



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA DE TESIS

ESTUDIO, ANÁLISIS Y CONTROL DE LOS RIESGOS ELÉCTRICOS
EN LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN PARA MINIMIZAR LOS
ACCIDENTES DE LOS TRABAJADORES DEL ÁREA TÉCNICA DE
LA UNIDAD DE NEGOCIOS SANTA ELENA, DIVISIÓN PLAYAS

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previa a la Obtención del título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

CARLOS LUIS ENCALADA QUIÑONEZ

TUTOR:

Ing. Ind. MARLON NARANJO LAÍNEZ, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación “ESTUDIO, ANÁLISIS Y CONTROL DE LOS RIESGOS ELÉCTRICOS EN LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN PARA MINIMIZAR LOS ACCIDENTES DE LOS TRABAJADORES DEL ÁREA TÉCNICA DE LA UNIDAD DE NEGOCIOS SANTA ELENA, DIVISIÓN PLAYAS”, elaborado por el Sr. CARLOS LUIS ENCALADA QUIÑONEZ, egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, me permito declara que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

Ing. Ind. MARLON NARANJO LAÍNEZ, MSc.

TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, quienes han apoyado incondicionalmente para la consecución de mi carrera profesional y poder así desenvolverme adecuadamente en el ámbito laboral y contribuir al desarrollo de esta sociedad que tanto la necesita.

Carlos Luis

AGRADECIMIENTO

A Dios por su infinito amor.

A mi familia, por la paciencia y confianza que permitieron guiarme por el sendero del bien y de la sabiduría, para convertirme en un profesional.

A la Universidad y a todos sus docentes, por darme la oportunidad de formarme académicamente en la diaria jornada del proceso de enseñanza aprendizaje.

A mi Tutor Guía, Ing. Ind. Marlon Naranjo Laínez, quien supo transmitir sus conocimientos para la culminación de este trabajo investigativo.

Carlos Luis

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Alamir Álvarez Loor
DECANO (E) DE LA FACULTAD
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ing. Marco Bermeo García MSc.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ing. Marlon Naranjo L. MSc.
TUTOR DE TESIS DE GRADO

Ing. Franklin Reyes Soriano, MSc.
PROFESOR DEL ÁREA

Ab. Brenda Reyes Tomalá, MSc.
SECRETARIA GENERAL

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO
INTELLECTUAL**

El contenido del presente trabajo de graduación “ESTUDIO, ANÁLISIS Y CONTROL DE LOS RIESGOS ELÉCTRICOS EN LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN PARA MINIMIZAR LOS ACCIDENTES DE LOS TRABAJADORES DEL ÁREA TÉCNICA DE LA UNIDAD DE NEGOCIOS SANTA ELENA, DIVISIÓN PLAYAS”, es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

CARLOS LUIS ENCALADA QUIÑONEZ



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: Estudio, análisis y control de los riesgos eléctricos en las líneas de media tensión para minimizar los accidentes de los trabajadores del área técnica de la Unidad de Negocios Santa Elena, División Playas

AUTOR: Carlos Luis Encalada Quiñonez

TUTOR: Ing. Ind. Marlon Naranjo Laínez, MSc.

RESUMEN

El riesgo eléctrico está presente en cualquier tarea que implique manipulación o maniobra de instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, operaciones de mantenimiento de las mismas, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de los diversos equipos eléctricos en entornos para los cuales no ha sido diseñado dispositivos (ambientes húmedos, y/o mojados), cuando una persona se pone en contacto con la corriente eléctrica, no todo el organismo se ve afectado por igual, hay unas partes del cuerpo que resultan más dañadas que otras. Por ello, es indispensable que se realice el presente estudio, análisis y control de los riesgos eléctricos, a través de la aplicación de una metodología de trabajo que incluye la aplicación de entrevistas, encuestas y observación de la problemática existente en la Unidad de Negocios Santa Elena, División Playas. Así se establecen las causas, consecuencias de este problema, para hallar una solución a la misma, que permita minimizar los accidentes de los trabajadores en las líneas de media tensión, del área técnica de la Unidad de Negocios Santa Elena, División Playas, y así cumplir con todas las normativas legales que amparan y protegen a los colaboradores de las empresas, especialmente de aquellas donde se corre el riesgo de sufrir accidentes de fatales consecuencias.

DESCRIPTORES: Estudio – Análisis – Control – Riesgos eléctricos – Líneas de media tensión – Accidentes laborales.

ÍNDICE GENERAL

DESCRIPCIÓN	Pág.
Caratula	I
Aprobación del Tutor	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Tribunal de Graduación	V
Declaración de Responsabilidad y Patrimonio Intelectual	VI
Resumen	VII
Índice General	VIII
Índice de Tablas	XI
Índice de Gráficos	XII
Índice de Figuras	XIII
Introducción	1
CAPÍTULO I:	
ASPECTOS GENERALES	
1.1. Antecedentes	3
1.2. Problema	4
1.2.1 Diagrama de Ishikawa – Relación causa efecto	7
1.2.2 Relación de causa – efecto	8
1.3. Justificación	10
1.4. Objetivos	12
1.4.1 Objetivo General	12
1.4.2 Objetivos Específicos	12
1.5. Hipótesis	13
1.6. Variables	13
1.6.1. Variable Independiente	13
1.6.2 Variable Dependiente	13
CAPÍTULO II:	
SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	
2.1. Historia de la empresa	14
2.2. La empresa y sus actividades	17
2.3. Estructura Organizacional	18
2.4. Marco Teórico	19
2.4.1. Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano	19
2.4.1.1 Introducción	20
2.4.1.2 La piel	20

2.4.1.3	El sistema nervioso	21
2.4.1.4	El corazón	21
2.4.1.5	El sistema muscular	22
2.4.1.6	Factores que intervienen en el efecto eléctrico	23
2.4.1.7	Intensidad de la corriente eléctrica	23
2.4.1.8	Tiempo de contacto o de paso de la corriente	24
2.4.1.9	Tensión o diferencia de potencia	25
2.4.1.10	Resistencia o impedancia del cuerpo entre los puntos de contacto	27
2.4.1.11	Trayectoria o recorrido de la corriente a través del cuerpo	27
2.4.1.12	Frecuencia de la corriente	28
2.5.	Marco legal actual sobre seguridad	29
2.6.	Tamaño de la muestra	39
2.7.	Técnicas de observación	39
2.7.1.	Entrevista	40
2.7.2.	Encuestas	40
2.7.3.	La Observación	41
2.8.	Análisis de los resultados	41
2.8.1.	Aplicación de la entrevista al Sr. Raúl E. Vacacela Ochoa	42
2.8.2.	Análisis de la encuesta aplicada a los trabajadores	45
2.9.	Comprobación de la Hipótesis	54

CAPÍTULO III:

DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, PROPUESTA PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS ELÉCTRICOS

3.1.	Introducción	57
3.1.1	Clasificación de la corriente	57
3.2.	Evaluación de riesgos	58
3.3	Evaluación, prevención y protección frente a riesgos eléctricos	59
3.3.1.	Prevención de riesgos	60
3.3.1.1.	Factores que influyen en el riesgo eléctrico en media tensión	60
3.3.2.	Protecciones frente a contactos eléctricos	70
3.3.2.1	Protección frente a contacto directo	71
3.3.2.1.1	Alejamiento de las partes activas	71
3.3.2.1.2	Interposición de obstáculos	72
3.3.2.2.	Protección frente a contactos directos	75
3.3.2.2.1	Sistemas de protección clase A	76
3.3.2.2.2.	Sistemas de protección clase B	79
3.3.2.2.3.	Electricidad estática	86

3.4.	Consideraciones de buena práctica de trabajo	87
3.4.1.	Trabajo sin tensión	87
3.4.2.	Trabajo en tensión	89
3.4.2.1.	Método de trabajo a potencial	94
3.4.2.2.	Método de trabajo a distancia	97
3.4.2.3.	Método de trabajo en contacto	98
3.5.	Corto circuito	100
3.5.1.	Cortocircuito trifásico	101
3.5.2.	Cortocircuito bifásico	101
3.5.3.	Cortocircuito monofásico	102
3.6.	Arco eléctrico	103
3.6.1.	¿Qué causa origina un arco eléctrico?	104
3.6.2.	Recomendaciones importantes para evitar arcos eléctricos	104
3.7.	Falla de asilamiento	106
3.8.	Sobrecarga	108
3.9.	Elementos de protección eléctrica	109
3.9.1.	Protecciones eléctricas	111
3.9.2.	Características operativas de una instalación eléctrica	113
3.9.3.	Protecciones contra tipos de fallas	114
3.9.3.1.	Equipos de protección personal y materiales de protección aislantes necesarios para realizar actividades de mantenimiento en instalaciones eléctricas	120
3.10.	Las cinco reglas de oro	124

CAPÍTULO IV:

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA

4.1.	Inversiones de mejoras y prevención	131
4.1.1	Inversión de activos	131
4.2.	Costos y gastos de la propuesta	134
4.2.1.	Capacitación al personal	135
4.2.2.	Logros de aplicación de la propuesta	136
4.3.	Financiamiento	136
	Conclusiones	137
	Recomendaciones	138
	Bibliografía	139
	Anexos	141
	Anexos 1: Entrevista al Directivo de la empresa	142
	Anexos 2: Encuesta aplicada a los trabajadores	144
	Anexos 3: fotos que avalan la investigación	146

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 01	Efectos fisiológicos producidos por el paso de corriente eléctrica	24
Tabla 02	Conoce riesgos a los que está expuesto	45
Tabla 03	Capacitación oportuna sobre riesgos de trabajo	46
Tabla 04	Actuación frente a una situación de peligro	47
Tabla 05	Implementar medidas	48
Tabla 06	Equipos de protección personal no son usados adecuadamente	49
Tabla 07	Uso adecuado de los equipos y materiales	50
Tabla 08	Conocimiento de algún accidente ocurrido en la empresa	51
Tabla 09	Trabajos en líneas de media tensión	52
Tabla 10	Concientizar al trabajador sobre el uso adecuado de los EPP	53
Tabla 11	Frecuencia de observación	55
Tabla 12	Frecuencias esperadas	55
Tabla 13	Cálculo del CHI cuadrado	55
Tabla 14	Efectos fisiológicos de la electricidad en el cuerpo humano	65
Tabla 15	Factores F según el trayecto de la corriente eléctrica por el cuerpo humano	69
Tabla 16	Medidas de prevención a adoptar tanto técnicas como personales	94
Tabla 17	Resumen de la Formación / Capacitación mínima de los trabajadores	120
Tabla 18	Equipos de Protección Personal frente al Choque Eléctrico	124
Tabla 19	Presupuesto	135
Tabla 20	Capacitación al personal	135

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 01 Diagrama de Ishikawa	7
Gráfico 02 Estructura organizacional	18
Gráfico 03 Conoce riesgos a los que está expuesto	45
Gráfico 04 Capacitación oportuna sobre riesgos de trabajo	46
Gráfico 05 Actuación frente a una situación de peligro	47
Gráfico 06 Implementar medidas	48
Gráfico 07 Equipos de protección personal no son usados adecuadamente	49
Gráfico 08 Uso adecuado de los equipos y materiales	50
Gráfico 09 Conocimiento de algún accidente ocurrido en la empresa	51
Gráfico 10 Trabajos en líneas de media tensión	52
Gráfico 09 Concientizar al trabajador sobre el uso adecuado de los EPP	53

