 – 25	Contracciones musculares. Agarrotamiento de brazos y piernas con dificultad de soltar objetos. Aumento de la presión arterial y dificultades respiratorias.
25 – 40	Fuerte tetanización. Irregularidades cardíacas. Quemaduras. Asfixia a partir de 4 segundos.
40 – 100	Efectos anteriores con mayor intensidad y gravedad. Fibrilación y arritmias cardíacas.
1	Fibrilación y paro cardíaco. Quemaduras muy graves. Alto riesgo de muerte.
1 – 5	Quemaduras muy graves. Parada cardíaca con elevada probabilidad de muerte.

*Tabla # II. Efectos fisiológicos producidos por el paso de una intensidad eléctrica.*

*Fuente: Electricidad en el cuerpo humano protocolo*

### 1.6.3. Umbrales de corriente que causan las diferentes en las personas

La norma UNE 20572 establece los siguientes conceptos relacionados con los efectos de la corriente eléctrica al pasar por el cuerpo humano:

#### a) Umbral de percepción.

Es el valor mínimo de la corriente eléctrica que provoca una sensación o cosquilleo en las personas. Generalmente se considera

un valor de 0,5 mA en corriente alterna y 2 mA en corriente continua, sin importar el tiempo de exposición.

**b) Umbral de reacción.**

Es el valor mínimo de la corriente eléctrica que ocasiona una contracción muscular.

Depende de:

- ✓ Superficie del cuerpo en contacto con el electrodo ó masa electrificada.
- ✓ Condiciones de humedad, sequedad, temperatura.
- ✓ Estado fisiológico del individuo. Se toma como valor general 0,5 mA.

**c) Umbral de no soltar (tetanización).**

Es el valor máximo de la corriente eléctrica para que una persona que tiene electrodos pueda soltarlos. En corriente alterna se considera un valor máximo de 10 mA sin importar el tiempo de exposición, en cambio en corriente continua es difícil determinar el umbral de no soltar, debido a que solo el comienzo y en la interrupción de la corriente provocan el dolor y contracciones musculares.

d) **Umbral de fibrilación ventricular:** Es el valor mínimo de la corriente eléctrica que ocasiona fibrilación ventricular. Puede tomar valores, desde 30 mA para un tiempo de paso de la corriente de 10 segundos, hasta 500 mA para un tiempo de paso de la corriente de 10 milisegundos.

### 1.7. Curvas de seguridad

La norma UNE 20572 establece cuatro zonas delimitadas para corrientes alternas de frecuencias entre los 15 Hz y 100 Hz las cuales aparecen en la siguiente figura.

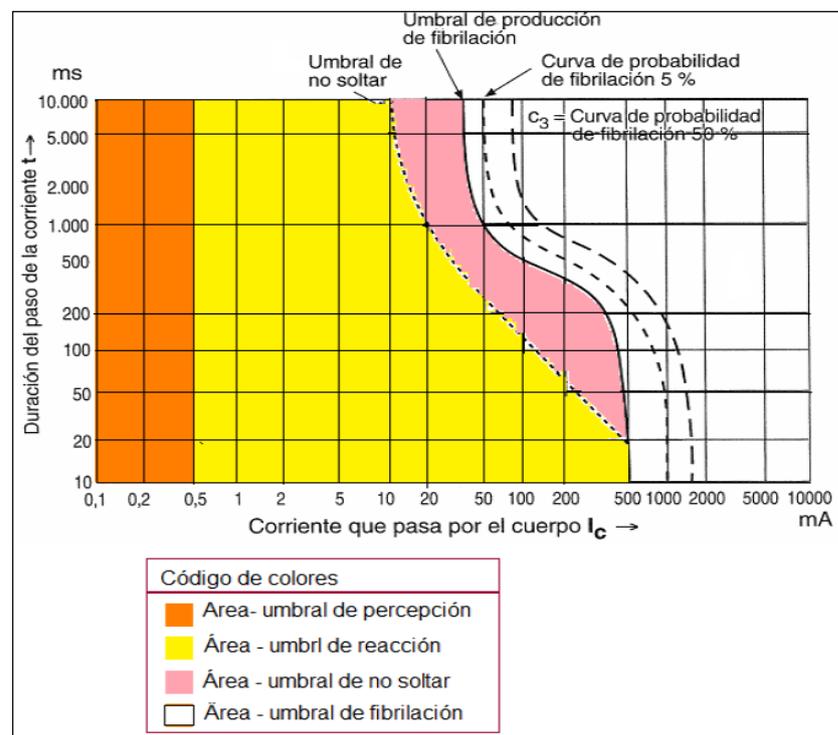


Figura # 1.2. Efecto de la corriente en la persona

Fuente: *Electricidad en el Cuerpo Humano, Escuela Colombiana de Ingeniería*

### 1.7.1. Descripción de las zonas tiempo corriente

Zonas	Efectos fisiológicos
<b>Zona 1</b>	Normalmente no se tiene ninguna reacción, sin importar el tiempo de contacto.
<b>Zona 2</b>	Usualmente ningún efecto fisiológico peligroso.
<b>Zona 3</b>	Comúnmente no se tiene ningún daño orgánico, pero hay la probabilidad de contracciones musculares y dificultades de respiración, posiblemente fibrilación ventricular a medida que la intensidad de la corriente y el tiempo van aumentando.
<b>Zona 4</b>	A más de de los efectos de la zona 3, se tiene la probabilidad de fibrilación ventricular. Al aumentar la intensidad y el tiempo se pueden producir efectos patofisiológicos, tales como parada del corazón, parada de la respiración y quemaduras graves.

*Tabla # III Descripción de las zonas tiempo corriente*

### 1.8. Caídas a distinto nivel.

Son accidentes en los que la lesión del trabajador es ocasionada por caída al vacío desde cierta altura. Generalmente este tipo de lesiones son graves, incluso pueden causar la muerte.

Los factores que influyen de una manera decisiva en la gravedad de la lesión son:

- ✓ La altura de caída

- ✓ La postura del accidentado en el momento del impacto
- ✓ La naturaleza de la superficie contra la que se golpea son también determinantes de las consecuencias finales.

#### **1.8.1. Consecuencias**

- ✓ Esguinces
- ✓ Fracturas
- ✓ Contusiones
- ✓ Politraumatismos
- ✓ Incapacidad parcial y/o permanente
- ✓ Muerte

#### **1.9. Caída de objetos o herramientas**

Es el golpe inesperado que puede recibir un trabajador cuando a este le caen objetos o herramientas de trabajo de la persona que está en la parte superior.

##### **1.9.1. Consecuencias**

- ✓ Contusiones
- ✓ Fractura de huesos
- ✓ Distensiones musculares

## **1.10. Sobreesfuerzos**

Se denomina sobreesfuerzo al trabajo físico que se efectúa por arriba del esfuerzo normal que una persona pueda desarrollar en una tarea determinada.

### **1.10.1. Consecuencias**

- ✓ Lesiones de espalda
- ✓ Hernia discales
- ✓ Dolores musculares
- ✓ Hernias abdominales
- ✓ Desgarros musculares
- ✓ Fracturas

Todos estos son los posibles riesgos a los que pueden estar sufriendo los trabajadores eléctricos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO NORMATIVO**

Para la realización de este proyecto nos hemos basado en diferentes normas y reglamentos importantes que regulan los trabajos y además sirven para la prevención de riesgos en el área de distribución eléctrica, estos son indispensables que se cumplan para poder así disminuir el número de accidentes laborales.

Los códigos, reglamentos y leyes ecuatorianas, que se encargan precautelar la seguridad integral de los trabajadores en el área de Distribución Eléctrica son las siguientes:

**2.1. REGLAMENTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD DEL TRABAJO  
CONTRA RIESGOS EN INSTALACIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
(Acuerdo # 13)**

**Art. 12.-** Trabajos en instalaciones eléctricas sin tensión

- a) En el origen de la instalación o alimentadora
- b) En el lugar del trabajo
- c) Restablecer el servicio
  - 1. En el lugar de trabajo:
  - 2. En el origen de la instalación:

**Art. 14.- Intervención en instalaciones eléctricas energizadas.**

Las personas que intervengan en instalaciones energizadas estarán debidamente capacitadas, utilizarán herramientas, equipos de protección con aislamiento y procedimiento de trabajo concordantes con el valor de la tensión. Además no debe iniciarse, reiniciarse o continuarse ningún trabajo en una instalación energizada, si en el lugar de trabajo hay lluvia, descargas atmosféricas, viento, niebla espesa.

**Art. 20.- Interruptores y seccionadores.-** El personal que maniobra seccionadores de cuchillas unipolares debe operarlos con

pértiga, guantes y alfombras o taburetes, aislados para el valor de la tensión de servicio y operarlos sin carga.

## **2.2. CODIFICACION DEL CODIGO DEL TRABAJO**

### **Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador**

**Art. 47.-** De la jornada máxima.- La jornada máxima de trabajo será de ocho horas diarias, de manera que no exceda de cuarenta horas semanales, salvo disposición de la ley en contrario.

**Art.427.-**Trabajadores que operen con electricidad.- Los trabajadores que operen con electricidad serán advertidos de sus peligros, y se les proveerá de aisladores y otros medios de protección.

Al no existir otras leyes, normas, reglamentos, acuerdos, etc, en nuestro país para esta clase de trabajos, nosotros hemos buscado de otros países y de organizaciones mundiales, para poder así realizar este proyecto. A continuación mencionaremos las siguientes:

### **2.3. NFPA 70E 2004**

#### **Art. 110.9 Uso de equipos.**

Los instrumentos y equipos de prueba: terminales de conexión, cables, conectores, etc. se deberán inspeccionar visualmente para establecer defectos y daños externos antes de que el equipo se utilice. Si existe un defecto que pueda exponer a un empleado, los elementos defectuosos se deberán retirar del servicio.

#### **Art. 120.2 Energía almacenada.**

Todos los condensadores se deberán descargar y los elementos de alta capacitancia se deberán poner en corto circuito y a tierra antes de que el trabajador toque o trabaje en los equipos asociados.

#### **Art. 130.5 Trabajo en o cerca de líneas aéreas no aisladas.**

**Contacto con equipos.** Los empleados que se encuentren cerca del vehículo no deberán entrar en contacto con éste, ni con alguno de sus accesorios, a menos que el empleado este utilizando equipo de protección para la tensión nominal o que el equipo este localizado de tal forma que no se acerque más de los límites permitidos para ese nivel de voltaje.

**Art. 250.2 Inspección y prueba de equipos de protección**

**Visual.** Los equipos de seguridad y las herramientas se deberán inspeccionar visualmente para identificar daños antes de su uso inicial, de acuerdo a como las condiciones de servicio lo requieran, pero en ningún caso el intervalo excederá un año.

**2.3. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE****Art. 922 LINEAS AEREAS**

En líneas de diferente tensión eléctrica, los conductores con mayor tensión deben estar arriba de los de menor tensión.

**Art. 922-8. Equipo eléctrico conectado a las líneas**

Los equipos de protección y seccionamiento conectados al circuito deben indicar claramente su posición de "abierto" o "cerrado, además si estos se encuentran en lugares accesibles a personas no calificadas, deben estar provistos de mecanismos que permitan asegurar su posición de "abierto" o "cerrado" para evitar operaciones no deseadas.

## 2.4. REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

### Art. 14º. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Las personas que por sus actividades están expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, no debe ser sometido a campos que superen siguientes valores.

Tipo de exposición	Intensidad de campo eléctrico (KV/m)	Densidad de flujo magnético ( $\mu$ T)
Exposición ocupacional en un día de trabajo de 8 horas	10	500
Exposición del público en general hasta 8 horas continuas	5	100

Tabla # IV Valores límites de exposición a campos electromagnéticos

### Art. 14.5 Medición de campos electromagnéticos.

Se debe medir a un metro de altura sobre el nivel del suelo, en sentido transversal al eje de la línea, para otros casos se debe medir en el lugar de permanencia frecuente del trabajador para exposición ocupacional.

### Art. 15.6 Puestas a tierra temporales.

El equipo de puesta a tierra temporal debe cumplir las siguientes especificaciones mínimas, adaptadas de las normas IEC 61230 y ASTM F 855:

- ✓ La longitud del electrodo debe ser mínimo de 1,5 m.
- ✓ El tipo de grapa debe ser el adecuado.
- ✓ Cable en cobre extra-flexible, cilíndrico y con cubierta transparente que permita su inspección visual y cuyo calibre soporte una corriente de falla mínima

#### **Art. 19.3 Señalización del área de trabajo.**

El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, conos o bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos se utilizarán conos o vallas fluorescentes a ambos lados del sitio de trabajo.

#### **Art. 19.4 Escalamiento de postes y estructuras y protección contra caídas.**

Todos los postes serán inspeccionados cuidadosamente antes de subir a ellos, para comprobar que están en condiciones seguras y que puedan soportar esfuerzos adicionales.

### **2.5. REGLAMENTO DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE LUZ DEL SUR**

#### **Art. 30.- Trabajos en Altura**

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad o arnés, para toda persona que trabaje en altura superior a 1.8 metros.

Se deberá verificar previamente el estado del cinturón de seguridad o arnés antes de iniciar un trabajo, además los trabajadores no podrán trabajar en cualquier estructura elevada sin antes asegurarse a un punto fijo que garantice su soporte.

### **Usos de escaleras portátiles**

Los trabajadores no deben posesionarse sobre los últimos tres peldaños de una escalera. La distancia de separación de la base debe ser la cuarta parte de la longitud de la escalera desde la superficie hasta el punto de apoyo.

## **Art. 39.- Ergonomía**

### **a. Manipulación de Materiales**

Para cargas superiores a 45 Kg. el trabajador debe de solicitar ayuda para transportar la misma, al momento de levantar una carga el esfuerzo tiene que realizarlo con las piernas y no con la espalda.

## **Art. 43.- Protección de los Pies**

En todo trabajo relacionado a la actividad eléctrica maniobras, supervisión, mantenimiento, etc. se requiere el uso de calzado con planta dieléctrica.

Su Rigidez Dieléctrica de la Planta es:

Con 10 Kv. durante 60 segundos no se produce perforación

Con 18 Kv. durante 10 segundos si se produce perforación

#### **Art. 44.- Protección de las Manos**

Las manos deben de protegerse contra:

**Cortaduras y ampollas; guantes de cuero**

**Contacto eléctrico;** los trabajadores requieren guantes de caucho u otro material aislado, los cuales deben usar dentro de los guantes protectores de cuero. Para evitar el sudor se usa primero el guante de hilo de algodón.

CLASE	TENSION DE PRUEBA	MAXIMO VOLTAJE DE USO
00	2500	500
0	5000	1000
1	10000	7500
2	20000	17000
3	30000	26500
4	40000	36000

*Tabla # V Especificaciones Técnicas de los Guantes Dieléctricos*

## **2.6. Uniforme de Trabajo**

### **Ropa de Trabajo**

**Norma NFPA 70E:** La ropa de trabajo deberá ser incombustible.

Protegiendo contra el arco eléctrico cubrirá brazos y piernas. Se prohibirá

el uso de pulseras, cadenas, collares metálicos y anillos, por el riesgo de contacto eléctrico accidental que entrañan.

## **2.7. NORMA VENEZOLANA COVENIN 815:1999 Y ANSI Z89.1 - 1997**

### **Cascos de Seguridad para uso Industrial**

**Clase A:** destinados a reducir la fuerza de impacto, además de reducir el peligro de contacto eléctrico de hasta 2200 Voltio.

**Clase B:** destinados a reducir la fuerza de impacto, además de reducir el peligro de contacto eléctrico hasta 20000 Voltio.

**Clase C:** Son aquellos destinados a reducir la fuerza de impacto de objetos cayendo, esta clase no ofrece protección eléctrica.

## **2.8. Protección Visual**

**ANSI Z87.1-1989:** exige que todas gafas que sean utilizadas para protección ocular resistan al impacto de una bola de acero de 0.6 cm viajando a una velocidad de 45.7 metros por segundo.

## **2.9. NORMA TÉCNICA DE OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN RESOLUCIÓN CNEE NO. 47-99 GUATEMALA**

**Art. 41. Distancias mínimas de aproximación:** Los trabajadores de las empresas distribuidoras no deben aproximarse, a cualquier objeto conductor a una distancia menor que la permitida por la siguiente tabla, a menos que cumpla con uno de los siguientes requisitos:

- 1) La línea o parte de ella está desenergizada;
- 2) El trabajador está aislado de la línea energizada.

TENSION DE FASE A FASE (KV)	DISTANCIA MINIMA DE APROXIMACION FASE A TIERRA (m)	DISTANCIA MINIMA DE APROXIMACION FASE A FASE (m)
0 – 0.300	Evitar contacto	Evitar contacto
0.301 – 0.75	0.31	0.31
0.751 – 15	0.65	0.67
15.1 – 36	0.77	0.86

*Tabla # VI Distancias mínimas de aproximación para trabajar en partes energizadas expuestas a corriente alterna*

#### **Factores de Corrección por altura.**

Las distancias dadas en la tabla No VI deben ser utilizadas para elevaciones de hasta 900 msnm, para elevaciones mayores deben utilizarse los factores de corrección indicados en la tabla No. VII.

Altitud (msnm)	Factor de Corrección
900	1.00
1200	1.02
1500	1.05
1800	1.08
2100	1.11
2400	1.14
2700	1.17
3000	1.20
3600	1.25
4200	1.30

Tabla # VII Factores de Corrección por Altitud

Fuente Guía OSHA 29 CFR 1910.269

## **2.10. REGLAMENTO DE SALUD OCUPACIONAL EN LOS PROCESOS DE GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, COLOMBIA**

**Artículo 70.** *Grupo de Trabajo.* El mantenimiento en líneas energizadas siempre se realizará por un grupo de trabajo el cual como mínimo debe estar conformado de la siguiente manera:

A contacto: 3 linieros y un jefe de grupo.

A distancia: 4 linieros y un jefe de grupo.

## **2.11. REGLAMENTACIÓN APROBADA POR DECRETO 351/79 ARGENTINA**

Aparatos de corte y seccionamiento.

Los seccionadores se abrirán después de haberse extraído o abierto el interruptor correspondiente y antes de introducir o cerrar un interruptor deberán cerrarse los seccionadores correspondientes.

## **CAPITULO III**

### **EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

#### **3.1. Introducción**

En los circuitos de distribución eléctrica se pueden presentar diferentes riesgos que pueden llevar a accidentes los cuales pueden ser mortales, por este motivo los equipos de protección personal (EPP) tienen un papel fundamental en la seguridad del trabajador, debido a que estos se encargan de impedir el contacto directo con superficies, ambientes y cualquier otro agente que pueda afectar negativamente al trabajador.

Al equipo de protección personal se lo define como equipo que debe de portar el trabajador para que le proteja de los diferentes riesgos que pueden amenazar su salud.

### 3.2. Categorías de los Equipos de Protección

Dependiendo del nivel de peligrosidad de los riesgos, los equipos de protección personal son divididos en tres categorías:

**Categoría I:** Riesgo bajo o mínimo. Es cuando el usuario pueda juzgar por si mismo su eficacia y pueda percibir por si mismo y a tiempo, sin peligro los efectos de los riesgos.

**Categoría II:** Riesgo medio o grave pero no de consecuencias mortales o irreversibles.

**Categoría III:** Riesgo alto, muy grave o mortal. Los destinados a proteger de todo riesgo mortal o que pueda dañar gravemente y de forma irreversible la salud.

Los EPP deben de tener el marcado CE, por el que se garantiza que el fabricante cumple con los requisitos, exámenes de conformidad y controles de calidad exigibles. Este marcado depende de la categoría de los EPP:

- Categoría I, solo marcado con CE
- Categoría II, marcado y año de colocación del marcado. Ejemplo, CE 96.

- Categoría III, marcado, año de colocación del marcado y número distintivo del Organismo Notificador. Ejemplo, CE 96 YYYY.

### 3.3. Descripción, utilización y mantenimiento del EPP

#### 3.3.1. Protección de la Cabeza Cascos de Seguridad

El casco es un elemento que cubre totalmente al cráneo, protegiéndolo contra los efectos de golpes, impactos con objetos, riesgos eléctricos.

Es obligatorio el uso de casco dieléctrico, en los diferentes trabajos operativos donde este proteja al trabajador de posibles caídas de materiales u objetos, así como del contacto accidental con partes con tensión.



*Figura # 3.1 Cascos de Seguridad.*

*Fuente: Elex a Safety Company*

Color de Casco	Cargo de la persona quien lo porta
Blanco	Administrativos e ingenieros.
Amarillo	Trabajadores (linieros)
Azul	Estudiantes que van de visita
Verde y rojos	Ayudante de supervisor, bodega

*Tabla # VIII color de casco para los distintos cargos*

Para trabajos o actividades relacionadas con la electricidad, se deben emplear las diferentes clases de casco que según la NORMA VENEZOLANA 815: 1999 son las siguientes:

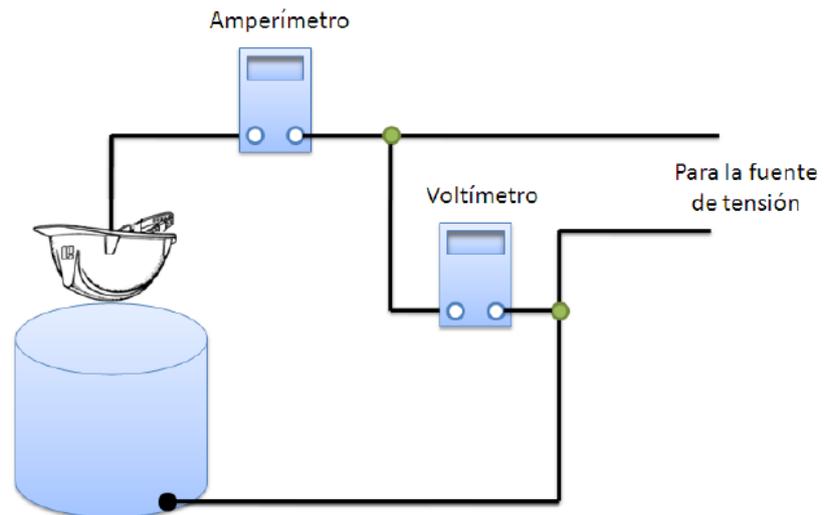
Clase	Voltaje de ensayo (Vac)	Voltaje de ruptura (V)	Corriente de Fuga (mA)	Tiempo de la prueba min.
A	2.200	-	3	1
B	20000	30000	9	3
C	-	-	-	-

*Tabla # IX Requisitos de aislamiento eléctrico para los cascos*  
Fuente NORMA VENEZOLANA 815: 1999

### 3.3.1.1. Prueba de rigidez dieléctrica para los cascos

Para verificar la rigidez dieléctrica, los cascos tienen que soportar 20,000 voltios por 3 minutos con corrientes de fuga no mayores de 9 miliamperios, y para ruptura el casco no debe de fallar debajo de los 30,000 voltios.

El voltaje deberá aplicarse e incrementarlo a 20,000 voltios por 3 segundos, luego debe probarse la coraza para rupturas, aumentando el voltaje a 30,000 voltios en un rango de 1,000 voltios por segundo.



*Figura # 3.2 Prueba de rigidez dieléctrica de un casco  
Fuente: NORMA VENEZOLANA 815: 1999*

Se debe inspeccionar cada vez los componentes del casco, la carcasa y la suspensión, para ver si existen grietas, abolladuras y otros daños que podrían reducir el grado de seguridad.

Nunca se debe perforar, pintar o colocar etiquetas en los cascos, esto puede dañar la capa exterior y reducir el nivel de protección, así como también no debe guardarse el casco bajo la luz directa del sol, ya que la luz y el calor extremo lo pueden dañar.

### 3.3.2. Gafas de protección ocular

Los ojos del personal se encuentran expuestos a riesgos de naturaleza diversa debido a la falta de utilización de equipos de protección ocular.

Cualquier tipo de gafas que utilice el trabajador deben de cumplir con las especificaciones dadas por ANSI en su normativa Z87.1-1989 que determina los requisitos necesarios para poder ser considerados como elementos de protección ocular, esta norma obliga a que las gafas resistan al impacto de una bola de acero de 0.6 cm viajando a una velocidad de 45.7 metros por segundo, esta es la principal diferencia entre los lentes de seguridad y los lentes comunes.



*Figura # 3.3 Gafas de protección ocular con protección lateral*

*Fuente:* [http://www.ergow.com/index.php?action=detalleProducto&modul=catalogo&id\\_producto=222](http://www.ergow.com/index.php?action=detalleProducto&modul=catalogo&id_producto=222)

Estas gafas deben tener propiedades dieléctricas adecuadas a la tensión de trabajo y además ciertas características resistentes

contra impactos debido a que a veces en los procesos de arcos eléctricos se produce proyección de partículas.