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Choque eléctrico	19
Figura 2	Clasificación de la corriente eléctrica – Alta tensión	57
Figura 3	Clasificación de la corriente eléctrica – Media tensión	58
Figura 4	Accidente de trabajo	61
Figura 5	Accidente de trabajo – normas de seguridad	61
Figura 6	Factores de los contactos eléctricos	62
Figura 7	Curva de Intensidad-Tiempo según Norma UNE 20-572	64
Figura 8	Trayectoria de la corriente	66
Figura 9	Resistencia de contacto a la corriente	67
Figura 10	Trayecto de la corriente en el cuerpo humano	69
Figura 11	Recubrimiento o aislamiento de las partes activas	72
Figura 12	Interposición de obstáculos	73
Figura 13	Obstáculos de protección	73
Figura 14	Separación de Circuitos	77
Figura 15	Empleo de pequeñas tensiones de seguridad	78
Figura 16	Separación de las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamiento de protección	78
Figura 17	Aislamiento simultaneo	81
Figura 18	Conductor neutro estará eficazmente a tierra	83
Figura 19	El conductor que conecta el relé a la masa a proteger no debe entrar en contacto con partes conductoras	85
Figura 20	Interruptor diferencial	86
Figura 21	Conductibilidad a tierra de los cuerpos metálicos	87
Figura 22	Equipo de Protección Personal	89
Figura 23	Guantes aislantes homologados	90
Figura 24	Alfombras o banquetas aislantes:	90
Figura 25	Vainas o caperuzas aislantes	91
Figura 26	Comprobadores de tensión	91
Figura 27	Herramientas aislantes homologadas	92
Figura 28	Material de señalización	92
Figura 29	Ropa de algodón	93
Figura 30	Método de trabajo a potencial	96
Figura 31	Ropa de algodón	97
Figura 32	Método de trabajo a distancia	98
Figura 33	Método de trabajo en contacto	99
Figura 34	Cortocircuito	101
Figura 35	Cortocircuito Trifásico	101

Figura 36	Cortocircuito Bifásico	102
Figura 37	Cortocircuito Monofásico	102
Figura 38	Arco eléctrico	103
Figura 39	Causas del Arco eléctrico	104
Figura 40	Ropa de protección para Arco eléctrico	105
Figura 41	Instante en que es bajado Víctor Torres luego de recibir una descarga eléctrica	106
Figura 42	Fallas de aislamiento	107
Figura 43	Sobrecarga eléctrica	108
Figura 44	Sobrecarga eléctrica	109
Figura 45	Fundamento del cortocircuito	110
Figura 46	Protección contra sobrecargas	110
Figura 47	Protección contra electrocución	111
Figura 48	Selectividad amperimétrica	112
Figura 49	Selectividad cronométrica	112
Figura 50	Selectividad de tipo	113
Figura 51	Falla de cortocircuito	115
Figura 52	Fusible calibrados	117
Figura 53	Interruptores termo magnéticos	117
Figura 54	Relés térmicos	118
Figura 55	Pértigas Aislantes	122
Figura 56	Detectores de tensión	123
Figura 57	Primera Regla de Oro	125
Figura 58	Segunda Regla de Oro	126
Figura 59	Tercera Regla de Oro	127
Figura 60	Cuarta Regla de Oro	128
Figura 61	Quinta Regla de Oro	129
Figura 62	Protectores de la cabeza	132
Figura 63	Protector ocular	132
Figura 64	Ropa de protección	133
Figura 65	Protección en manos y brazos	133
Figura 66	Protección en pies y piernas	134
Figura 67	Cinturones de seguridad para trabajo en altura	134

INTRODUCCIÓN

Cada año se producen accidentes laborales en el sistema laboral, muchos de ellos tienen consecuencias fatales. En el ámbito laboral, el promedio anual de fatalidades por causa eléctrica es de 32%, lo que representa al total de accidentes eléctricos con causa de muerte respecto a la población en Ecuador (INEC 2011)

En relación al peligro eléctrico, el tratamiento de los accidentes eléctricos en materia laboral ha sido tradicionalmente ligado al concepto denominado "contacto con la energía eléctrica", es decir, al choque eléctrico (accidente relacionado esencialmente con los niveles de voltaje de las instalaciones y el paso de corriente por el organismo).

Lo anterior, debido a que, además de los típicos efectos del paso de la corriente en el organismo (paro cardíaco, fibrilación ventricular, quemaduras internas, entre otros), se originaban en muchos eventos quemaduras externas (principalmente en la piel) por los efectos del arco eléctrico. En muchos casos, dicho peligro no se evaluaba, no se cuantificaba y, por lo tanto, medidas concretas para su prevención no existían. Por lo que se hizo necesario establecer un estudio para disminuir la tasa de siniestros que se presentan en el área laboral. Por lo que, la presente investigación se la estructuró en cuatro capítulos, los cuales se detallan a continuación.

El Capítulo I: se presenta los aspectos generales de la problemática existente, los antecedentes, la justificación, los objetivos, la hipótesis, las variables, a fin de

poder realizar un diagnóstico de la situación por la que atraviesa la empresa motivo de estudio.

En el Capítulo II: la situación actual de la empresa, se expone su historia, las actividades que realiza, su estructura organizacional, además del marco teórico relacionado a los efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano, el grado de intensidad de la corriente eléctrica, el tiempo de contacto o de paso de la corriente, además del marco legal actual sobre seguridad industrial. Dentro de este contexto se aplicó la encuesta, las técnicas de observación, el análisis de los resultados y la comprobación de la Hipótesis.

En el Capítulo III: Se establece el diseño del sistema de seguridad industrial, propuesta para minimizar los riesgos eléctricos para la Unidad de Negocios Santa Elena CNEL E.P., División Playas, donde se hace una exposición detalla de los peligros a los que está sometido el trabajador, además se menciona la protecciones contra tipos de fallas, los equipos de protección personal y materiales de protección aislantes necesarios para realizar actividades de mantenimiento en instalaciones eléctricas, y por último, las cinco reglas de oro, necesarias para trabajar en ambientes eléctricos.

En el Capítulo IV: Se habla sobre los aspectos económicos de la propuesta, la inversión que debe realizar la empresa, la capacitación al personal, las conclusiones, recomendaciones, la bibliografía utilizada, y los anexos que son el soporte de este trabajo investigativo.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Antecedentes

La energía eléctrica es necesaria en toda obra de construcción, ya que es la que permite el uso de iluminación, maquinarias, herramientas y equipos. Para garantizar la seguridad de las personas y las instalaciones es necesario tener conocimiento sobre qué es y cómo funciona la electricidad, con el fin de identificar los peligros y establecer medidas de control que permitan evitar los accidentes.

Los trabajadores de CNEL E.P. Unidad de Negocios Santa Elena, División Playas, deberán adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo.

En función de ello las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente, de acuerdo a las normas técnicas establecidas. Con ese objetivo de seguridad, los constructores deberán garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el

riesgo eléctrico, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse para poder trabajar en líneas de media tensión, para que no sufran ni se vean afectados por situaciones de riesgos de descargas eléctricas.

Es de mencionar que los trabajadores de CNEL, División Playas están expuestos a riesgos que en ocasiones han ocasionado la muerte, tal como se lo describe en el problema, en alguno de los casos los trabajadores que han sufrido percances si no han fallecido, su cuerpo ha quedado mutilado producto de las quemaduras ocasionadas por las descargas eléctricas que han recibido.

1.2. Problema

Hoy en día en un mundo cada vez más globalizado y ajustado a diversos reglamentos establecidos por diversos entes internacionales, nuestro país se ha visto en la imperiosa necesidad de crear un programa de normas de seguridad industrial, específicamente en el sector eléctrico que conlleve a la seguridad integral del trabajador que realiza una maniobra en alguna instalación eléctrica.

Este trabajo investigativo ha sido elaborado con el fin de ayudar a las empresas a dar un paso importante en la implementación de normas de trabajo en el sector de las instalaciones que pone en riesgo la integridad física de los trabajadores, de estas debido a una serie de factores que será de análisis en esta propuesta.

Vale también recalcar que es muy importante la capacitación del personal que labora en este sector, ya que son ellos quienes realizan la construcción como supervisión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, pero deben seguirse normas establecidas por algún departamento de seguridad industrial de la empresa o por algún organismo que emita certificaciones de calidad. La empresa CNEL, División Playas, desde sus inicios ha tenido accidentes de contactos eléctricos, pero muy repetitivos, en los últimos años existe una marcada tendencia a ejecutar trabajos y/o previamente verificar, identificar y evaluar los peligros y riesgos asociados a las mismas.

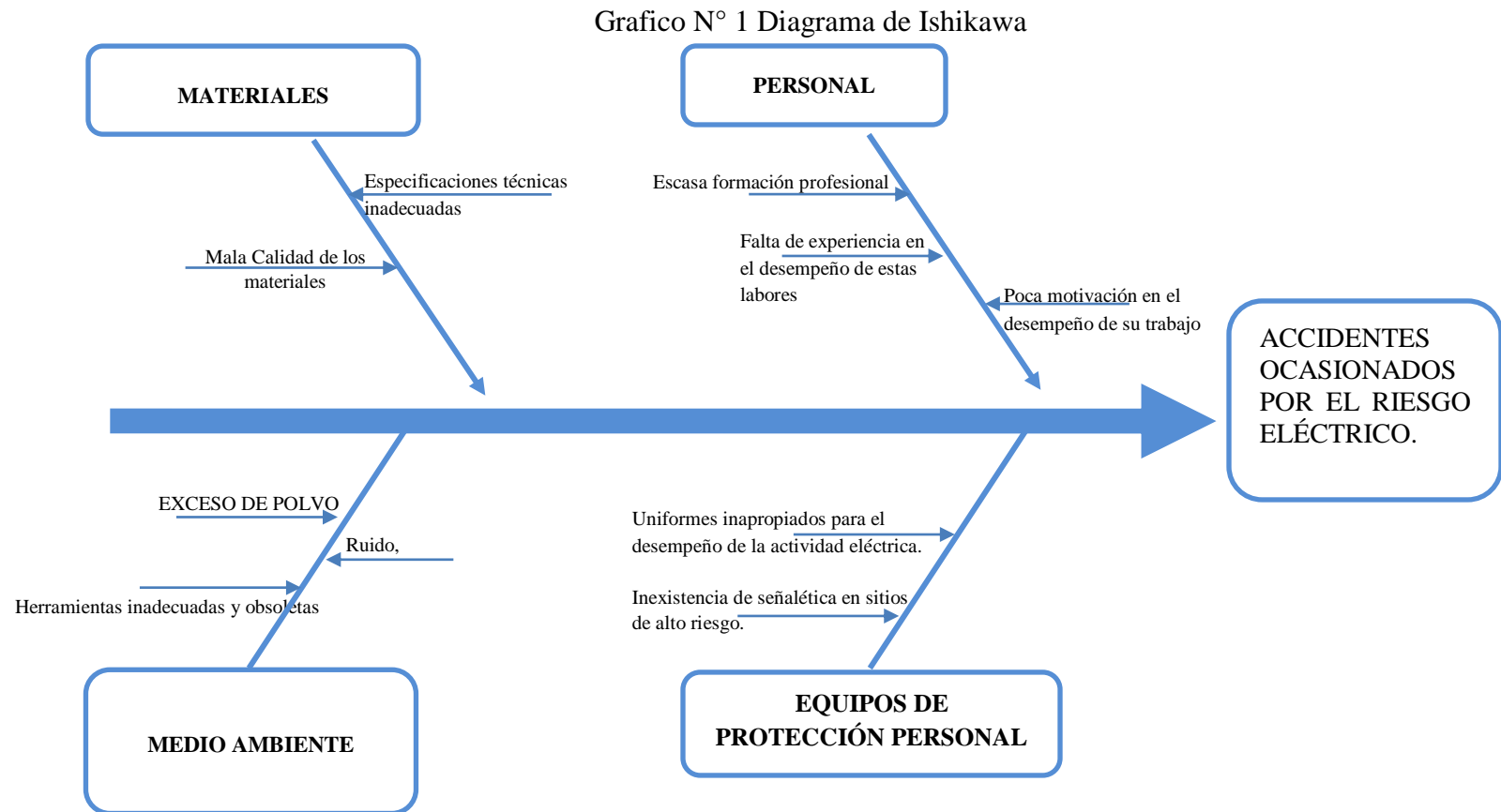
En el año 2010 se produjo un accidente de contacto eléctrico en el sector Bellavista, ubicado en la población de Playas, donde se manipuló un transformador de 25 Kva., sin tener los equipos de protección personal adecuados para trabajar en estas condiciones. En aquella ocasión el trabajador sufrió quemaduras considerables que lo mantuvieron hospitalizado por tres meses, luego de lo cual no quiso regresar a ejercer este tipo de actividad, llegando a un acuerdo con la empresa para finiquitar su tiempo de trabajo.

En el año 2013, se produjo otro accidente por contacto eléctrico, a través de un personal contratado quienes realizaban un puente en media tensión, sin haber tomado la precaución de desconectar la línea de tensión. Esto provocó heridas o quemaduras de segundo grado en un 25 % del cuerpo de la persona afectada. En el 2015 se produjo nuevamente otro accidente con las mismas características, pero esta vez en la vía Data – Posorja, donde se realizaban trabajos de repotenciación

en las líneas de media tensión de la alimentadora con la interconexión, y por no saber los manuales de procedimientos se produjo este percance que lastimo a 1 trabajador, el cual sufrió heridas de consideración en algunas partes del cuerpo, producto de la descarga eléctrica, y posteriormente morir.

Este tipo de situaciones, producto de errores, desconocimiento y omisiones a la normativa de seguridad industrial, eléctrica y salud ocupacional, perjudican a la integridad física de los trabajadores de CNEL, del departamento técnico de la División Playas, los cuales hay que corregirlas para evitar continuos accidentes que ponen en situación crítica a los trabajadores de la empresa.

1.2.1. DIAGRAMA DE ISHIKAWA (RELACIÓN DE CAUSA – EFECTO)



FUENTE: Datos de la Investigación

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

1.2.2. Relación de causa – efecto sobre la problemática que se investiga

a) Materiales:

Es de mencionar que los accidentes eléctricos se pueden producir por el uso de materiales no adecuados, de mala calidad, especificaciones fuera de contexto y no técnicas, la no utilización de vehículos adecuados con un sistema de brazos hidráulicos que faciliten la operación del sistema en las líneas de media tensión, la formación del personal que debe tener desde su ingreso a la empresa y su posterior capacitación constante.

b) Personal:

La experiencia que debe ir adquiriendo a través de su permanencia en el puesto de trabajo y su posterior ascenso; la falta de supervisión por personas con la experiencia y conocimientos necesarios para el control y cuidado personal que labora en CNEL, además de que no reciben la capacitación adecuada y oportuna para un mejor desempeño de sus labores que realiza en la empresa, motivo de estudio.

Esto hace que el trabajador no se sienta motivado, lo que podría mejorar a través de charlas, seminarios, talleres, pues solo reciben órdenes y nadie se preocupa de que si el trabajador está o no cumpliendo a cabalidad su trabajo en el desarrollo de las actividades diarias.

c) Medio Ambiente:

Es de indicar que el exceso de polvo, ruido, la fatiga del trabajo asociado por los rayos ultravioleta a que se encuentran expuestos los trabajadores del turno del día, además de estar expuestos al polvo de las calles, ruidos de los vehículos que circulan día a día en la zona de Playas, hacen que éstos se sientan abrumados y estresados y no cumplan con eficiencia el desempeño de sus labores.

Además del uso no adecuado de los uniformes, herramientas con sistema de aislamiento para media tensión, además de ordenes confusas emanadas por los jefes superiores y porque no se siguen procedimientos adecuados para este tipo de trabajos que desarrollan los trabajadores en sus actividades diarias.

d) Equipos de Protección Personal:

Se establece además que los uniformes inapropiados para el desempeño de la actividad eléctrica y de la inexistencia de señalética en sitios de alto riesgo, ponen en riesgo la salud e integridad de los trabajadores.

Con estos antecedentes se prevé establecer las medidas de prevención para cada uno de los posibles riesgos eléctricos inherente a las actividades desarrolladas en los puestos de trabajo que garanticen la continuidad de las operaciones, evitando los posibles riesgos a que están sometidos el personal de la empresa en el desarrollo de sus actividades de media tensión.

1.3. Justificación

La Unidad de Negocios CNEL, Santa Elena, División Playas, y su Departamento Técnico en relación a las líneas de media tensión, actualmente poseen una serie de problemas, originados por una serie de situaciones, entre las que se destacan: la falta de equipos de protección personal apropiados para este tipo de labores, el desconocimiento de procedimientos a seguir y a la mala utilización de los materiales, producen estos problemas que ocasionan accidentes eléctricos entre el personal que labora en la empresa, produciendo además de las situaciones de seguridad y salud ocupacional, problemas de tipo legal y económicos por las altas indemnizaciones que debe pagar la empresa.

En la Unidad de Negocios CNEL, se trata de mantener un proceso sistemático que permita disminuir los riesgos eléctricos a los que están sometidos los trabajadores de la empresa, por lo que se hace necesario un estudio, análisis y control de los riesgos eléctricos en las líneas de media tensión para minimizar los accidentes de los trabajadores del área técnico de la Unidad de Negocios Santa Elena, división Playas y de esta manera aplicar normas, procedimientos que garanticen la salud e integridad de los trabajadores.

Por lo que la aplicación de esta propuesta de trabajo va a permitir que las situaciones de riesgos que se presentan constantemente en la empresa CNEL, División Playas, disminuyan, manteniendo en la empresa un clima de seguridad, confianza y fortalecimiento de la moral entre los trabajadores, pues sus labores

están siendo protegidas por los directivos de la empresa, y más que nada se trabaja en un clima que permite desarrollar con total normalidad sus actividades, sin que corra el riesgo de sufrir algún percance que lo incapacite para toda la vida o que corte su existencia dejando a una familia sin la protección paternal.

Por lo que se elabora este trabajo investigativo a fin de aplicar los procedimientos apropiados para garantizar la seguridad de los trabajadores de la empresa y así minimizar al máximo los riesgos a los que está expuesto el trabajador en el desarrollo de su jornada de trabajo diario. Por lo que, directivos y trabajadores de CNEL E.P. División Playas deben trabajar en conjunto a fin de hallar los correctivos necesarios para garantizar la estabilidad laboral de los trabajadores y así mantener un clima cordial y ameno en el desarrollo de las actividades de la empresa.

Es de mencionar que una de las medidas a aplicar es el uso obligatorio de los equipos de protección personal que debe de usar el trabajador al momento de realizar algún tipo de trabajo en las líneas de media tensión, pues su uso constante y obligatorio reduce al mínimo cualquier situación que se presente; otra de las medidas es la capacitación constante del personal que labora en el campo, para que cada uno de ellos haga conciencia de los riesgos a que está expuesto y que siempre que se realicen trabajos en las líneas de media tensión hay que tomar todas las precauciones necesarias a fin de precautelar la vida y la seguridad de los compañeros de trabajo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Realizar un estudio a través del análisis y control de los riesgos eléctricos en las líneas de media tensión, a los que están expuestos el personal del área técnica de CNEL, División Playas para minimizar los accidentes de los trabajadores.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Aplicar planes y programas de prevención de riesgos eléctricos en el área técnica.
- Efectuar el diagnóstico actual de actos y condiciones inseguras.
- Emplear las normas y reglamentos de seguridad para evitar los riesgos eléctricos.
- Analizar los factores que ocasionan los riesgos eléctricos al manipular líneas de media tensión.
- Evaluar el costo beneficio de la propuesta

1.5. Hipótesis

Al realizar el estudio, análisis y control de los riesgos eléctricos en las líneas de media tensión, se logrará minimizar los accidentes laborales a los que están expuestos los trabajadores de la Unidad de Negocios CNEL, de Santa Elena, del área técnica de la División Playas.

1.6. Variables

1.6.1. Variable Independiente

- Estudio, análisis y control de los riesgos eléctricos en las líneas de media tensión.

1.6.2. Variable Dependiente

- Minimizar los accidentes laborales a los que están expuestos los trabajadores de la Unidad de Negocios CNEL.

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1. Historia de la empresa

El servicio de distribución de energía eléctrica es muy importante para el desarrollo de los pueblos ya que la gran mayoría de las empresas de productos y servicios necesitan de un servicio básico para su proceso.

Después de las gestiones de 1964 que efectuaron los representantes de las Municipalidades de Santa Elena y Salinas de aquella época, señores Luis Eduardo Rosales Santos y Alfonso Cobos Moscoso, a la acogida del Econ. Cristóbal Flores Mejía, Gerente General del INECEL de ese entonces, que incluyó en los convenios con AID y EXINBANK el proyecto de electrificación para la península.

Una vez que con fecha 14 de Diciembre de 1965 es aprobado el estatuto, instrumento legal de la empresa, y que la Junta Nacional de Planificación con fecha 16 de marzo de 1966, emitiera el dictamen favorable, se constituye la Empresa Eléctrica Península de Santa Elena C. A., el 24 de Marzo de 1966, con un capital de seis millones de sucres, siendo sus accionistas: INECEL por el Estado, y las Municipalidades de Salinas y Santa Elena por las comunidades peninsulares. En ese entonces EMEPE dio marcha dejando atrás las plantas eléctricas Municipales de uso limitado, las velas y candiles. El 22 de Diciembre de

1967, se instaló cuatro grupos Termoeléctricos F.M. de 3.600 KV dando servicio a 1.900 usuarios, 3 años más tarde se instalan dos grupos CATERPILLAR de 250 Kw, En 1.973, se instala un grupo WALEN de 1.140 Kw En la Central La Libertad.

En el siguiente año se instala un grupo F.M. de 1.600 Kw en la central de playas, dos años después se instalan dos grupos F.M. de 2.840 Kw y en 1.977, se instala un grupo igual F.M. de 2.840 Kw En el año 1.978, se instalan dos grupos C.P. de 4.440 Kw. en la Central La Libertad, Debido al crecimiento de la demanda de la Península en 1.983 se instalan cuatro grupos G.M. de 2.500 Kw. Todos estos equipos suman una capacidad instalada de 33.240 Kw los mismos que han trabajado ininterrumpidamente las 24 horas del día para poder brindar servicio a todas las poblaciones de la Península y Playas.