### **3.3.3. Ropa de Trabajo**

El uso de ropa contra el fuego producido por arcos eléctricos, es de mucha importancia para todo el personal que trabaja en lugares en donde se pueda tener una aproximación con partes que se encuentren en tensión. Deberá usarse en maniobras con riesgo de formación de arcos eléctricos, maniobras en seccionadores o interruptores, colocación de equipos de puesta a tierra, etc.

La ropa debe de ser seleccionada de acuerdo a la **Norma NFPA 70E, 130.7 Equipos de protección personal y otros equipos de protección**. La ropa de trabajo deberá ser incombustible. Protegiendo contra el arco eléctrico cubrirá brazos y piernas. Se prohibirá el uso de pulseras, cadenas, collares metálicos y anillos, por el riesgo de contacto eléctrico accidental que entrañan.

No se deben utilizar ropas hechas de materiales sintéticos inflamables que se funden a temperaturas por debajo de 315° C,

tales como nylon, poliéster, etc. Los trabajadores expuestos al tránsito vehicular nocturno usarán chalecos reflectivos.

#### **3.3.4. PROTECCION DE LAS MANOS**

Debido a la naturaleza de los trabajos efectuados con estos órganos existen muchas posibilidades de que entren en contacto con partes activas, con partes normalmente no activas o masas accidentalmente puestas en tensión.

Los riesgos más importantes que se pueden tener en redes de distribución para las manos, son los materiales cortantes, contactos eléctricos y arcos eléctricos; para proveer una protección a todos estos riesgos de manera adecuada y eficiente es necesaria la utilización de guantes de cuero.

Para proporcionar la protección adecuada, los guantes deben:

- ✓ Ser apropiados al trabajo,
- ✓ Estar bien ajustados, y
- ✓ Ser cómodos.

La elección debe hacerse en función de la tensión de la instalación. Es preciso comprobar de manera previa a su uso que no están perforados. Asimismo es importante almacenarlos en

lugares secos y oscuros, pues el material del que están fabricados se degrada con las radiaciones ultravioletas.

Los guantes dieléctricos son la primera protección para los trabajadores frente al contacto accidental con líneas o equipos energizados, estos guantes debe de cumplir las normas ASTM D120 y aprobadas por IEC AND EN 60903

Clase	Largo	Color	Voltaje (Max. Uso)	Voltaje (Prueba)
<b>00</b>	11 Pulg.	Rojo	500	2500
<b>0</b>	11 Pulg.	Rojo	1000	5000
<b>1</b>	16 Pulg.	Blanco	7500	10000
<b>2</b>	16 Pulg.	Amarillo	17000	20000
<b>3</b>	16 Pulg.	Verde	26500	30000
<b>4</b>	16 Pulg.	Naranja	36000	40000

*Tabla # X Clasificación de los Guantes dieléctricos.*

*Fuente:* [http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gispud/rede\\_selectricas/site/cap6/c6lviva.php](http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gispud/rede_selectricas/site/cap6/c6lviva.php)

Los guantes dieléctricos se deben usar dentro de los guantes protectores de cuero. Para evitar el sudor se usa primero el guante de hilo de algodón. Es esencial efectuarles semestralmente pruebas dieléctricas e inspecciones frecuentes a los guantes aislados estos deben de cumplir la Norma Venezolana COVENIN Guantes Dieléctricos de Goma 761: 1997.

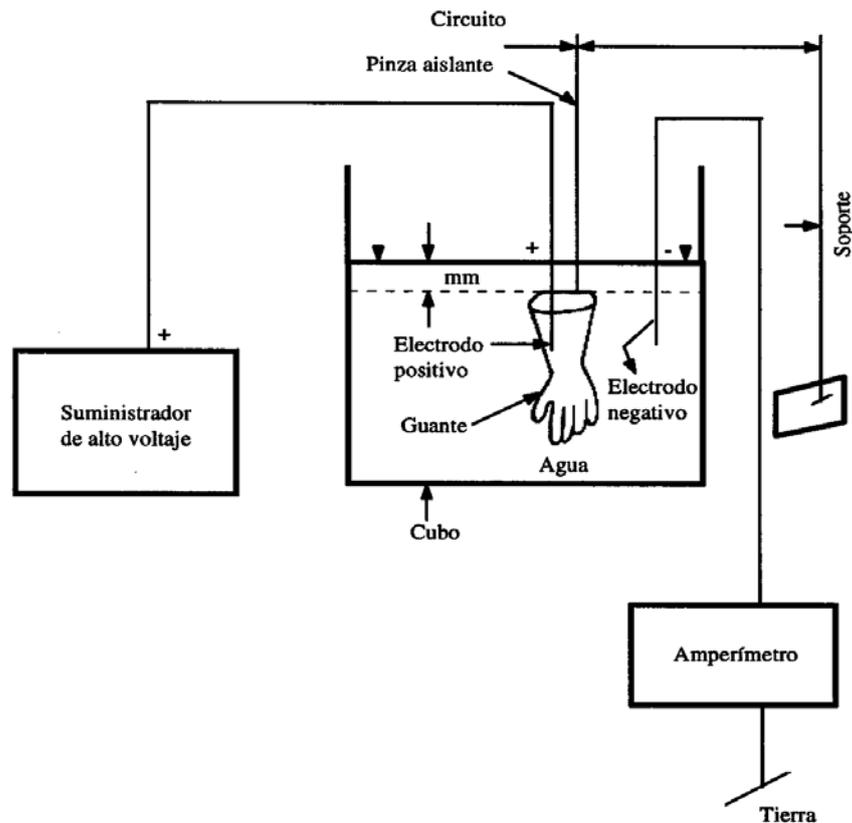
**Requisitos Eléctricos:** Ningún guante debe romperse o presentar falla al ser sometido al ensayo de corriente eléctrica bajo los voltajes a frecuencia 60 Hz, y la corriente de ensayo no debe de exceder los valores especificados en la siguiente tabla.

Clase del guante	Voltaje de ensayo	Mínimo voltaje de ruptura	Máxima corriente de ensayo mA			
			Guante de 267 mm	Guante de 356 mm	Guante de 406 mm	Guante de 456 mm
0	5000	6000	8	12	14	16
1	10000	20000	-	14	16	18
2	20000	30000	-	16	18	20
3	30000	40000	-	8	20	22
4	40000	50000	-	-	22	24

*Tabla # XI Requisitos de voltaje en corriente alterna*

*Fuente: Norma Venezolana COVENIN Guantes Dieléctricos de Goma 761: 1997*

Para verificar la rigidez dieléctrica, los guantes tienen que soportar su voltaje de ensayo por 3 minutos y medimos la corriente de fuga, la cual no debe de ser mayor a los valores de la tabla anterior y para ruptura el guante no debe de fallar debajo del valor mínimo de ruptura.



*Figura # 3.4 Prueba dieléctrica de los guantes*  
*Fuente: Norma Venezolana COVENIN Guantes Dieléctricos de Goma 761: 1997*

### 3.3.5. Protección de los pies:

Se debe usar calzado de protección en todas aquellas operaciones que entrañen trabajos eléctricos o en instalaciones eléctricas de baja y alta tensión. Debe ofrecer una resistencia entre  $100\text{ k}\Omega$  y  $1000\text{ M}\Omega$  en las condiciones previstas de ensayo al paso de la corriente eléctrica.

En todo trabajo relacionado a la actividad eléctrica maniobras, supervisión, mantenimiento, etc. se requiere el uso de calzado o botines con planta dieléctrica. De acuerdo al **Reglamento Interno de Seguridad, Salud y Medio Ambiente Luz del Sur** en su **Art. 43.- Protección de los Pies** los zapatos tienen que cumplir lo siguiente:

Tendrán una rigidez dieléctrica en superficie seca y húmeda:

- ✓ Con 10 Kv. durante 60 segundos no se produce perforación.
- ✓ Con 18 Kv. durante 10 segundos si se produce perforación

Resistencia de Aislamiento Mínima de la Planta:

En superficie seca y húmeda:

- ✓ 3.3 M-OHM para 220 V AC. durante un minuto.

### **3.3.6. Detector de ausencia de tensión**

El verificar la ausencia de tensión es muy importante para el desarrollo de trabajos en esta área, para lo cual se utiliza detectores de ausencia de tensión que frecuentemente son tipo óptico, acústico o una mezcla de ambos. Para su utilización, pueden acoplarse a las pértigas aislantes, el trabajador al

momento del desarrollo de esta actividad deberá complementar su aislamiento dependiendo del nivel de voltaje.

El principio básico de su funcionamiento es cuando el verificador de ausencia de tensión se aproxima a un elemento con voltaje, el sensor ubicado en su estructura capta el campo eléctrico generado e inmediatamente activa un sistema de alarma.



*Figura # 3.5 Detector de ausencia de tensión*  
Fuente: <http://www.hubbellpowersystems.com/catalogs/lineman/es/2450Spanish.pdf>

El detector de tensiones sólo debe usarse dentro del campo de tensiones indicado en su placa de características y además se deberá comprobar el funcionamiento de estos aparatos antes y después de ser utilizados.

### 3.3.7. Pértiga aislante

Son equipos diseñados para permitir al trabajador realizar su trabajo sin tener que aproximarse o entrar en contacto con las partes activas de la instalación. Además de aumentar la resistencia de contacto y dificultar el paso de corriente eléctrica, por sus dimensiones ayudan a mantener una distancia adecuada para evitar arcos eléctricos, son construidas de fibra de vidrio o material similar aislante.



*Figura # 3.6 Pértiga Telescópicas*

Fuente: <http://www.hubbellpowersystems.com/catalogs/lineman/es/2100Spanish.pdf>

El extremo es normalmente intercambiable, se diseñan de manera que permita realizar los trabajos específicos como cambio de fusibles, conexión de tomas de tierra, comprobar

ausencia de tensión, maniobras de seccionador, etc. Para una completa protección se deberá complementar su aislamiento usando guantes y zapatos aislantes.

Las pértigas deben inspeccionarse por lo menos cada 6 meses, o más frecuentemente si permanecen en la intemperie o si han sido sometidas a algún esfuerzo excesivo.

### **3.6.3. Arnés de Seguridad**

El arnés es un elemento de un sistema anticaídas, el cual es ajustado sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante y después de una caída y así distribuir las fuerzas de detención entre los muslos, el tórax y los hombros del trabajador.

El sistema personal para detención de caídas deberá seleccionarse e instalarse de modo que se asegure que la distancia de caída libre nunca superará los 6 pies (1.8 m), tal como lo exige la OSHA. [La norma ANSI A10.14 restringe la distancia de caída libre a 5 pies (1.5 m)].



*Figura # 3.7 Arnés de Seguridad*

Fuente [http://www.youtube.com/watch?v=gellLgfo\\_6Q](http://www.youtube.com/watch?v=gellLgfo_6Q)

Es obligatorio el uso de cinturón de seguridad o arnés en todo trabajo que se realice en altura mayor e igual 1.8 m, este equipo tiene como finalidad el posesionar, sostener y frenar la caída del trabajador.

Los cinturones de seguridad y arnés deben someterse a revisiones periódicas con objeto de determinar el grado de desgaste, corrosión de las partes metálicas y otros defectos. Los cinturones de cuero requieren de mayores cuidados para mantenerlos en uso, debiendo ser engrasados con aceite vegetal o animal por la parte exterior, para evitar la aparición de grietas y pérdidas de elasticidad y flexibilidad.

## **CAPITULO IV**

### **IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

#### **4.1 Introducción**

La seguridad eléctrica tiene como objetivo principal la prevención de los accidentes laborales en los que se produce un contacto directo entre el agente material, sea un equipo de trabajo, un producto, una sustancia o bien una energía y el trabajador con unas consecuencias habitualmente, pero no exclusivamente, traumáticas (quemaduras, heridas, contusiones, fracturas, amputaciones, muerte, etc.).

## **4.2. Riesgo de contactos eléctricos**

Los riesgos eléctricos son aquellos son producidos por las instalaciones eléctricas, partes de las mismas, y cualquier elemento, con un voltaje de daño suficiente para ocasionar los diferentes lesiones desde quemaduras hasta la electrocución.