A partir del año 1.988 la Empresa poco a poco deja de generar energía y se convierte en Distribuidora, que comercializa la energía proveniente de los proyectos Hidroeléctricos y Térmicos del Sistema Nacional Interconectado. En la última década se adquieren al Sistema Nacional Interconectado 167'933.467 Kwh que cuenta además con 13 subestaciones con una capacidad de 95.000 KVA 171 Km de Líneas de Su transmisión a 69 Kv., 1280 Km de Líneas de Distribución a 13.8 Kv, 593 Km de redes de alta tensión y 1.123 Km de redes de baja tensión.

A partir de Septiembre del 2006, la empresa experimentó un cambio conceptual en cuanto a la seguridad industrial y su gestión ambiental, la cual se orientó a ir

más allá del cumplimiento de las normas ambientales, consolidando la cultura ambiental de la empresa como un mecanismo en la búsqueda de un desarrollo sustentable y el mejoramiento continuo de la misma.

Desde junio del 2007 la Empresa no está generando energía y sus actividades se centran en la distribución de energía, para lo cual durante el 2008 contó 14 subestaciones de Distribución con una capacidad total de 98, 75 KVA.

En un primer paso se creó la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), como una entidad adscrita a la Presidencia Ejecutiva de la empresa, actual Gerencia Regional. Esto en función a que las UGAS cumplen funciones de auditoría ambiental interna, lo cual requería mantener independencia de otras operaciones de la empresa con posibilidad de generar impactos ambientales negativos.

En diciembre del 2008, el Consejo Directivo de EMEPE en aquel entonces, resolvió aprobar el proyecto presentado por el Sr. Presidente Ejecutivo de la Empresa, Ing. César Palacios Alejandro, de crear una estructura de EHS que integra la UGA con los componentes de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial. Una estructura comúnmente denominada de EHS por sus siglas en inglés Enviroment, Healh & Safety, concepto frecuentemente asimilado en nuestro idioma como Ecología, Higiene y Seguridad, obedece a las interrelaciones y sinergias existentes entre esos componentes y responde a la hipótesis: una gestión más eficaz puede ser obtenida mediante una administración conjunta de los tres componentes de EHS.

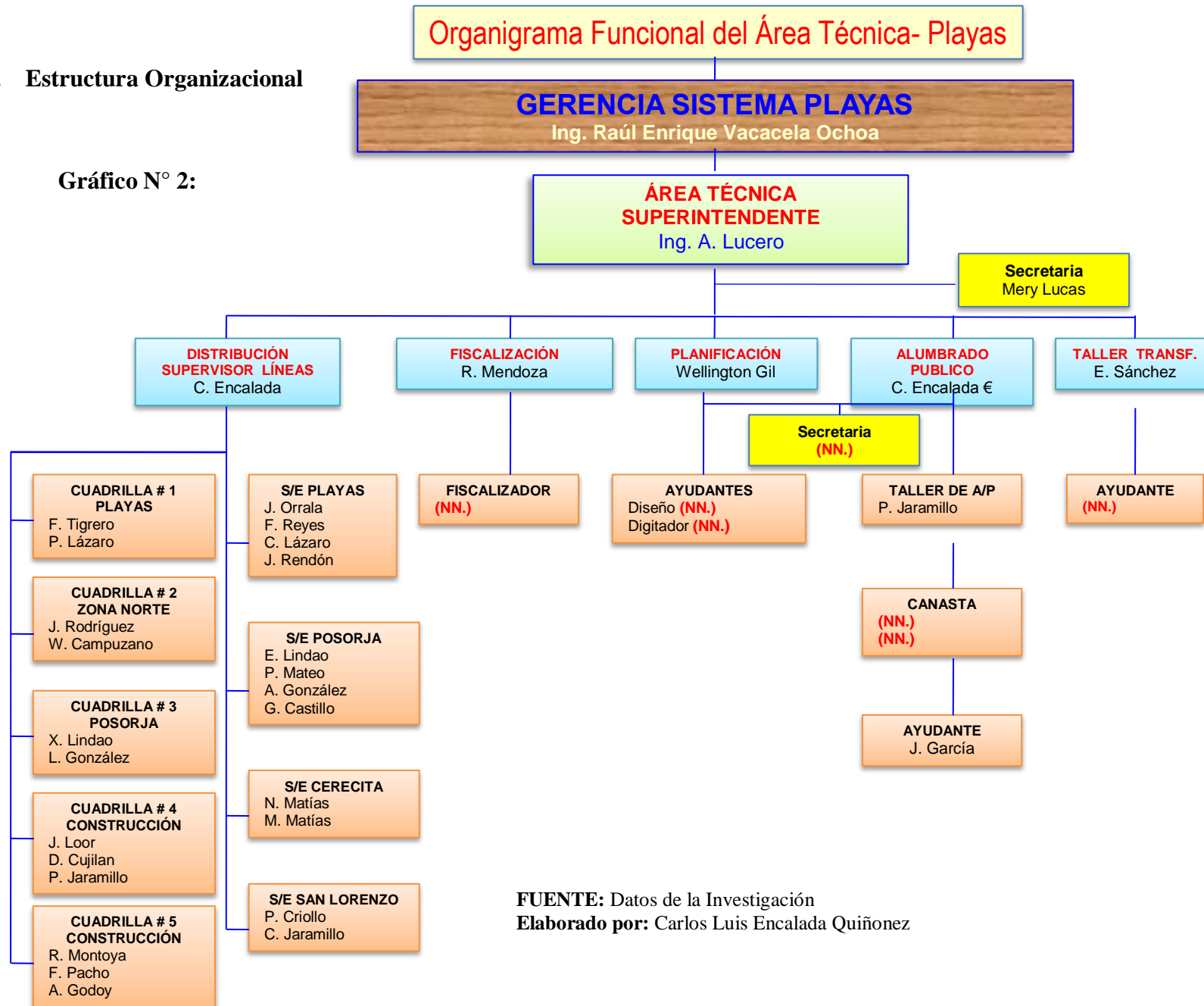
2.2. La empresa y sus actividades

CNEL E.P. Unidad de Negocio Santa Elena, se constituye como una empresa creadora de bienestar y desarrollo dentro de la provincia, su función principal es la de satisfacer las necesidades y requerimientos del mercado, los cuales se encuentran vinculados directamente en relación de la demanda de energía eléctrica, la misma que de acuerdo a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico debe ser brindado en buenas condiciones de continuidad, calidad y en la oportunidad que se desea.

La Corporación Nacional de Electricidad Unidad de Negocios Santa Elena (CNEL STE), opera desde hace cincuenta años con el propósito de suministrar energía a toda la Provincia de Santa Elena, y parte del Cantón Guayaquil de La Provincia del Guayas como los cantones de Playas, Posorja, Cerecita y San Lorenzo. La empresa se constituyó el 24 de marzo de 1966 y en el año 1967 arrancó sus operaciones con cuatro grupos Termoeléctricos F.M. de 3600 KV, con los que atendió a 1900 usuarios.

2.3. Estructura Organizacional

Gráfico N° 2:



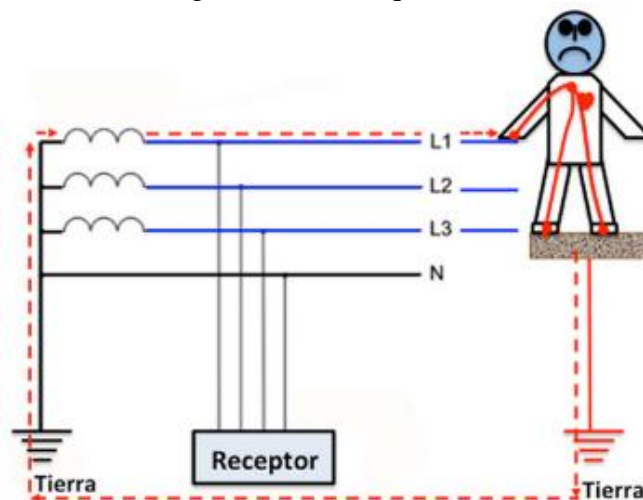
FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

2.4. Marco Teórico

2.4.1. Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano

Cuando alguna parte o partes del cuerpo humano entran en contacto con dos puntos u objetos entre los que existe una diferencia de potencial (voltaje), se establece el paso de una corriente eléctrica a través del cuerpo que puede producir efectos muy diversos, desde un leve cosquilleo hasta la muerte, pasando por contracciones musculares, dificultades o paro respiratorio, caídas, quemaduras, fibrilación ventricular y paro cardíaco. Esto se conoce como choque eléctrico: El choque eléctrico puede producirse al tocar elementos sometidos a tensión, como cables o barras metálicas desnudas (contacto directo), u objetos, normalmente inofensivos, cuya tensión se debe a fallos y defectos de aislamiento (contacto indirecto).

Figura N° 1: Choque Eléctrico



Fuente: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (2002).
Elaborado por: Carlos Encalada

Para poder comprender el proceso es necesario puntualizar que la red de distribución en baja tensión -la que entra en nuestros domicilios, oficinas, locales comerciales, etc.- es trifásica y el neutro está conectado a tierra.

A partir del esquema anterior puede inferirse que si una persona entra en contacto con una de las fases L1, L2, L3 y tiene los pies apoyados en el suelo (o toca alguna masa metálica, tubería, etc. que haga buen contacto con tierra) se cerrará el circuito estableciéndose una corriente que atravesará su cuerpo, produciéndole el choque. Lo mismo ocurrirá si toca la carcasa metálica de algún aparato que presente defectos de aislamiento.

2.4.1.1. Introducción

Cuando una persona entra en contacto con la corriente eléctrica, no todo el organismo se ve afectado por igual, existen partes del cuerpo humano que se ven más afectadas que otras, entre las que se mencionan: La piel, el sistema nervioso, el corazón, y el sistema muscular.

Para tener una mejor apreciación de lo mencionado, se hace una breve explicación de la situación presentada:

2.4.1.2. La piel: La principal lesión que ocurre en ésta, son las quemaduras que pueden ser internas o externas debidas a dos motivos:

- a. Paso de la intensidad de la corriente a través del cuerpo por Efecto Joule.
- b. Por la proximidad a un arco eléctrico. Entre los efectos producidos por las quemaduras, en ella se pueden encontrar zonas de necrosis (tejidos muertos) así como la afección de diversos órganos al interior del mismo organismo, músculos, nervios e incluso los huesos.

2.4.1.3. El sistema nervioso: Los impulsos nerviosos son de hecho impulsos eléctricos. Cuando una corriente eléctrica externa interfiere con el sistema nervioso aparecen una serie de alteraciones, como vómitos, vértigos, alteraciones de la visión, pérdidas de oído, parálisis, pérdida de conciencia o parada cardiorrespiratoria. También pueden afectarse otros órganos, como el riñón (insuficiencia renal) o los ojos (cataratas, ceguera).

2.4.1.4. El corazón: La principal lesión que ocurre es la fibrilación ventricular; cuyo efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por rotura del ritmo cardíaco. El corazón, al funcionar descoordinadamente, no puede bombear sangre a los diferentes tejidos del cuerpo humano

Este hecho es particularmente grave para los tejidos del cerebro donde es imprescindible una oxigenación continua de los mismos por la sangre. Si el corazón fibrila el cerebro no puede ejecutar acciones directoras sobre órganos vitales del cuerpo, produciéndose unas lesiones que pueden llegar a ser irreversibles, dependiendo del tiempo que esté el corazón fibrilando. La

fibrilación ventricular se produce normalmente con intensidades superiores a 100 mA y tiempos de exposición mayores a 0.15 seg., que representan el 20% de la duración de un ciclo cardíaco medio, que es de 0.75 seg.

2.4.1.5. El sistema muscular: El músculo obligado a contraerse y relajarse repetidas veces llega finalmente a un estado de contracción permanente que recibe el nombre de tetanización.

El cuerpo humano requiere permanentemente de electricidad para que nuestros sentidos informen al cerebro y éste a su vez envíe las señales de ejecución a las terminales nerviosas de los músculos. Internamente se generan impulsos de tensión del orden de 0.1V. Si externamente se aplica alguna tensión, ciertos movimientos corporales se ven seriamente afectados.

Dependiendo de las condiciones en que se presente la tetanización, una persona podría mantener el control parcial de sus movimientos, logrando así el imanar el contacto eléctrico que esté afectando a determinada parte del cuerpo.

En otros casos, la contracción muscular es tan fuerte que la persona afectada puede quedar inmovilizada o salir despedida, pudiendo así producirse algún tipo de corte, golpe o quemadura. Esto suele ocurrir con intensidades de corriente en el orden de 10 - 25 mA.

2.4.1.6. Factores que interviene en el efecto eléctrico.

El efecto que produce la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano depende de una serie de factores, entre los que se puede citar:

- Intensidad de la corriente eléctrica.
- Tiempo de contacto o de paso de la corriente.
- Tensión o diferencia de potencial.
- Resistencia o impedancia del cuerpo entre los puntos de contacto.
- Trayectoria o recorrido de la corriente a través del cuerpo.
- Frecuencia de la corriente.

2.4.1.7. Intensidad de la corriente eléctrica.

Esta suele ser el factor determinante de la gravedad de las lesiones, de tal forma que a mayor intensidad habrá mayores secuelas en el organismo de la persona afectada, ya que cuando ésta entra en contacto con un elemento activo de la instalación eléctrica o un elemento accidentalmente puesto en tensión se establece una diferencia de potencial entre la parte del cuerpo que haya tocado el elemento energizado y la parte del cuerpo puesta en tierra (normalmente mano - pie).

Los efectos fisiológicos producidos por el paso de una intensidad eléctrica para una frecuencia de 50/60 Hz, se resumen en la siguiente Tabla N° 1.

Tabla N° 1: Efectos fisiológicos producidos por el paso de corriente eléctrica

INTENSIDAD	EFFECTOS FISIOLÓGICOS QUE SE OBSERVAN EN CONDICIONES NORMALES
0 – 0,5 mA	No se observan sensaciones ni efectos. El umbral de percepción se sitúa en 0,5 mA.
0,5 – 10 mA	Calambres y movimientos reflejos musculares. El umbral de no soltar se sitúa en 10 mA.
10 – 25 mA	Contracciones musculares. Endurecimiento de brazos y piernas con dificultad de soltar objetos. Aumento de la presión arterial y dificultades respiratorias
25 – 40 mA	Fuerte tetanización. Irregularidades cardíacas. Quemaduras. Asfixias a partir de 4 segundos.
40 – 100 mA	Efectos anteriores con mayor intensidad y gravedad. Fibrilación y arritmias cardíacas.
- 1 A	Fibrilación y paro cardíaco. Quemaduras muy graves. Alto riesgo de muerte
1 – 5 A	Quemaduras muy graves. Parada cardíaca con elevada probabilidad de muerte

(Fuente: Seguridad eléctrica: efecto de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano)

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

2.4.1.8. Tiempo de contacto o de paso de la corriente.

La duración del contacto eléctrico es junto con la intensidad uno de los factores de mayor influencia en el tipo y magnitud de las lesiones que puede producir la electricidad. Se ha llegado a establecer una relación matemática entre ambas, la cual fue adoptada por la OIT (Organización Internacional del Trabajo), la cual se expresa de la siguiente manera:

$$1 = \frac{60}{\sqrt{t}} (mA)$$

Estando t comprendido entre 0 y 3 segundos

Es así que se ha llegado establecer cuatro zonas con la finalidad de determinar los niveles de peligrosidad de la corriente eléctrica en función del tiempo de exposición:

- Zona 1: Habitualmente ninguna reacción.
- Zona 2: Ningún efecto fisiológico peligroso.
- Zona 3: No se presenta ningún daño orgánico; con duración superior a 2 segundos se pueden producir contracciones musculares que dificultan la respiración, paradas temporales del corazón sin llegar a la fibrilación ventricular.
- Zona 4: Riesgo de parada cardíaca por fibrilación ventricular, parada respiratoria, quemaduras graves.

2.4.1.9. Tensión o diferencia de potencial.

Es un factor que unido a la resistencia del cuerpo humano provoca el paso de la intensidad de corriente por éste, por lo tanto, se debe considerar dos tipos de tensiones que se presentan dentro de los riesgos eléctricos, las cuales se describen a continuación:

Tensión de contacto:

Es aquella que se origina como resultado de que dos partes distintas del cuerpo humano (por lo general las manos y los pies) entran en relación directa con dos elementos que se encuentran a distinta tensión.

Tensión de defecto.

Es aquella que surge como consecuencia de un defecto de aislamiento entre dos masas, una masa y un elemento conductor, una masa y tierra.

Las lesiones por alto voltaje tienen mayor poder de destrucción de los tejidos y son las responsables de las lesiones severas; aunque con 120 - 220 voltios también pueden producirse electrocuciones, es por eso que se ha definido diversas tensiones de seguridad para la realización de trabajos en diferentes sitios

- Lugares secos: 50V
- Lugares húmedos o mojados: 24V.
- Lugares sumergidos: 12V.

Estas tensiones de seguridad pueden ser aplicadas indefinidamente al cuerpo humano sin peligro; deben ser usadas como medidas de protección contra cualquier tipo de contacto eléctrico.

2.4.1.10. Resistencia o impedancia del cuerpo entre los puntos de contacto.

Entre los factores determinantes se tiene: la edad, el sexo, las tasas de alcohol en la sangre, el estado de la superficie de contacto (humedad, suciedad, etc.), la tensión de contacto, etc. El valor máximo de resistencia se establece en 3000 Ohmios y el mínimo en 500 Ohmios. La piel seca tiene una gran resistencia, del orden de 4.000 Ohmios para la corriente alterna. En el caso de piel húmeda se reducen los niveles de resistencia hasta 1500 Ohmios, con lo que sólo con 100 V la intensidad que atraviesa el organismo puede producir la muerte. La sudoración también es un factor que puede disminuir la resistencia de la piel.

En el interior del organismo la resistencia disminuye en proporción directa a la cantidad de agua que presentan los distintos tejidos; así, de mayor a menor resistencia tenemos los huesos, el tendón, la grasa, la piel, los músculos, la sangre y los nervios.

2.4.1.11. Trayectoria o recorrido de la corriente a través del cuerpo.

La gravedad de un accidente depende del camino de la corriente a través del cuerpo. Una trayectoria larga, en principio, presentará mayor resistencia dejando pasar menos intensidad pero si atraviesa órganos vitales como el corazón, los pulmones, el hígado, etc., puede provocar lesiones mucho más graves. Los recorridos más peligrosos son los que afectan a la cabeza (daños cerebrales) o al tórax (parada cardiorrespiratoria).

Los valores de intensidad y tiempo reflejados en la “Tabla de Efectos Fisiológicos” corresponden a un trayecto “mano izquierda – dos pies”. Para otros caminos debe aplicarse un coeficiente de corrección F llamado “*factor de corriente de corazón*” que permite calcular la equivalencia del riesgo de las corrientes que atraviesan el cuerpo siguiendo otros recorridos.

La intensidad equivalente viene dada por la fórmula:

$$I_{eq} = I_{ref}/F$$

Siendo I_{ref} la intensidad correspondiente al trayecto mano izquierda – dos pies y F = el factor de corriente de corazón

2.4.1.12.Frecuencia de la corriente.

El cuerpo puede verse afectado por diversas frecuencias, pero habitualmente es a 60 Hz que aumenta el riesgo de fibrilación ventricular. Ésta se puede superponer al ritmo cardíaco y producir una alteración en el mismo.

La impedancia del cuerpo humano no obedece sólo a la tensión de contacto sino también a la frecuencia de la intensidad de la descarga que se recibe, lo que provoca las alteraciones y heridas consecuencias de esta situación. La impedancia tiende a disminuir a medida que aumenta la frecuencia, hecho que puede explicarse según la norma CEI 479 - 84.

2.5. Marco legal actual con relación a seguridad

La normativa seguridad en el trabajo aplicada en el país puede ser resumida bajo requisitos legales que para la realización de la presente investigación son importantes y que posibilitan el controlar de forma eficaz la seguridad laboral en el ejercicio de las actividades laborales. En relación a la escala legal del Ecuador en relación a la salud y seguridad, a continuación se puede mencionar:

Constitución Política de la República del Ecuador (R.O. 449: 20-OCT-2008)

Art. 33.- “El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado”

En cuanto a este artículo se establece que el estado garantizará a las personas un justo trato tanto en lo laboral como en lo económico, respetándose la dignidad de las personas, las cuales tienen que estar integradas al sistema laboral, pues según el estado son parte integral del desarrollo de la economía, por lo tanto no pueden permanecer desempleadas.

Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

“Toda persona tendrá derecho desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.”

A criterio del artículo 326, expresa que cada empresa debe contar con los más elementales servicios de seguridad, higiene y bienestar laboral, para que el trabajador pueda desarrollar en un clima de armonía, donde prime y se garantice su integridad.

“Decisión 584: Sustitución de la decisión 547, Instrumento Andino de seguridad y salud en el trabajo. (Aplicable a los países miembros de la CAN Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia)”

Art. 11.- “En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial”

Basados en las disposiciones del Instrumento Andino de seguridad y salud en el trabajo, expresa que todas las empresas, cualquiera que sea su índole, tamaño o generación de alguna actividad, está en la obligación de establecer medidas de seguridad en todas las áreas de la empresa, como prevención para garantizar la salud y el bienestar de los trabajadores.

Art. 12.- “Los empleadores deberán adoptar y garantizar el cumplimiento de las medidas necesarias para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores, entre otros, a través de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.”

Todas estas disposiciones deben ser cumplidas a cabalidad, pues son muy necesarias para garantizar el desarrollo de las actividades de la empresa y así no pueda tener ningún tipo de retraso en cada una de ellas.

Resolución 957: Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y salud en el trabajo.

Art. 1.- “según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, los países miembros desarrollarán los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos”:

- a) “Gestión Administrativa.....”
- b) “Gestión del Técnica.....”
- c) “Gestión del Talento Humano.....”
- d) “Procesos Operativos Básicos.....”