### **4.2.1. Factores de Riesgo de contactos eléctricos**

Los factores que aumentan la posibilidad de riesgo por contacto eléctrico son los siguientes:

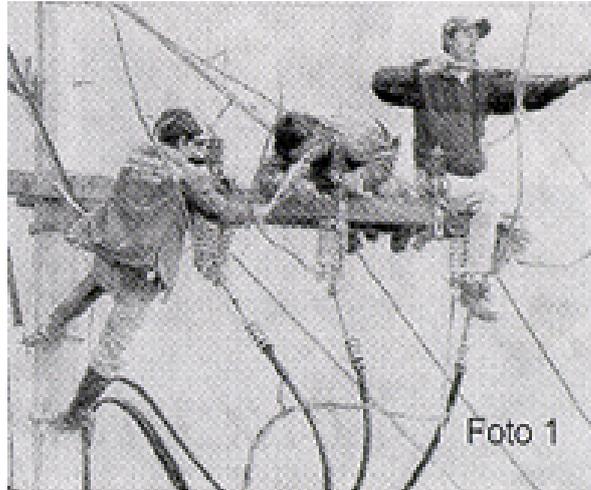
- ✓ Existencia de elementos en tensión accesibles por falta de protección contra contactos eléctricos directos.
- ✓ Ausencia de sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos.
- ✓ Trabajos en condiciones atmosféricas desfavorables, niebla espesa, viento violento, o de haber tormenta eléctrica (aparición de relámpagos o percepción de truenos) en la zona de trabajos.
- ✓ No respetar las distancias de seguridad cuando se trabaja en circuitos energizados.
- ✓ Equipo de protección personal que no cumple las normas específicas.

- ✓ No aterrizar las líneas de distribución y en la alimentadora cuando se realiza trabajos sin tensión.
- ✓ No bloquear los elementos de interrupción y de seccionamiento.

#### **4.2.2 Causas**

Las principales causas que originan los accidentes eléctricos son las siguientes:

- ✓ No saber que existía tensión
- ✓ Existencia de un circuito que pueda tener autogeneración.
- ✓ Abrir un seccionador con carga.
- ✓ No respetar las distancias de seguridad cuando se trabaja con tensión.
- ✓ Mal uso del equipo de protección personal
- ✓ Llevar puesto cadenas o anillos metálicos al momento de trabajar.
- ✓ Uso indebido de herramientas para trabajos en líneas o equipos energizados.
- ✓ Realizar trabajos con equipos en mal estado.
- ✓ No estar físicamente apto para ejecutar un trabajo en determinada ocasión.
- ✓ Intervenir en equipos o instalaciones sin conocimiento previo.



*Figura # 4.1 Forma inadecuada de trabajo*

Fuente: <http://www.isep13dejulio.edu.ar/publicaciones.html#parte%201>

#### **4.2.3. Consecuencias**

Las lesiones ocasionadas a consecuencia de las descargas eléctricas a través del cuerpo humano son las que se nombran a continuación:

##### **4.2.3.1. Lesiones provocadas por el paso de corriente eléctrica**

###### **a) Efectos físicos inmediatos**

- ✓ Muerte provocada por fibrilación ventricular.
- ✓ Muerte por detención respiratoria o cardiaca.
- ✓ Lesión mortal o no, provocada por quemaduras internas, haya o no quemaduras por arco eléctrico.

- ✓ Lesión provocada por deterioro del tejido nervioso.
- ✓ Lesión mortal o no, provocada por la acción toxica de la quemadura.
- ✓ Lesión traumática provocada por una contracción muscular violenta.



*Figura # 4.2 Quemaduras ocasionas por electrocución*

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/6678547/ACCIDENTE>

#### **b) Efectos físicos no inmediatos**

- ✓ Manifestaciones renales
- ✓ Trastornos cardiovasculares
- ✓ Trastornos oculares y auditivos

#### **4.2.3.2. Lesiones provocadas sin paso de corriente eléctrica**

- ✓ Quemaduras directas por arco eléctrico o con proyección de partículas de metal fundido.

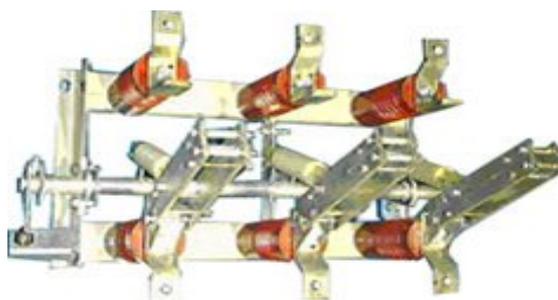
- ✓ Lesiones oftalmológicas por radiaciones de arcos eléctricos (conjuntivitis, ceguera)

#### 4.2.4. MEDIDAS A TOMAR

##### 4.2.4.1. Procedimientos a llevar a cabo en trabajos sin tensión

Antes de iniciar algún trabajo sin tensión en un circuito de distribución tenemos que tomar en cuenta algunas consideraciones las cuales son nombradas a continuación:

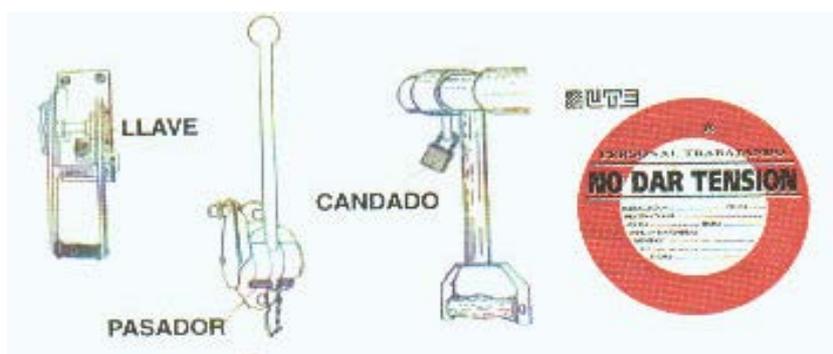
- a) Se tiene que separar el tramo de línea en el que se va trabajar con cualquier posible alimentación, mediante la apertura de los equipos de seccionamiento más cercanos, es preferible que equipos sean de corte visible, con la finalidad de ver fácilmente que se han abierto todos los contactos.



*Figura # 4.3 Seccionamiento de corte visible.*

Fuente: <http://electricidad-iatger.blogspot.com/2008/04/5-reglas-de-oro-para-trabajar-sin.html>

- b)** Se bloqueará en posición de apertura los aparatos de seccionamiento, ubicando en ellos un aviso con la prohibición de maniobrarlo.



*Figura # 4.4 Bloqueo de elementos de seccionamiento*

*Fuente: Norma de Seguridad para la Realización de Trabajos en Instalaciones Eléctricas*

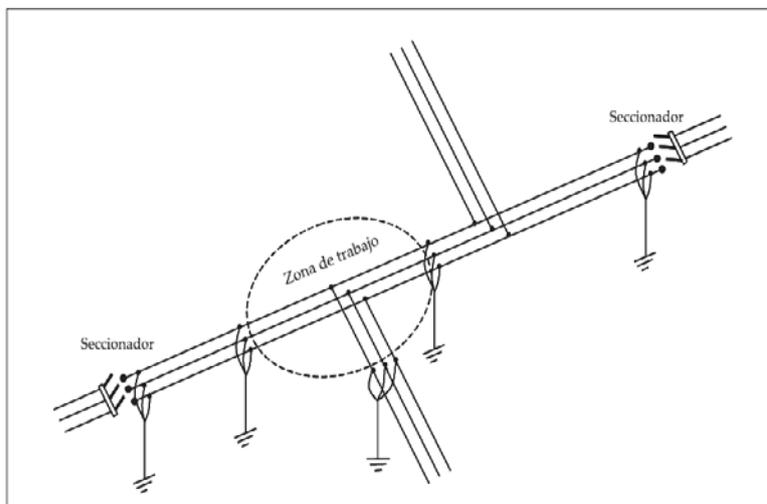
- c)** Se debe de observar que en el circuito en el que se va a trabajar no se encuentre un cliente con autogeneración de ser así se debe de comprobar que el equipo de seccionamiento que este posee se encuentre abierto.
- d)** Se comprobará mediante un verificador la ausencia de tensión en cada una de las fases, así como en los conductores, neutro y de tierra.
- e)** Antes de subir a una estructura o poste, se deberá confirmar que la estructura es capaz de resistir la tensión

mecánica adicional a que estará sometida, si se comprueba que la estructura no es segura para escalar, se debe cancelar el trabajo. **Art 38.3 NORMAS TECNICAS DE DISEÑO Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCION.**

f) Se realizará puestas a tierra y en cortocircuito, en todos los puntos por donde pudiera llegar tensión a la instalación, como consecuencia de una maniobra o falla del sistema. Las causas por las cuales las líneas podrían entrar accidentalmente en tensión son:

- ✓ Por inducción, debido a los campos electromagnéticos producidos por líneas aéreas cercanas, de alta o baja tensión.
- ✓ Por descargas atmosféricas en forma de rayo.
- ✓ Por contacto fortuito de la línea en la que se trabaja con un conductor de otra línea o instalación en tensión, etc.
- ✓ Por la realimentación de algún circuito en el cual no se han abierto correctamente.

Las puestas a tierra deben instalarse a ambos extremos del punto de trabajo, y lo más cerca posible de éste.



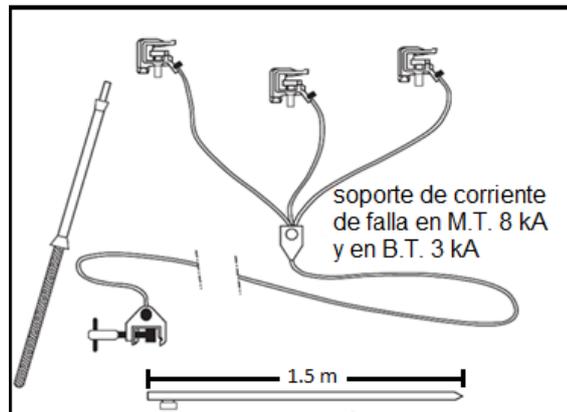
*Figura # 4.5 Puntos de colocación de puestas a tierra.*

*Fuente: Guía Técnica para la Prevención del riesgo Eléctrico*

#### **4.2.4.1.1. Procedimiento para la colocación de la puesta de tierra**

Para aterrizar temporalmente un circuito de distribución eléctrica se realiza el siguiente procedimiento:

1. Generalmente se utilizan cuatro prensas metálicas conectadas entre sí, con un conductor de cobre flexible. Este equipo debe de cumplir con lo regulado en el **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) Art. 15.6 Puestas a tierra temporales.**

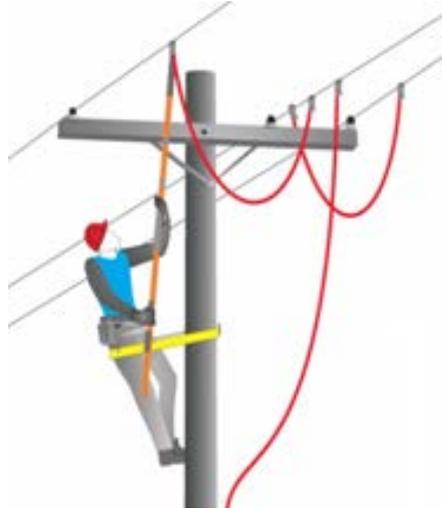


*Figura # 4.6 Equipo Portátil de Puesta a Tierra*

*Fuente: Guía Técnica para la Prevención del riesgo*

2. Se conectará primero una de las grapas al electrodo hincado por impacto en el suelo. Luego se colocará la segunda grapa a una de las fases la que será fijada firmemente utilizando para esta operación una pértiga. De igual forma se conectarán las otras prensas a las fases restantes.

Es importante mantener perfectamente limpias las grapas de conexión a la toma de tierra, para así permitir una conexión sólida con el electrodo de toma de tierra. También debe estar limpia la superficie del electrodo, con el fin de reducir al mínimo la resistencia eléctrica del contacto.



*Figura # 4.7 Puesta a tierra del circuito.*

*Fuente: Formación en seguridad para trabajos redes eléctricas Instituto Universitario de la Paz*

3. Los trabajadores deben de mantenerse alejados unos 5 mts alrededor del electrodo para evitar peligros de tensiones de paso, por lo que se delimitará esta zona con cintas cuerdas o conos cuando sea posible.

#### **4.2.4.1.2. Equipo de protección para la colocación de puesta a tierra**

- ✓ Guantes aislantes
- ✓ Arnés o cinturón de seguridad
- ✓ Casco de seguridad aislante con barboquejo

- ✓ Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico
- ✓ Guantes de protección contra riesgos mecánicos y arco eléctrico
- ✓ Ropa de trabajo adecuada
- ✓ Calzado dieléctrico de trabajo

#### **4.2.4.1.3. Reposición del servicio.**

El servicio eléctrico será restablecido cuando se tenga la seguridad de que nadie está trabajando en la instalación. Las operaciones para la puesta en servicio una vez finalizado el trabajo serán las siguientes.

- ✓ **En el lugar de trabajo:** Se retirarán las puestas a tierra y el material de protección complementario, el responsable del trabajo dará aviso que el mismo ha concluido y se cerraran los elementos de seccionamiento.
- ✓ **En los puntos de alimentación:** Una vez recibida la comunicación de que se ha terminado el trabajo, se retirará el material de

señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra y se energizará.

#### **4.2.4.2. Procedimientos a llevar a cabo en trabajos con tensión**

En trabajos con tensión se tiene tres métodos para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan y estos son:

- ✓ A Distancia
- ✓ En contacto
- ✓ A Potencial

Como este es un estudio de realizado a trabajos de distribución eléctrica solo veremos los dos primeros ya que el método a potencial se lo utiliza para líneas de transmisión eléctrica.

##### **4.2.4.2.1. A distancia:**

Usado en instalaciones de BT y MT. Este método consiste en mantener siempre las distancias mínimas de aproximación ( $D_{pel}$ ) entre el trabajador y los conductores desnudos en tensión, en las condiciones más desfavorables.



*Figura # 4.8. Trabajos a distancia*

Fuente: Empresas Públicas de Medellín

En el caso de que los trabajos no se realicen desde el suelo, es decir se utilice escaleras o carro canasta, estos deben garantizar un apoyo seguro y estable al trabajador, de manera que no sobrepasar los límites de aproximación, dados por la *OSHA 29 CFR 1910.269*, las cuales se encuentran en las tablas VI y VII en el capítulo II

#### **4.2.4.2.2. A contacto**

Usado en instalaciones de BT y MT, consiste en separar al operario de las partes con tensión y de tierra, con elementos y herramientas aisladas de acuerdo al nivel de tensión.

Cuando se lleve a cabo este tipo de trabajos, las principales precauciones que se deberán tener son las siguientes:

- ✓ Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos mediante protectores adecuados (capuchones, películas plásticas aislantes, etc.).
- ✓ Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados y mangas para los brazos dependiendo del nivel de tensión.
- ✓ No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- ✓ Vestir ropa de trabajo sin botones metálicos u otros elementos conductores.
- ✓ Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.



*Figura # 4.9. Trabajos a contacto*

Fuente: Empresas Públicas de Medellín

El personal encargado de la realización de trabajos en redes energizadas, debe contar con capacitación teórica y práctica sobre las técnicas y cuidados necesarios para este tipo de trabajo, además de encontrarse en perfectas condiciones físicas y mentales.

#### **4.2.4.3 Trabajos en líneas de distribución eléctrica que tengan condensadores.**

Para realizar trabajos en este tipo de circuitos se realiza el mismo procedimiento que en líneas de distribución eléctrica sin tensión, pero ahora hay que tener cuidado porque los condensadores permiten acumulación peligrosa de energía,

por lo que se debe de seguir el siguiente procedimiento para evitar este tipo de riesgo:

- a. Debido a que los capacitores permanecen cargados por algún tiempo después de haber sido desconectados, es de mucha importancia descargarlos. Algunos capacitores poseen resistencias de descarga incorporada, los cuales los descargan a un voltaje de unos 50 voltios en **cinco minutos** después de desconectados. Es por esto que entre más tiempo haya transcurrido después de desconectados, menos severa será la descarga.
  
- b. Antes de proceder a la descarga de los condensadores es necesario asegurarse de que la desconexión se ha realizado de manera efectiva. Se efectuara la puesta a tierra y en cortocircuito de los condensadores en los terminales del mismo.

#### **4.2.4.4 DELIMITACIÓN DE ZONAS Y SEÑALIZACIÓN**

En los trabajos que se realicen de mantenimiento a las instalaciones de líneas eléctricas, se debe delimitar la zona de trabajo y colocar señales de seguridad donde exista

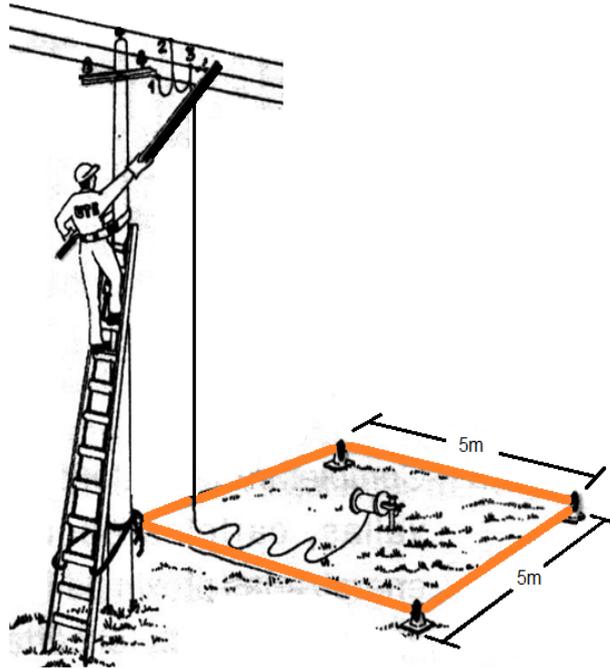
algún riesgo como consecuencia de las actividades que se estén desarrollando en ellas. Esta delimitación será complementada con conos, cintas, cuerdas o cadenas de plástico de color rojo o anaranjado

En los trabajos nocturnos se utilizarán conos o vallas reflectivas a ambos lados del sitio de trabajo y además los trabajadores deberán utilizar chalecos reflectivos.



*Figura # 4.10 Delimitación del lugar de trabajo*

Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=6IUt5PrzZB4>



*Figura # 4.11 Delimitación de la zona de puesta a tierra temporal*

*Fuente: Norma de Seguridad para la Realización de Maniobras y Trabajos en Instalaciones Eléctricas de Distribución*

#### **4.3. RIESGOS GENERALES DE TRABAJOS EN DISTRIBUCION ELECTRICA**

En los trabajos que se efectúa en distribución eléctrica existen otros riesgos a parte de los eléctricos que están presentes ya sea en trabajos con o sin tensión los cuales los enumeramos a continuación:

- ✓ El principal riesgo que se presenta es la posibilidad de caídas de distinto nivel.
- ✓ Caídas de objetos y herramientas a personas que se encuentran en niveles inferiores.
- ✓ Exposición a radiaciones

- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Exposición a temperaturas extremas

#### **4.3.1. Riesgo de caídas de personas a distinto nivel (caída desde postes).**

Son aquellos riesgos de lesión que puede sufrir un trabajador a consecuencia del golpe recibido tras precipitarse al vacío desde cierta altura.

##### **4.3.1.1. Factores de riesgo para caídas de distinto nivel**

Los factores que aumentan la posibilidad de riesgo de caídas de distinto nivel son los mencionados a continuación:

- ✓ Malas condiciones de postes y de estructuras.



*Figura # 4.12 Poste en mal estado*

- ✓ Tipo de suelo inestable o deslizante.
- ✓ Escaleras de mano sin resistencia suficiente o con elementos de apoyo y sujeción inseguros.
- ✓ No conocer normas y reglamentos que rijan este tipo de trabajos
- ✓ Las operaciones de montaje y desmontaje no se realizan de forma segura (cinturones de seguridad, desde bandejas inferiores, etc.).
- ✓ Condiciones ambientales extremas (lluvias, vientos fuertes, etc.).

#### **4.3.1.2. Causas**

Las principales causas que estarían ocasionando este tipo de accidentes son las que se nombran a continuación:

- ✓ Postes de madera podridos o de concreto en mal estado
- ✓ Malas costumbres tanto a la subida como en la bajada
- ✓ Desequilibrio subiendo cargas o al inclinarse lateralmente hacia los lados para efectuar un trabajo.
- ✓ Utilización de escaleras en mal estado.

- ✓ Mal apoyo de la escalera
- ✓ Desniveles en el suelo
- ✓ Movimiento hacia atrás de una escalera demasiado corta, instalada demasiado vertical.
- ✓ Equipo de protección en mal estado o que no cumple las normas establecidas.

#### **4.3.1.3. Consecuencias**

Dependiendo de la altura, forma (postura en la que persona cae) y naturaleza de la superficie en la que el trabajador cae podemos tener las siguientes consecuencias:

- ✓ Contusiones
- ✓ Desgarros musculares
- ✓ Esquinces graves
- ✓ Fuertes hematomas
- ✓ Heridas o traumatismos abiertos
- ✓ Fractura de huesos
- ✓ Incapacidad parcial o permanente
- ✓ Muerte

#### 4.3.1.4. MEDIDAS A TOMAR

Se debe de seguir las siguientes recomendaciones de seguridad al momento realizar trabajos en postes o estructuras eléctricas:

- ✓ Verificar las condiciones de la escalera antes de usarla.
- ✓ Utilizar únicamente en superficies estables y niveladas.
- ✓ Las escaleras se las debe de ubicar a un cuarto de distancia de su longitud con respecto al poste.

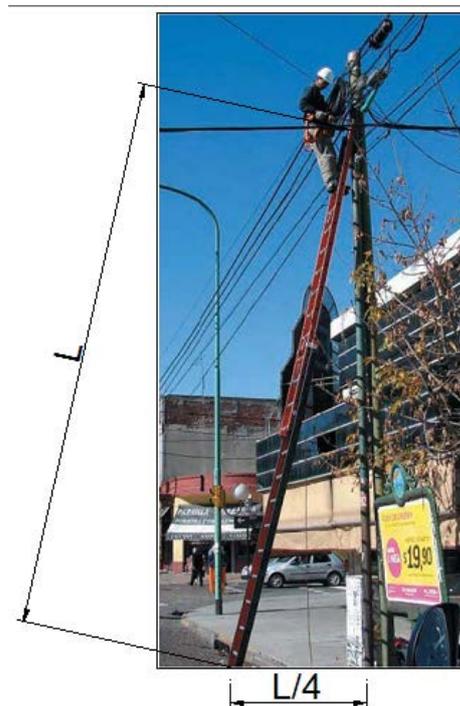


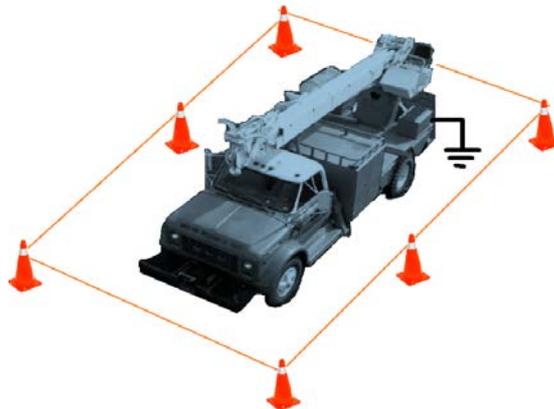
Figura 4.13 Distancia del pie de la escalera al apoyo

Fuente [http://www.frbb.utn.edu.ar/electronica/trabajos-alumnos/Antivero-Flores-Galasso/r\\_y\\_s.pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/electronica/trabajos-alumnos/Antivero-Flores-Galasso/r_y_s.pdf)

- ✓ Los pies de la escalera deben de tener siempre elementos antideslizantes.
- ✓ Se deberá de tener como mínimo unos cuatros escalos libres por encima de la posición de los pies.
- ✓ Cualquier objeto a transportar (herramienta, etc.) se debe llevar colgando a la cintura.
- ✓ No harán uso de escaleras personas que sufran de vértigo.
- ✓ Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad y/o arnés, para toda persona que trabaje en altura mayor a 1.8 m.
- ✓ Antes y después de realizar el trabajo de altura el personal deberá verificar previamente el estado del cinturón de seguridad o su arnés.
- ✓ Los trabajadores no podrán trabajar en un poste o en cualquier estructura elevada, incluyendo plataformas o canastas del elevador, sin antes asegurarse a un punto fijo y que garantice su efectividad.
- ✓ Si en los trabajos se utiliza un camión canasta, este debe de estar conectado a tierra, el personal que se encuentren de pie no deberá entrar en contacto con el vehículo, ni con alguno de sus accesorios cuando

exista la posibilidad de contacto con líneas aéreas y peligros de potenciales de tierra (tensiones de paso y contacto), a menos que:

- (1) El empleado este utilizando equipo de protección para la tensión nominal.
- (2) El equipo este localizado de tal manera que ninguna parte no aislada de su estructura pueda acercarse más de los límites permitidos para ese nivel de voltaje.



*Figura # 4.14 Puesta a tierra de un camión canasta*

#### **4.3.2. Sobreesfuerzos**

Los sobreesfuerzos, son el desequilibrio que se genera entre las exigencias del trabajo y la capacidad física del trabajador, el cual tiene que realizar un esfuerzo superior al normal para poder cumplir con una tarea.