Estas disposiciones del Instrumento Andino de seguridad y salud en el trabajo, prevén los cambios que se están dando a nivel mundial y son el fiel reflejo de la protección que se le brinda al trabajador para que realice una buena labor en concordancia con el desempeño de sus actividades de la empresa donde cumple su

jornada diaria, es de mencionar además que en nuestro país, estos cambios también están contemplados en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, el mismo que protege al trabajador en todos los aspectos.

Código del Trabajo (Codificación 2005-17, R.O. 167:16 de dic- 2005) Título IV:

Capítulo V: Art. 410.-“Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida. Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo”

En lo referente a esta disposición que se encuentra dentro del Código de trabajo ecuatoriano expresa que todo empresario/empleador debe brindar las garantías necesarias para que el desempeño del trabajador dentro de las dependencias de la empresa le garantice su integridad física y pueda trabajar con total normalidad. Así mismo el trabajador está obligado a seguir las normativas de seguridad que se aplican dentro de la empresa para la prevención de accidentes, su omisión o no cumplimiento a estas regulaciones de la empresa permitirá al jefe de personal dar por terminado dicho contrato con el empleado que lo ha incumplido.

“REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO del IESS (Resolución CD-390, R.O. año 2011) Art. 51.- SISTEMA DE

GESTIÓN.- Las empresas deberán implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, como medio de cumplimiento obligatorio de las normas legales o reglamentarias, considerando los elementos del sistema”:

a) Gestión Administrativa:

a1) Política;

a2) Organización

a3) Planificación

a4) Integración–Implantación

a5) Verificación–Auditoría interna del cumplimiento de estándares e índices de eficacia del plan de gestión

a6) Control de las desviaciones del plan de gestión

a7) Mejoramiento Continuo

b) Gestión Técnica:

b1) Identificación de factores de riesgo

b2) Medición de factores de riesgo

b3) Evaluación de factores de riesgo

b4) Control operativo integral

b5) Vigilancia ambiental y de la salud

c) Gestión del Talento Humano:

c1) Selección de los trabajadores

c2) Información interna y externa

- c3) Comunicación interna y externa
- c4) Capacitación
- c5) Adiestramiento
- c6) Incentivo, estímulo y motivación de los trabajadores
- d) Procedimientos y Programas Operativos Básicos:
 - d1) Investigación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales
 - d2) Vigilancia de la salud de los trabajadores
 - d3) Planes de emergencia
 - d4) Plan de contingencia
 - d5) Auditorías internas
 - d6) Inspecciones de seguridad y salud
 - d7) Equipos de protección individual y ropa de trabajo

Sobre lo que estipula el Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo del IESS, en donde se manifiesta que las empresas deberán implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para cumplimiento de las normas legales o reglamentarias, considerando los elementos del sistema de manera obligatoria, es necesario dejar claro que las empresas están siendo obligadas a través de las diversas normativas legales, so pena de ser sancionadas por los organismos competentes.

“Art. 52.- Evaluación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo de la empresa.- Para evaluar el sistema de gestión de la seguridad y salud en el

trabajo, la empresa u organización remitirá anualmente al Seguro General del Trabajo los siguientes indicadores”:

a) Índices reactivos.-

a1) Índice de Frecuencia (IF)

a2) Índice de Gravedad (IG)

a3) Tasa de Riesgo (TR)

b) Índices pro activos.-

b1) Análisis de riesgo de la tarea, A.R.T.

b2) Observaciones planeadas de acciones sub estándares, OPAS

b3) Diálogos periódicos de seguridad, DPS

b4) Demanda de seguridad, DS

b5) Entrenamiento de seguridad, ENTS

b6) Ordenes de servicios estandarizados y auditados, OSEA

b7) Control de accidentes e incidentes,

Es indudable que la protección que se da al trabajador en la actualidad ha cambiado ostensiblemente, por lo que dista de ser lo que era antes, hoy las empresas reconocen todo lo concerniente a reformas legales tanto del estado como de los organismos de protección que velan por la seguridad de los trabajadores, por lo que, periódicamente entran en un sistema de evaluación, lo que le permitirá ser reconocida como una empresa 100% a carta cabal que cumple las normativas legales vigentes.

“CAI TERCER ANEXO.- Procedimiento para investigación y análisis de accidentes de trabajo. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo decreto (Decreto Ejecutivo 2393 R.O. 565: 17-nov-1986)”

“Art. 11. OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES.- Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes”:

1. “Cumplir las disposiciones de este Reglamento y demás normas vigentes en materia de prevención de riesgos”.
2. “Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad”.

Sobre este particular, es necesario puntualizar que estos puntos ya están enmarcados en otros reglamentos que rigen nuestra sociedad, lo cual avaliza lo que se ha mencionado, que todas las leyes de la sociedad ecuatoriana amparan y protegen al trabajador desde el momento que ingresa a laborar en alguna empresa, pero así como hay leyes que lo protegen, también hay disposiciones que lo sancionan si infringe leyes o que incumplan aquellas en donde se mencione lo que debe hacer o cumplir para la protección de su integridad.

“Art. 13. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES”

1. “Participar en el control de desastres, prevención de riesgos y mantenimiento de la higiene en los locales de trabajo cumpliendo las normas vigentes”.

Sobre la participación de los trabajadores en el control de los desastres y otros eventos que se presenten en el desarrollo de las actividades de la empresa, es necesario que estos estén capacitados previamente, y de que conozcan de las normativas de la empresa sobre estos eventos, a fin de salvaguardar la integridad física propia y la de los compañeros de trabajos, además de proteger si es que fuese necesario las instalaciones de la empresa.

“Art. 14. DE LOS COMITÉS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO”

1. “En todo centro de trabajo en que labore más de quince trabajadores deberá organizarse un comité de seguridad en el trabajo. Participar en el control de desastres, prevención de riesgos y mantenimiento de la higiene en los locales de trabajo cumpliendo las normas vigentes”.

Es indudable que esta normativa se debería cumplir en todas las empresas que existen en nuestro país, no sería una excepción si alguien omitiese esta ley, pues corre el riesgo de que se la sancione y tenga problemas legales para su normal funcionamiento.

Es de indicar que la reciente Resolución C. D. 513, emitida el 4 de Marzo del 2016 a través del IESS, recoge una serie de situaciones que se han dado en el desarrollo de las actividades de las empresas en el país que afecta directamente a los trabajadores, para lo cual se establecen cambios en las diferentes leyes vigentes a fin de precautelar la integridad, salud y bienestar de los trabajadores.

RESOLUCIÓN N° C. D. 513 CONSEJO DIRECTIVO DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL CONSIDERANDO:

Que, el artículo 326 numeral 5 de la Constitución de la República, establece que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”; y, el numeral 6 establece que: “Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo con la ley”;

Que, el artículo 155 de la Ley de Seguridad Social señala como lineamiento de política del Seguro General de Riesgos proteger al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales, incluida la rehabilitación física y mental y la reinserción laboral;

Que, el artículo 156 de la Ley de Seguridad Social dispone que: “el Seguro General de Riesgos del Trabajo cubre toda lesión corporal y todo estado mórbido

originado con ocasión o por consecuencia del trabajo que realiza el afiliado, incluidos los que se originen durante los desplazamientos entre su domicilio y lugar de trabajo... No están amparados los accidentes que se originen por dolo o imprudencia temeraria del afiliado, ni las enfermedades excluidas en el Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo como causas de incapacidad para el trabajo”

Estas y otros articulados que se encuentran en vigencia a través de la Resolución N° C.D.513 del Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, los mismos que deben ser cumplidos para la protección de la integridad de los trabajadores.

2.6. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se aplica a los 41 trabajadores de CNEL E. P. División Playas, las cuales se detallan en el Organigrama Funcional del área Técnica, donde se realizará una entrevista al Sr. Ing. Raúl Enrique Vacacela Ochoa, Gerente de Operaciones de la División Playas y la encuesta al personal Administrativo, Operativo y de campo (40 Trabajadores)

2.7. Técnicas de observación

Para el efecto se trabajará con las técnicas de las encuestas al personal de campo y la entrevista dirigida a los directivos de la empresa, la misma que ayudará a la

recopilación de datos y a direccionar de mejor manera el presente trabajo investigativo.

2.7.1. Entrevista

Se aplicará a los directivos de la Unidad de Negocios CNEL E.P, a través de un formulario de preguntas, claras, sencillas, en donde los directivos pondrán a conocimiento de cuáles son las posibles causas de esta problemática que se han presentado en la empresa.

2.7.2. Encuestas

Se la llevará a cabo a los trabajadores de la empresa motivo de estudio, a fin de recabar información de primera mano sobre las posibles causas de porque se dan o se presentan los accidentes en el desarrollo de las actividades diarias, a fin de buscar una solución a la misma a mediano o corto plazo.

Las encuestas que se aplicarán tendrán un formato sencillo, donde los trabajadores de la empresa podrán contestar sobre preguntas que han sido elaboradas a fin de conocer el criterio de cada uno de ellos sobre el control que se va a realizar basadas en las normas y procedimientos de seguridad, la misma que permitirá disminuir los riesgos de trabajo a los que están expuestos los trabajadores.

2.7.3. La Observación

Así mismo se aplicará la técnica de observación, la cual se la realizará dentro de la empresa CNEL, E.P. del área técnica de la División Playas, para determinar si los trabajadores cumplen con las normativas y procedimientos de seguridad que debe primar en toda empresa, para el desarrollo de este tipo de actividades y que se hace para tratar de evitarlos.

2.8. Análisis de los resultados

Para poder tener una idea de lo concerniente a que piensan los trabajadores y el directivo de la empresa, se aplicará la entrevista y la encuesta respectiva a fin de poder establecer criterios y así lograr que estas opiniones sean orientadas en la aplicación de las medidas que serán aplicadas en el estudio, análisis y control de los riesgos eléctricos en las líneas de media tensión para minimizar los accidentes a que están expuestos los trabajadores del área técnica de la Unidad de Negocios Santa Elena, División Playas.

**2.8.1. Aplicación de la entrevista al Sr. Ing. Raúl Enrique Vacacela Ochoa,
Gerente de Operaciones de la División Playas.**

1. ¿Conoce todo lo concerniente a prevención de accidentes en su área de trabajo?

Como Gerente de la Empresa, es mi compromiso el estar al tanto de lo concerniente a seguridad en el desempeño de las actividades, y más aún si esta tiene que ver con el manejo adecuado de líneas de media tensión, lo que conlleva a precautelar la vida e integridad física de cada trabajador que esté bajo mi responsabilidad.

2. ¿Desde el desempeño de su función, conoce si ha habido accidentes de trabajo con algún trabajador, y cuáles han sido las consecuencias de estos?

Si, lamentablemente se han producido situaciones de accidentes con consecuencias nefastas donde se ha perdido vidas humanas, otros perdieron partes de sus miembros superiores e inferiores, y de accidentes menores que trajó una serie de situaciones legales que fueron solucionadas favorablemente para ambas partes, tanto para el trabajador como para la empresa.

3. ¿La empresa que usted gerencia, ha recibido alguna demanda legal por asuntos relacionados con accidentes de trabajo de algún trabajador?

No, nunca se dio este tipo de situaciones, debido a la buena relación existente entre directivos y trabajadores, donde primó la ayuda mutua, y siempre se dio prioridad de proteger al trabajador, pero por situaciones fortuitas se

presentaron este tipo de situaciones que conllevaron a verse envuelto en situaciones de carácter legal, porque así lo estipula la ley.