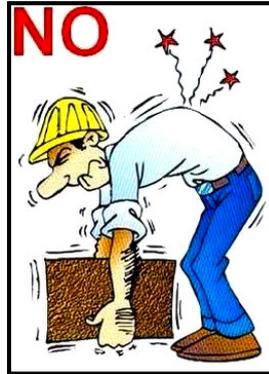


Figura # 4.15 Incorrecta manipulación de cargas.  
Fuente: <http://siprevex.sigimo.com/docs/files/1813siprevex.pdf>

#### 4.3.2.1. Factores de riesgo para Sobresfuerzos

Entre los principales factores que se presentan para la aparición de lesiones ocasionadas por sobreesfuerzos tenemos los siguientes:

- ✓ Manipulación manual de cargas.

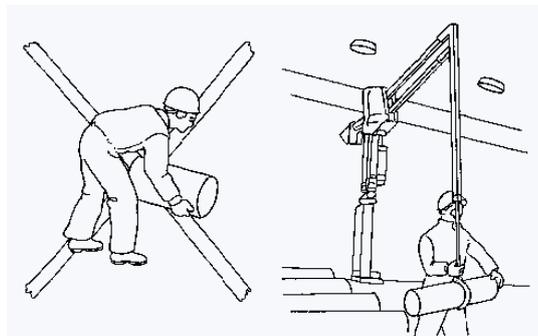


Figura # 4.16 Manipulación de carga física

Fuente: <http://fia.ugt.org/areas/Salud/GuiaRiesgosErgonomicosFETRAPLAST.pdf>

- ✓ Posturas forzadas.



Figura # 4.17 posturas para el movimiento de carga

Fuente <http://fia.ugt.org/areas/Salud%20Laboral%20y%20Medio%20Ambiente/GuiaRiesgosErgonomicosFETRAPLA ST.pdf>

- ✓ Movimientos repetidos
- ✓ Haber padecido anteriormente una lesión similar.
- ✓ Reincorporaciones prematuras al puesto de trabajo

#### 4.3.2.2. Causas

Las principales causas de estarán generando sobreesfuerzo en los trabajadores son los siguientes:

- ✓ Carga de peso excesivo
- ✓ Manipulación incorrecta de la carga
- ✓ Adoptar posturas inadecuadas en el trabajo
- ✓ Espacio reducido para cambiar de posición de piernas y rodillas.

#### **4.3.2.3. Daños**

Las lesiones que son ocasionadas por el sobreesfuerzo en trabajos realizados en distribución son:

- ✓ Lesiones de la espalda causadas por levantamiento de carga muy pesada o por templado de cable sin un equipo mecánico.
- ✓ Hernias discales
- ✓ Inflamación de las piernas
- ✓ Dolores musculares
- ✓ Mala circulación de la sangre

#### **4.3.2.4. Medidas preventivas**

Para el levantamiento de cargas pesadas los trabajadores deben de seguir algunos criterios establecidos si es que no se posee de medios mecánicos, estos procedimientos son los siguientes:

- ✓ Pies separados
- ✓ Doblar las rodillas y no la espalda
- ✓ Mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo.
- ✓ Realización de pausas durante la jornada de trabajo
- ✓ Las cargas tienen que ser adecuadas a las características individuales de cada persona.

- ✓ Si el peso es excesivo, trasladarlo entre varios operarios
- ✓ Utilizar equipos de protección como cinturones de cuero para proteger la región lumbar.

### **4.3.3. Riesgo por caída de objetos**

Es aquella acción inesperada y no deseada que se produce cuando un objeto o herramienta cae durante la manipulación en trabajos que se realizan en postes o estructuras elevadas.

#### **4.3.3.1. Causas**

Este tipo de riesgo es de menor grado que los anteriores, entre las causas que generan este tipo de riesgo se encuentran las siguientes:

- ✓ Mala posición del trabajador al momento de realizar las tareas.
- ✓ No contar con una bolsa donde colocar sus herramientas.
- ✓ Uso de herramientas en mal estado (desgastadas, resbaladizas, etc).



*Figura # 4.18 Caída de objetos*

#### **4.3.3.2. Daños**

Entre las lesiones ocasionadas por este tipo de riesgo se encuentran las siguientes:

- ✓ Heridas superficiales
- ✓ Hematomas
- ✓ Fisuras o fracturas de huesos

#### **4.3.3.3. Medidas preventivas**

- ✓ Los trabajadores tienen que utilizar herramientas resistentes de características y de tamaño proporcionadas para la realización de los trabajos.
- ✓ Usar herramientas ligeras y fáciles de sostener.

- ✓ Se utilizarán cinturones portaherramientas o bolsas. No llevar las herramientas en los bolsillos.



*Figura # 4.19 Cinturones portaherramientas*

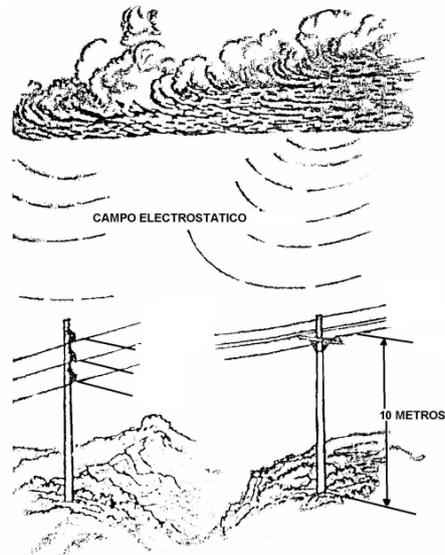
Fuente: <http://siprevex.sigimo.com/docs/files/1813siprevex.pdf>

- ✓ Asegurarse que el uso de guantes no impidan el movimiento de la muñeca.
- ✓ Utilizar casco de protección.

#### **4.3.4. Riesgos por exposición a ambientes extremos**

Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo tales como temperatura, radiación, humedad y velocidad del aire pueden originar situaciones de riesgo para la salud de los trabajadores. Siendo los factores de riesgo los siguientes:

- ✓ Exposición a ambientes calurosos
- ✓ Exposición a ambientes fríos
- ✓ Exposición a la intemperie



*Figura # 4.20 Trabajos en Ambientes extremos*

Fuente: <http://www.lecmex.com/Documentos/Proteccion/UN%20NUEVO.pdf>

#### **4.3.4.1. Causas**

Las principales causas que estarían ocasionando este tipo de riesgos son las siguientes:

- ✓ Mucho tiempo a la exposición del sol
- ✓ Disminución del aislamiento
- ✓ Condiciones extremas (vientos fuertes, lluvias, relámpagos, etc.).

#### **4.3.4.2. Consecuencias**

Como efecto de las causas antes mencionadas tenemos las siguientes:

- ✓ Enfermedades de la piel a causa de excesiva exposición al sol.
- ✓ Insolación
- ✓ Electrocuación debido a la disminución del aislamiento del equipo de protección
- ✓ Enfermedades respiratorias

#### **4.3.4.3. Medidas a tomar**

Para disminuir este tipo de riesgos debemos de tomar las siguientes sugerencias:

- ✓ En los días soleados llevar ropa adecuada que cubra la mayor parte del cuerpo y además se deberá utilizar un bloqueador solar para disminuir los efectos que puede ocasionar este tipo de ambiente.
- ✓ Revisar el equipo de protección en especial los guantes ya que si estos tienen algún orificio aun si este es pequeño con la sudoración excesiva de las manos el nivel de aislamiento bajará considerablemente.
- ✓ Se suspenderá los trabajos ya sea por lluvia, vientos fuertes, relámpagos, etc. Si éstos se

hubieran iniciado deberán suspenderse hasta que cambie la situación atmosférica.

#### **4.3.5. Riesgo por Radiaciones Electromagnéticas (radiaciones no ionizantes).**

La energía que transmite una onda electromagnética depende linealmente de su frecuencia. Si la relación frecuencia/energía es suficientemente elevada la onda puede afectar al material genético de las células. Sin embargo, el sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja, 60 Hz, conocida como 'frecuencia industrial', perteneciente a la región de las 'radiaciones no ionizantes' del espectro, por lo que hasta ahora no se ha demostrado científicamente que este tipo de ondas sean perjudiciales para la salud.

Las líneas de distribución eléctrica generan un campo eléctrico cuando los cables conductores son sometidos a una determinada tensión, y un campo magnético cuando por estos fluye una corriente eléctrica. Su intensidad depende de diversos factores, como la tensión, la intensidad de la corriente eléctrica, diseño de la línea, número de conductores, altura de los cables al suelo, etc.

#### **4.3.5.1. Daños causados por la presencia de campos electromagnéticos**

Los efectos de los campos electromagnéticos sobre el cuerpo humano han sido objeto de gran preocupación los últimos años.

Existen efectos a corto plazo bien establecidos, dependientes de la frecuencia como:

- ✓ La estimulación de células nerviosas y musculares
- ✓ El calentamiento celular.

#### **4.3.5.2. Efectos directos.**

Un campo eléctrico induce una carga en la superficie de un cuerpo expuesto, que puede provocar cosquilleo de la piel, vibración del vello y pequeñas descargas electrostáticas.

Los campos magnéticos variables inducen en el interior del cuerpo tensiones que a su vez dan lugar a corrientes. La corriente inducida puede estimular los nervios o el tejido muscular.

#### **4.3.5.3. Efectos indirectos**

Resultan del acoplamiento de un campo eléctrico o magnético con un objeto como una estructura metálica, que por las tensiones inducidas, puede provocar efectos directos sobre el cuerpo humano como consecuencia de descargas y quemaduras.

#### **4.3.5.4. Normativa internacional sobre exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial**

La normativa internacional que exige y generalmente aceptada es la difundida por la Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP, *International Commission for Non Ionizing Radiation Protection*) en 1998. ICNIRP es un organismo científico vinculado a la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.).

La guía de ICNIRP establece los siguientes valores de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60 Hz:

<b>Guía ICNIRP</b>	<b>Público</b>	<b>Trabajadores</b>
Campo eléctrico	5 kV/m	10 kV/m
Campo magnético	100 mT	500 mT

*Tabla # XII Valores referenciales de campos electromagnéticos*

#### **4.3.6. RIESGO EN LA PODA DE ARBOLES**

El podar y recortar árboles es peligroso debido a que los trabajadores pueden sufrir de los siguientes riesgos:

- ✓ Caída de los trabajadores de distintos niveles.
- ✓ Contacto con cables de tendido eléctrico
- ✓ Las ramas y los árboles al caer pueden golpear a trabajadores que se encuentran en el suelo.

Al subir a un árbol empleando un arnés puede ser más peligroso que trabajar con un camión canasta porque:

- ✓ La posición al trabajar es inestable.
- ✓ Debilidad de las cuerdas al ser dañadas por equipamiento como una sierra de cadena.
- ✓ Fatiga física de usar cuerdas.

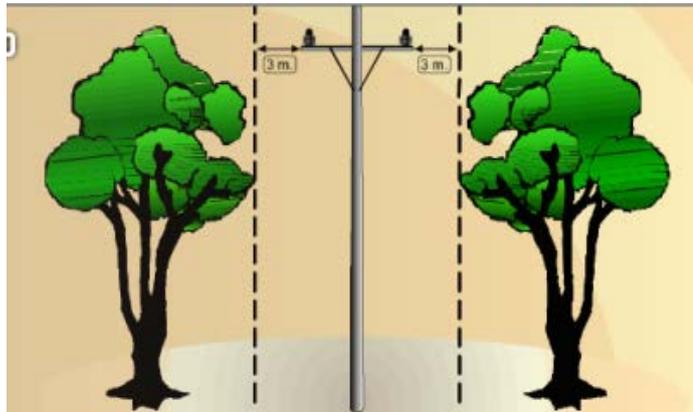
Los riesgos que están presentes si los trabajadores llegan a utilizar un carro canasta son los siguientes:

- ✓ Vuelcos.
- ✓ Caídas.
- ✓ Electrocuci3n.
- ✓ Ser atrapado entre la cesta o el barandal y el 1rbol.
- ✓ Ser golpeado por una rama o un 1rbol al caer.

#### **4.3.6.1. Consejos generales de seguridad**

- ✓ Examinar todo el equipo, incluyendo el de protecci3n contra caídas, antes de cada uso.
- ✓ Se deben aislar los cables del tendido el3ctrico.
- ✓ Inspeccionar 1rboles y ramas de 1rboles en busca de debilidad estructural antes de escalarlos o cortarlos.
- ✓ Colocar manos y pies en ramas separadas, y tener un cuidado especial de no cortar cuerdas, correas y cinturones de seguridad.
- ✓ Use conos u otras se1ales de advertencia si est1 trabajando en zona de tr1fico o cercana a tr1fico.
- ✓ Cuando est3 en la cesta de un camión lleve puesto un arnés de cuerpo entero y una cuerda o aparato de contenci3n que tenga un cabo de dos pies de largo.

- ✓ Si no está seguro de entender los lineamientos de seguridad relacionados con la poda de árboles, pídale a su supervisor un ejemplar impreso de la política de seguridad.

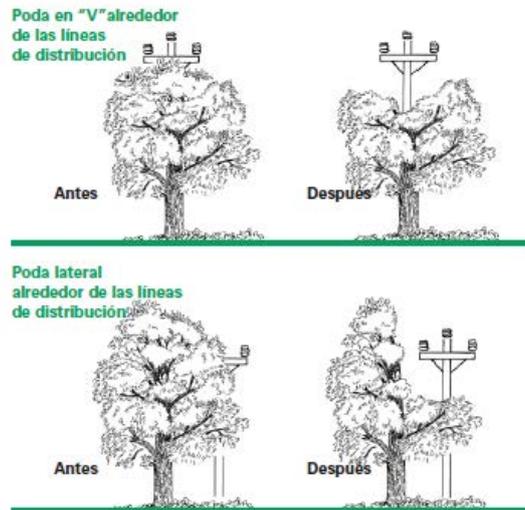


*Figura # 4.21. Distancias de árboles a las líneas de distribución*

*Fuente Manual de Seguridad en Instalaciones Eléctricas*

*Osring*

Forma en que se debe podar un árbol cuando se encuentra cerca de las líneas de distribución eléctrica.



*Figura # 4.22. Poda de árboles*

*Fuente Prácticas de Poda de Árboles*

Asegurar que todos los trabajadores sigan los procedimientos de seguridad establecidos y mantengan distancias de trabajo mínimas de los conductores electrificados tal como lo establece la OSHA

Rango de voltaje (v) fase a fase	Distancia de trabajo mínima
2100 - 15000	2 ft, 0 in.
15100 – 35000	2ft, 4 in

*Tabla # XIII Distancias de trabajo mínimas a conductores energizados para podas de arboles*

*Fuente Publicación No. 92-106 de DHHS (NIOSH) (29*

*CFR1910.268*

## **CAPITULO V**

### **EVALUACION Y CONTROL DE RIESGOS**

#### **5.1 Introducción**

La evaluación de riesgos laborales es el proceso encaminado a estimar la magnitud de los riesgos, obteniendo la información necesaria para que los jefes del personal estén en condiciones de tomar una decisión adecuada y qué tipo de medidas deben adoptarse. Lo que se quiere con todo esto es llegar a controlar los riesgos para evitar daños a la salud de los trabajadores.

## 5.2. Análisis de Riesgo

Identificación de peligros, para llevar a cabo la identificación de peligros hay que preguntarse tres cosas:

- ✓ ¿Existe una fuente de daño?
- ✓ ¿Quién o qué puede ser dañado?
- ✓ ¿Cómo puede ocurrir el daño?

## 5.3. Estimación del riesgo.

Cuando ya se ha identificado los peligros, se determina su grado de peligrosidad. Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- a) Partes del cuerpo que se verán afectadas
- b) Naturaleza del daño, que va desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.
  - ✓ Ligeramente dañino: cortes superficiales, pequeñas irritaciones, dolor de cabeza, etc.
  - ✓ Dañino: Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, etc.
  - ✓ Extremadamente dañino: Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

### 5.3.1. Probabilidad de que ocurra un accidente.

La probabilidad de que ocurra un accidente tiene niveles, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- ✓ Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre.
- ✓ Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
- ✓ Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces.

La siguiente tabla da un método simple para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Tabla # XIV Niveles de riesgo

Fuente: [http://fete.ugt.org/PRL/p\\_preventivo/documentos2/Evaluacion\\_r\\_iesgos.pdf](http://fete.ugt.org/PRL/p_preventivo/documentos2/Evaluacion_r_iesgos.pdf)

### 5.3. Valoración del riesgo

Los niveles de riesgos indicados en la tabla anterior, son la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o instaurar unos

nuevos. La siguiente tabla muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión. La tabla también indica que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control, deben ser proporcionales al riesgo.

<b>Riesgo</b>	<b>Acción</b>
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	Se necesita mejorar la acción preventiva
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

*Tabla # XV Criterio para la toma de decisiones*

Fuente: [http://fete.ugt.org/PRL/p\\_preventivo/documentos2/Evaluacion\\_riesgos.pdf](http://fete.ugt.org/PRL/p_preventivo/documentos2/Evaluacion_riesgos.pdf)

### 5.3.1. Estimación del riesgo

Para cada peligro detectado debe estimarse el riesgo, determinando la potencial severidad del daño y la probabilidad de que ocurra el hecho.

De acuerdo a la Norma Técnica Colombiana GTC45 del ICONTEC, la valoración de los diferentes de riesgo que se presentan en los sitios de trabajo, se pueden calcular de la siguiente manera:

**Grado de Peligrosidad** = Consecuencias x Exposición x Probabilidad

**Grado de Repercusión** = Grado de Peligrosidad x Factor de Ponderación

Consecuencias: Se definen como el daño, debido al riesgo que se considera más grave.

Valor	CONSECUENCIAS
10	Muerte y o daños mayores
6	Lesiones incapacitantes permanentes
4	Lesiones con incapacidades no permanentes
1	Lesiones con heridas leves, pequeños daños económicos

*Tabla # XVI Valor de la consecuencias de los riesgos*

Probabilidad: posibilidad de que, una vez presentada la situación de riesgo, se origine el accidente

<b>Valor</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
<b>10</b>	Es el resultado más probable esperado
<b>7</b>	Es completamente posible. Probabilidad del 50%
<b>4</b>	Seria coincidencia rara. Probabilidad del 20%
<b>1</b>	Nunca ha sucedido. Probabilidad del 5%

*Tabla # XVII Valor de la probabilidad de los riesgos*

Exposición: Es la frecuencia con la que se presenta la situación de riesgo, siendo tal que el primer acontecimiento indeseado iniciaría la secuencia del accidente.

<b>Valor</b>	<b>TIEMPO DE EXPOSICION</b>
<b>10</b>	La situación ocurre continuamente
<b>6</b>	Frecuentemente 1/Día
<b>2</b>	Ocasionalmente 1/Semana
<b>1</b>	Raramente Posible

*Tabla # XVIII Valor del tiempo de exposición de los riesgos*

Por último, se considera el número de trabajadores afectados por cada riesgo, con lo cual se determina el grado de repercusión, el cual se obtiene estableciendo el producto del grado de peligrosidad por un factor de ponderación que tenga en cuenta grupos de expuestos.

Porcentaje de Expuestos	Factor de Ponderación
1-20%	1
21-40%	2
41-60%	3
61-80%	4
81-100%	5

*Tabla # XIX Porcentaje de personas expuestas*

### Niveles de peligrosidad

La figura 35 y 36 representan los grados de peligrosidad y repercusión que pueden presentar los riesgos en los lugares de trabajo.



*Figura # 5.1. Grado de Peligrosidad*



*Figura # 5.2. Grado de Repercusión*

#### 5.4. Análisis de evaluación y control de riesgos

Para la evaluación y control de riesgos presentes en trabajos de distribución eléctrica hemos creado el siguiente modelo:

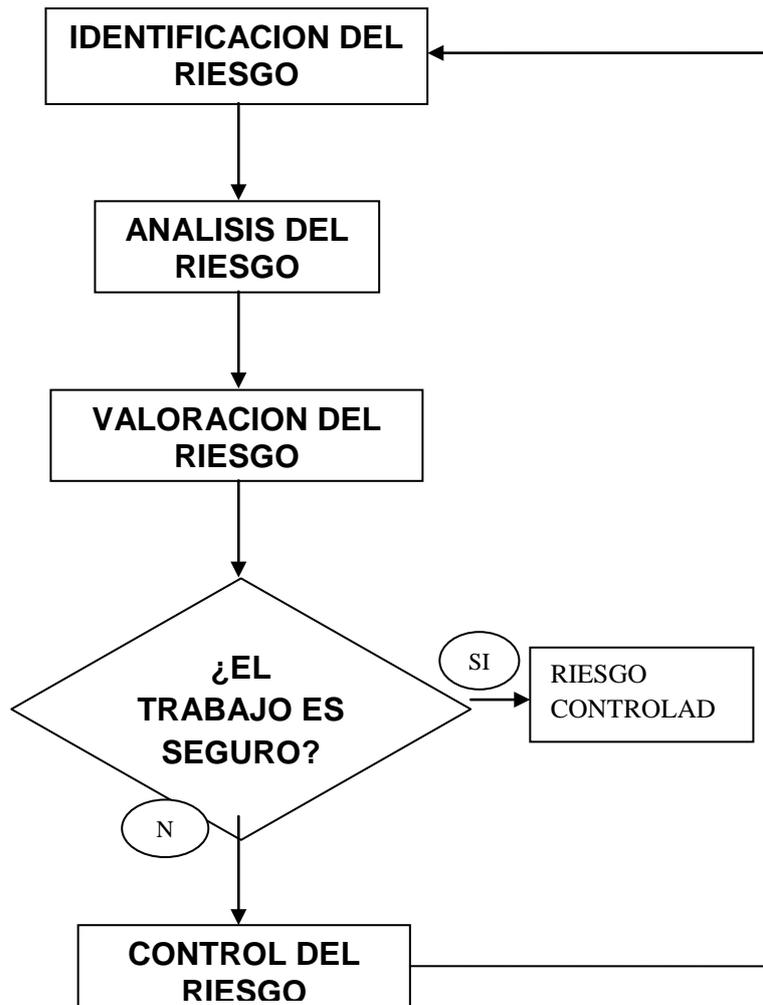


Figura # 5.3 Diagrama de Gestión de Riesgos

#### 5.4.1. Identificación de riesgos mediante listas de chequeo

Con la lista de chequeo (Check list) identificaremos los diferentes riesgos y factores que pueden ocasionar accidentes en el lugar de trabajo, lo cual lo comprobaremos si cumplen las normas y reglamentos establecidos para estos trabajos, los cuales incluyan aspectos técnicos y de seguridad contenidos en dichas regulaciones.

Pregunta	Si	No	Observación
<b>RIESGO ELECTRICO</b>			
Se respeta las distancias de aproximación recomendadas		X	De acuerdo a OSHA 29 CFR 1910.269
Para trabajos en contacto se aísla las líneas y elementos metálicos	X		De acuerdo al Reglamento ecuatoriano de seguridad del trabajo contra riesgos en instalaciones eléctricas
Los guantes son los adecuados para realizar el trabajo	X		De acuerdo a COVENIN Guantes Dieléctricos de Goma 761: 1997.
El calzado es el adecuado		X	De acuerdo al Reglamento de seguridad, salud y medio ambiente luz del sur
Se efectúa la puesta a tierra al trabajar sin tensión		X	De acuerdo a IEC 61230 y ASTM F 855
Se verifica la ausencia de tensión		X	De acuerdo al Reglamento ecuatoriano de seguridad

		del trabajo contra riesgos en instalaciones eléctricas
Antes de empezar un trabajo sin tensión se bloquea los elementos de interrupción y seccionamiento	X	De acuerdo al Reglamento ecuatoriano de seguridad del trabajo contra riesgos en instalaciones eléctricas
Cuando se utiliza el carro canasta a este se lo conecta a tierra	X	De acuerdo a la norma NFPA 70E 2004
<b>RIESGO CAIDAS A DISTINTO NIVEL</b>		
El personal se protege usando casco de seguridad	X	De acuerdo a la norma ANSI Z89.1 - 1997
Se utiliza el arnés para trabajos alturas superiores a 1.8 metros	X	De acuerdo al Reglamento de seguridad, salud y medio ambiente luz del sur
Saben utilizar la escalera adecuadamente	X	De acuerdo al Reglamento de seguridad, salud y medio ambiente luz del sur
Antes de subir a un poste o una estructura se revisa si esta puede resistir la tensión mecánica adicional	X	De acuerdo al Reglamento técnico de instalaciones eléctricas <b>(RETIE)</b>
Se trabaja en condiciones atmosféricas favorables	X	De acuerdo al Reglamento ecuatoriano de seguridad del trabajo contra riesgos en instalaciones eléctricas
Existen las debidas señalizaciones en el área de trabajo	X	De acuerdo al Reglamento técnico de instalaciones eléctricas <b>(RETIE)</b>

<b>RIESGO DE SOBRESFUERZO</b>		
Los trabajadores saben manipular adecuadamente la carga física	X	De acuerdo a Código del trabajo
<b>RIESGO DE CAÍDA DE OBJETOS</b>		
Los trabajadores cuando se encuentran en alturas utilizan cinturón portaherramientas	X	De acuerdo al Reglamento de seguridad, salud y medio ambiente luz del sur
<b>RIESGO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS</b>		
Los niveles de campos electromagnéticos se encuentran por debajo de los referenciales.	X	De acuerdo al Reglamento técnico de instalaciones eléctricas <b>(RETIE)</b>

*Tabla # XX Check list*

En los capítulos anteriores ya hemos identificado y analizado los riesgos ahora vamos a valorarlos para así luego poder determinar si estos riesgos están controlados y si no es así otorgaremos procedimientos a realizar para minimizar ese riesgo hasta poderlo controlar. A continuación presentaremos algunos ejemplos para poder realizar estos procedimientos.