4. ¿Se han realizado estudios para el control de los riesgos eléctricos en el desempeño de las actividades de los trabajadores en las líneas de media tensión de la Unidad de Negocios Santa Elena, División Playas?

Los estudios existen, los planes para el control de los riesgos eléctricos en el desempeño de las actividades diarias de los trabajadores en las líneas de media tensión también, lo que falta es la concientización de los trabajadores de ponerlas en práctica y así minimizar todo tipo de riesgos a la que están expuestos los trabajadores que trabajan en el sector eléctrico; de igual forma, se da la capacitación oportuna al personal que labora en la empresa a fin de que conozcan las medidas pertinentes para contrarrestar los peligros que conlleva el desarrollo de su trabajo.

5. ¿Cómo Gerente de la empresa, se tiene algún plan que permita a cada trabajador tener conocimientos de las más elementales normas de seguridad y así evitar los riesgos a los que está expuesto?

Como lo expresé anteriormente, en toda empresa del sector eléctrico, la ley obliga a implementar medidas de seguridad para precautelar la vida de los trabajadores, el no hacerlo implica sanciones que van desde la suspensión de las actividades, hasta multas de carácter económico. CNEL E.P. División Playas es una empresa que cumple con los cambios en materia de seguridad industrial, tal como lo establecen las leyes del sector eléctrico y del IEES, por

lo tanto, el compromiso también debe de ser asumido por los trabajadores, a fin de establecer las causas que conllevan a esta serie de situaciones que pone en riesgo la vida de las personas.

6. A su criterio, ¿Los trabajadores de la empresa, especialmente aquellos que trabajan con líneas de media tensión, usan de manera correcta los equipos de protección personal?

No los he visto de manera personal, pero, según reportes de los supervisores de grupo, cuando se han presentado estos accidentes, se debe a la inobservancia a elementales normas de seguridad, como el uso de guantes, arnés, cascos, ropa adecuada (Equipos de protección personal), lo que pone en riesgo la vida de cada uno de ellos, por lo que se hace necesario la concientización de todos para cumplir con elementales normas de seguridad y así realizar las labores en un ambiente de seguridad.

7. ¿Dialoga constantemente con los trabajadores a fin de conocer la problemática existente sobre los accidentes que se dan en el manejo de las líneas de baja tensión?

Como Gerente de la empresa es mi obligación la de cumplir con responsabilidad mi trabajo, por lo tanto debo de conocer todo lo concerniente al desarrollo de las actividades de la empresa en todas sus áreas, por lo que la comunicación ayuda a establecer un nexo entre directivos y trabajadores.

2.8.2. Análisis de la entrevista al Sr. Ing. Raúl Enrique Vacacela Ochoa, Gerente de Operaciones de la División Playas

De acuerdo a expresiones del Gerente de Operaciones de CNEL E.P. División Playas, existen los planes y programas de prevención de los riesgos eléctricos, lo que no existe es la concientización de los trabajadores por cumplir las respectivas normas de seguridad.

Ello conlleva a que, cuando el personal que realiza trabajos en líneas de media tensión no se tomen las respectivas precauciones a fin de precautelar la vida de cada uno de ellos, por lo que, estos trabajos son ejecutados sin el uso respectivo de los equipos de protección personal.

Por lo que se hace necesario, estipular un mejor control de parte del jefe de cuadrilla cuando salen al campo a realizar mantenimientos o reparaciones en las líneas de media tensión. Es importante concientizar a todos y cada uno de los trabajadores, a fin de cumplir con las más elementales normas de seguridad que exige la ley, para así generar un clima de seguridad entre todos los trabajadores de la empresa, lo que permitiría precautelar la vida y así evitarse una serie de situaciones legales que conllevan a impases entre compañeros de trabajo.

2.8.3. Tabulación de la encuesta aplicada a los trabajadores de CNEL E.P. División Playas.

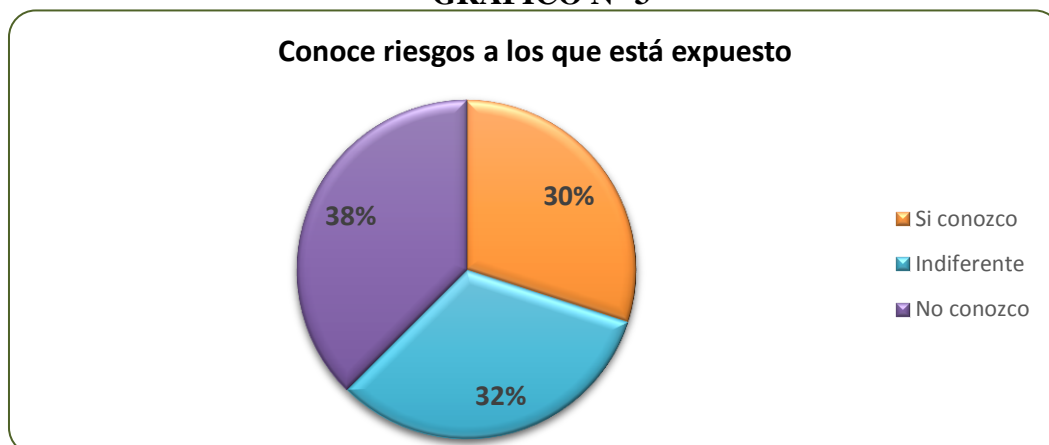
1. ¿Tienes conocimiento sobre los riesgos a los que estas expuesto en el desempeño de su trabajo?

TABLA N° 2

ÍTEMS	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Si conozco	12	30
2	Indiferente	13	32
3	No conozco	15	38
	TOTAL	40	100%

FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

GRÁFICO N° 3



FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

ANÁLISIS:

De acuerdo a la encuesta, el 38% de ellos no conoce con exactitud sobre los riesgos a los que está expuesto al momento de trabajar con líneas de baja tensión; un 32% le es indiferente a esta situación; y, apenas un 30% si conoce sobre los riesgos a que está expuesto al trabajar con líneas de baja tensión. Por lo que se deben dar a conocer a los empleados sobre normas de seguridad que debe tener siempre presente al momento de realizar acciones que conlleven el trabajo con líneas de baja tensión y así precautelar la seguridad de cada uno de ellos.

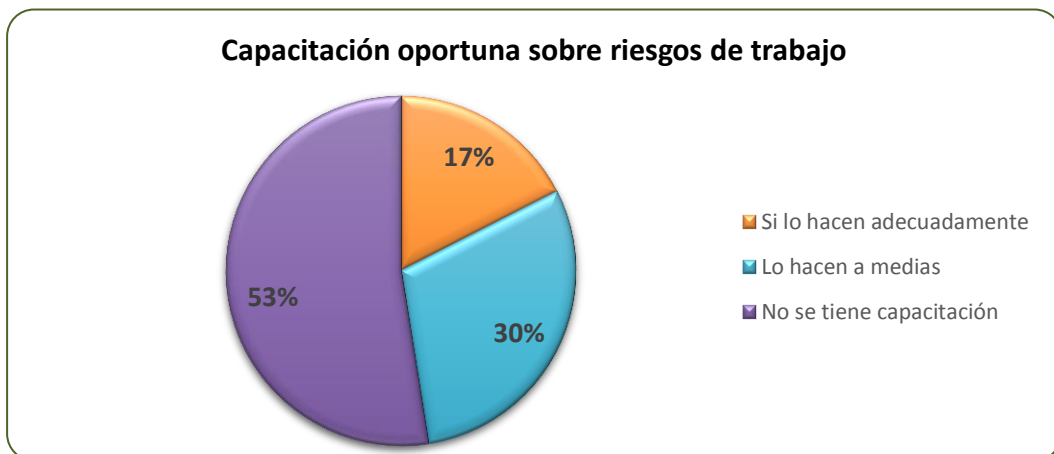
2. ¿Los directivos de la empresa le brindan asesoramiento, capacitación oportuna sobre los riesgos a los que está expuesto en el desempeño de su trabajo?

TABLA N° 3

ÍTEMS	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Si lo hacen adecuadamente	7	17
2	Lo hacen a medias	12	30
3	No se tiene capacitación	21	53
	TOTAL	40	100%

FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

GRÁFICO N° 4



FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

ANÁLISIS:

El 53% de los encuestados expresan que los directivos de la empresa no le brindan asesoramiento, capacitación oportuna sobre los riesgos a los que está expuesto en el desempeño de su trabajo; un 30% reconocen que si lo reciben pero a medias y un 17% expresa que si lo reciben de forma adecuada. Es indudable que la empresa debe realizar capacitaciones sobre seguridad y más aún si se conoce que se trabaja con líneas de baja tensión, donde los peligros de recibir una descarga eléctrica son mucho más latente.

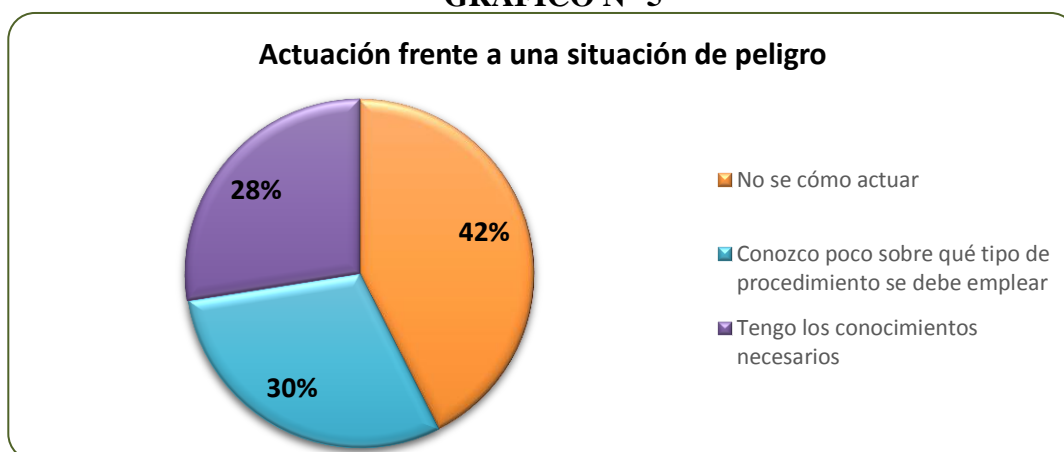
3. ¿Sabe cómo afrontar una situación de emergencia que se presente, donde corra peligro la vida de un compañero?

TABLA N° 4

ÍTEMS	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	No se cómo actuar	17	42
2	Conozco poco sobre qué tipo de procedimiento se debe emplear	12	30
3	Tengo los conocimientos necesarios	11	28
	TOTAL	40	100%

FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

GRÁFICO N° 5



FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

ANÁLISIS:

El 42% no sabe cómo afrontar una situación de emergencia que se presente, donde corra peligro la vida de un compañero; un 30% expuso que conoce poco sobre esta situación y un 28% manifestó que si tiene los conocimientos necesarios sobre cómo actuar ante una emergencia. Por lo que corresponde a los directivos el brindar el asesoramiento necesario a los empleados de la empresa, especialmente a aquellos que trabajan en áreas donde el peligro es latente y de que se exponga a riesgos de recibir una descarga eléctrica que le podría costar la vida.