### **Caso # 1**

La figura siguiente nos muestra a un empleado que se encuentra realizando trabajos en ausencia de tensión.



Figura # 5.4. Trabajo sin tensión

Las condiciones en las que se encuentra realizando estas actividades son:

- ✓ Abrió el equipo de seccionamiento pero no lo bloqueó con candado
- ✓ No utiliza casco de protección
- ✓ No utiliza guantes aislantes
- ✓ No realiza la puesta a tierra de las líneas eléctricas
- ✓ Mal uso del cinturón y arnés anti-caídas
- ✓ Calzado inadecuado
- ✓ Condiciones atmosféricas: día soleado con alta humedad
- ✓ No cuenta con cinturón porta herramientas

**Valoración:**

Como podemos observar este trabajador incumple con algunos requerimientos para este tipo de trabajo, por lo que hemos valorado los diferentes puntos de la siguiente manera:

## 1. Para riesgo eléctrico

Consecuencia = 10 debido a que además de no contar con equipo aislante como guantes ni casco no realizó la puesta de tierra ni bloque los elementos de seccionamiento.

Probabilidad = 3 se debe a que muy rara vez puede darse, algún retorno o alguien cierre el equipo de seccionamiento

Tiempo de exposición = 7 un trabajador está en contacto con este tipo de trabajos una o varias veces al día

$$G_p = 10 \times 3 \times 7 = 210 \quad G_r = 210 \times 1 = 210$$

Por lo que tenemos grado de peligrosidad y repercusión **relativamente bajo**, pero para eliminarlo o disminuirlo debemos de realizar un control en el personal indicándole el equipo de protección que debe de utilizar el cual está descrito en el capítulo III y además tener en cuentas los procedimientos que se lleva a cabo para trabajos sin tensión en el capítulo IV con lo que el grado de peligrosidad y de repercusión son:



Figura # 5.5 Control de trabajos sin tensión

$$G_p = 5 \times 1 \times 7 = 35 \quad G_r = 35 \times 1 = 35$$

De esta forma es casi imposible que el trabajador sufra de algún accidente de este tipo

2. Para riesgo de caída de distinto nivel

Consecuencia = 8 debido a que si llegara a caer de esa altura puede tener lesiones que causen discapacidad o incluso muerte.

Probabilidad = 7 se debe a el trabajador está en una postura un poco incomoda y además tiene el cinturón mal ubicado

Tiempo de exposición = 6 un trabajador está en contacto con este tipo de trabajos una o varias veces al día

$$G_p = 8 \times 7 \times 6 = 336 \quad G_r = 336 \times 1 = 336$$

Por lo que tenemos grado de peligrosidad en un **nivel medio** y el de repercusión en un **nivel bajo**, pero para eliminarlo o disminuirlo debemos indicarle al personal el equipo de protección que debe de utilizar el cual está descrito en el capítulo III, además tener en cuentas los procedimientos que se lleva a cabo para trabajos en alturas (estructuras o postes) descritos en el capítulo IV con lo que el grado de peligrosidad y de repercusión son:

$$G_p = 3 \times 0.5 \times 7 = 10.5 \quad G_r = 10.5 \times 1 = 10.5$$

De esta forma es casi imposible que el trabajador sufra de algún accidente de este tipo

## **Caso # 2**

La figura siguiente nos muestra a dos empleados que se encuentra en un carro canasta realizando trabajos con tensión y procedimiento en contacto.



Figura # 5.6. Trabajos con tensión

Las condiciones en las que se encuentra realizando estas actividades son:

- ✓ Día caluroso y con niveles altos de humedad
- ✓ Utilizan todo el equipo de protección y elementos para aislar las líneas de 13.2 kv
- ✓ Uno de los guantes de un trabajador se encuentran en mal estado

**Valoración:**

Consecuencia = 9 debido a que si llegara a ocurrir el contacto eléctrico pueden ocasionar la muerte del trabajador.

Probabilidad = 9 se debe a el trabajador con el intenso calor que está haciendo en ese momento el no constar con unos guantes de algodón

por dentro sus manos van a sudar y el guante en malas condiciones tendría un aislamiento muy bajo

Tiempo de exposición = 7 un trabajador está en contacto con este tipo de trabajos una o varias veces al día.

$$G_p = 9 \times 9 \times 7 = 567 \quad G_r = 567 \times 2 = 1134$$

Los niveles de grado de peligrosidad y repercusión son bajos, pero no por eso quiere decir que no van a ocurrir ya que si en caso ocurren pueden causar la muerte de la persona por lo que para controlar y disminuir este tipo de riesgo se debe de realizar periódicamente pruebas dieléctricas a los guantes como lo dice en el capítulo III con lo que el grado de riesgo queda de la siguiente manera:

$$G_p = 6 \times 0.5 \times 7 = 21 \quad G_r = 21 \times 2 = 42$$

De esta forma es casi imposible que el trabajador sufra de algún accidente de este tipo por lo que el riesgo está controlado.

<i>RIESGO</i>	<i>CONSECUENCIA</i>	<i>PROBABILIDAD</i>	<i>EXPOSICION</i>	<i>GP</i>	<i>NIVEL</i>	<i>FP</i>	<i>GR</i>	<i>NIVEL</i>
Electrocución Trabajos Eléctricos sin Ten.	10	3	7	210	BAJO	1	210	BAJO
Electrocución Trabajos Eléctricos con Ten.	9	9	7	567	MEDIO	2	1124	BAJO
Caídas de personas a distinto nivel	8	7	6	336	MEDIO	1	336	BAJO
Exposición a ambientes extremos	4	3	3	24	BAJO	5	120	BAJO
Radiaciones Electromag.	1	4	8	32	BAJO	3	96	BAJO
Accidente carro canasta	10	2	7	140	BAJO	2	280	BAJO

*TABLA XXI VALORACION DEL RIESGO*

<i>RIESGO</i>	<i>CONSECUENCIA</i>	<i>PROBABILIDAD</i>	<i>EXPOSICION</i>	<i>GP</i>	<i>NIVEL</i>	<i>FP</i>	<i>GR</i>	<i>NIVEL</i>
Electrocución Trabajos Eléctricos sin Ten.	5	1	7	35	BAJO	1	35	BAJO
Electrocución Trabajos Eléctricos con Ten.	6	0.5	7	21	BAJO	2	42	BAJO
Caídas de personas a distinto nivel	3	0.5	7	10.5	BAJO	1	10.5	BAJO
Exposición a ambientes extremos	2	1	3	6	BAJO	5	30	BAJO
Radiaciones Electromag.	1	2	4	8	BAJO	3	24	BAJO
Accidente carro canasta	8	1	7	56	BAJO	2	112	BAJO

*TABLA XXII REVALORACION DEL RIESGO HABIENDO EFECTUADO EL CONTROL*

Como podemos observar los niveles de grado de peligrosidad y repercusión no fueron tan elevados en primer instancia eso no quita de que no puedan ocurrir a veces la perturbación más pequeña puede ocasionar graves lesiones o inclusive la muerte. Luego si con el control pertinente se logro bajar a valores en los cuales es casi imposible de que llegara a ocurrir un accidente.

### **Ejemplo de un accidente por no cumplir con tan solo un requerimiento que causo la muerte de un trabajador**

Un trabajador de la empresa electrica CNEL El ORO esta realizando trabajos sin tensión en una localidad rural utilizó todo el equipo de protección lo único de que no se percato fue del estado del poste de madera el cual había estado podrido, y el cual se encontraba cerca de un cerramiento de ganado con estacas. Al instate en que el trabajador se encontraba en el poste este se partio cayendo el trabajador sobre una estaca lo que ocasionó la muerte instantáneamente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones son:

1. Con la debida prevención y respetando siempre las normas y reglamentos se pueden realizar trabajos en esta área sin sufrir ningún tipo de accidente.
2. Controlar riesgos, es asegurar la integridad física de las personas involucradas en este trabajo. Lo ideal es contar con un método de control de riesgo con el fin de mitigarlos (disminuir el índice de accidentes).
3. Si el nivel de riesgo no se lo puede bajar mediante el control de riesgo se deben de suspender las actividades hasta que las condiciones cambien o se tenga un control que nos minimice aquel riesgo.
4. En los dos ejemplos citados en el capítulo V se logró disminuir el grado de peligrosidad, pero si tan solo en uno de esos casos hubiese existido lluvias fuertes con vientos y descargas eléctricas se hubiera tenido que suspender el trabajo debido a que en esas condiciones el nivel de peligrosidad hubiese sido bastante elevado.

5. Se tiene que tener en cuenta el mínimo riesgo ya que por más pequeño que este puede ser las consecuencias pueden ser fatales.

Las recomendaciones son:

1. Ser siempre precavido y si no se está seguro de algo no hacerlo ya que puede ocasionar graves problemas.
2. Tener en cuenta siempre normas y reglamentos estas se han hecho para cumplirlas.
3. Tener en cuenta siempre los procedimientos para trabajos con y sin tensión descritos en el capítulo IV.
4. Utilizar equipo de protección y revisarlo cada cierto tiempo para descubrir anomalías en este

## BIBLIOGRAFÍA

1. Departamento Técnico de CAMBRE, “Manual Técnico de Seguridad Eléctrica”. Editorial CAMBRE. 5ta. Edición - Año 2008/2009.
2. Tirado, Sergio. “Efectos de la corriente en el cuerpo humano”. Editorial <http://www.monografias.com/trabajos74/estudios-aplicaciones-seguridad-electrica/estudios-aplicaciones-seguridad-electrica2.shtml#efectosdea>. Edición Agosto del 2009
3. Escuela Colombiana de Ingeniería. “Electricidad en el Cuerpo Humano”. Editorial Facultad de Ingeniería Industrial Laboratorio de Producción, Edición 2009-2.
4. López Toledo, Máximo. “Los Riesgos eléctricos y su ingeniería de seguridad”. Editorial Ministerio de Industria y Energía España. Edición 2010.
5. Nogués, Jaume. “Seguridad Eléctrica”. Editorial IES Vall d’Hebron. Edición 2004/05.
6. Ministro de Trabajo y Recursos Humanos. “Reglamento de Seguridad del Trabajo Contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica (acuerdo no 013)”. Editorial Registro Oficial Ecuatoriano. Edición 28 de febrero de 1996.

7. National Fire Protection Association Norma NFPA 70E. "Seguridad eléctrica en lugares de trabajo" Editorial OBERON. Edición 2004.
8. Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares de México "NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas". Editorial Diario Oficial Mexicano. Edición 2005.
9. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 761:1997 "Guantes Dieléctricos de Goma". Editorial COVENIN. Edición 1997.
10. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 815:1999 "Cascos de Seguridad para uso Industrial". Editorial COVENIN. Edición 1999
11. Ministro de Minas y Energía de Colombia. "Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)". Editorial RETIE. Edición Bogotá Agosto 06 de 2008.
12. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 1042:2000 Arnéses y Eslingas de Protección. Editorial COVENIN. Edición 2000.
13. Empresa Eléctrica Luz del Sur. Reglamento Interno de Seguridad, Salud y Medio Ambiente. Editorial Luz del Sur. Edición Noviembre 2007
14. Gobierno de Navarra. "Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al Riesgo Eléctrico". Editorial Instituto Navarro de Salud Laboral. Edición 2<sup>da</sup> 2006

15. Gerencias de División Distribución y Comercial de Montevideo “Norma de Seguridad para la Realización de Maniobras y Trabajos en Instalaciones Eléctricas de MT y AT de Distribución”. Editorial División Distribución. de Montevideo Edición 2<sup>da</sup> año 1996 Uruguay.
16. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. “Trabajos en línea viva”.  
Editorial <http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gispud/redeselectricas/site/cap6/c6lviva.php>. Edición 2010
17. Real Decreto 614/2001 España, “Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico”. Editorial Real Decreto 614/2001 España. Edición 2001.