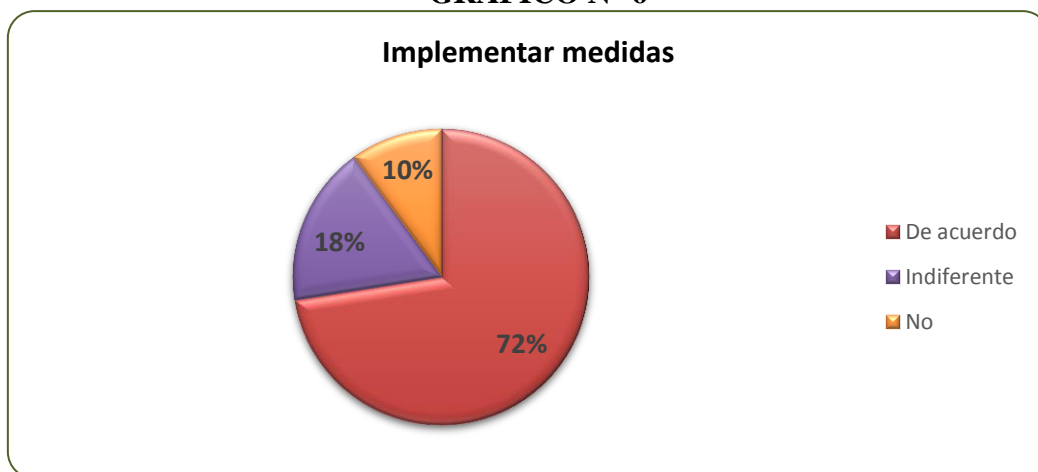
4. ¿Se deben implementar medidas que permitan minimizar los riesgos de trabajo?

TABLA N° 5

ÍTEMS	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	De acuerdo	29	72
2	Indiferente	7	18
3	No	4	10
	TOTAL	40	100%

FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

GRÁFICO N° 6



FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

ANÁLISIS:

El 72% manifestó estar de acuerdo en que se deben implementar medidas que permitan minimizar los riesgos de trabajo en la empresa; un 18% fue indiferente ante esta problemática y un 10% dijo que no. Bajo estos criterios, es indudable que la responsabilidad recae en los directivos de la empresa, porque es ella quien dirige las labores que se aplican día a día y por lo tanto deben todos conocer las más elementales normas de seguridad, a fin de precautelar la seguridad de cada uno de los trabajadores.

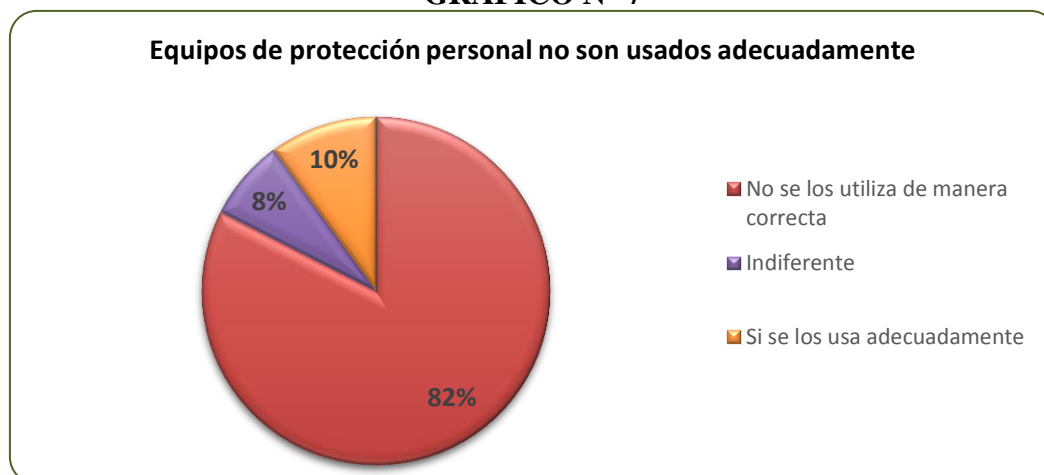
5. ¿Considera que los equipos de protección personal no son utilizados correctamente en el desarrollo de las actividades diarias?

TABLA N° 6

ÍTEMS	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	No se los utiliza de manera correcta	33	82
2	Indiferente	3	8
3	Si se los usa adecuadamente	4	10
	TOTAL	40	100%

FUENTE: Datos de la Investigación
 Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

GRÁFICO N° 7



FUENTE: Datos de la Investigación
 Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

ANÁLISIS:

El 82% de los encuestados considera que los equipos de protección personal no son utilizados correctamente en el desarrollo de las actividades diarias; apenas un 38% respondió que si los usa adecuadamente. Ante esta situación, se debe concientizar al personal que labora en la empresa a fin de inducir al uso correcto de los equipos de protección personal a fin de garantizar la vida de los trabajadores y así precautelar la salud de cada uno de ellos.

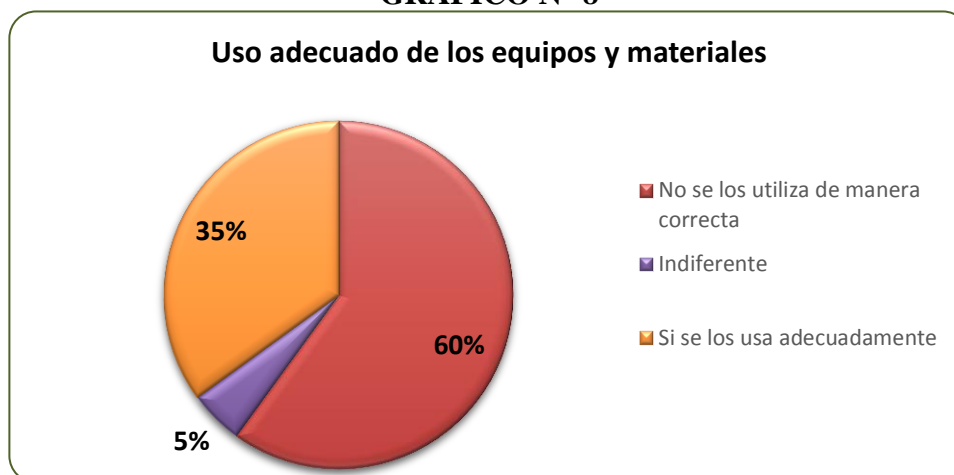
6. ¿Utiliza las herramientas, implementos, equipos, materiales, de manera correcta en el desempeño de sus actividades?

TABLA N° 7

ÍTEMS	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	No se los utiliza de manera correcta	24	60
2	Indiferente	2	5
3	Si se los usa adecuadamente	14	35
	TOTAL	40	100%

FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

GRÁFICO N° 8



FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

ANÁLISIS:

El 60% de los encuestados no utiliza las herramientas, implementos, equipos, materiales, de manera correcta en el desempeño de sus actividades; apenas un 35% reconoce que si lo hace de forma correcta, pues esto les permite tener un mejor desempeño en el desarrollo de sus actividades, y más que nada les ayuda a precautelar su integridad física y su seguridad personal.

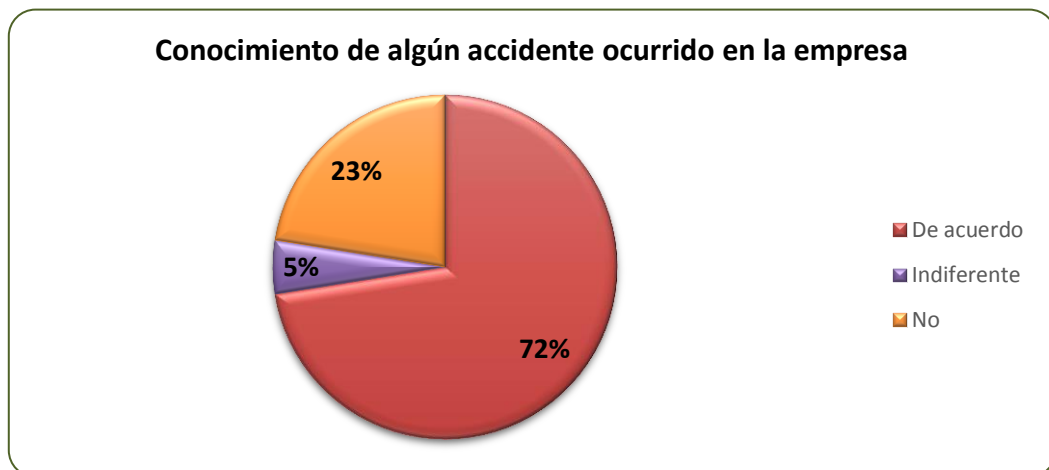
7. ¿Conoces de algún accidente que se haya suscitado en la empresa, que haya cobrado la vida de algún compañero, o de que sufriera alguna amputación de parte de su cuerpo que le impidiera seguir laborando?

TABLA N° 8

ÍTEMS	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	De acuerdo	29	72
2	Indiferente	2	5
3	No	9	23
	TOTAL	40	100%

FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

GRÁFICO N° 9



FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

ANÁLISIS:

El 72% reconoce que si ha habido accidente que se haya suscitado en la empresa, que haya cobrado la vida de algún compañero, o de que sufriera alguna amputación de parte de su cuerpo que le impidiera seguir laborando; un 23% pone de manifiesto su desconocimiento a esta situación. Por lo que se deben adoptar normas y correctivos necesarios a fin de precautelar la vida de las personas, pues esto pondría en riesgo a terceras personas, si no se toman los correctivos necesarios.

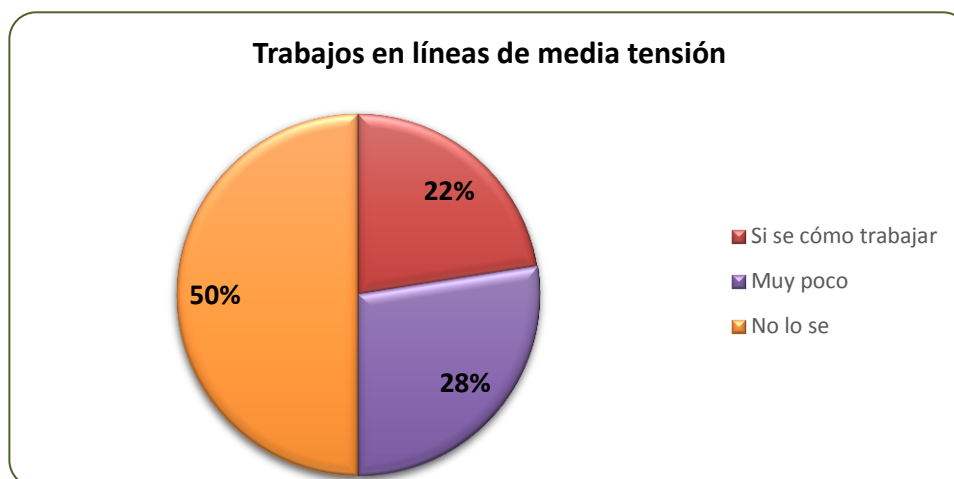
8. ¿Sabes cómo trabajar con líneas de media tensión?

TABLA N° 9

ÍTEMS	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Si se cómo trabajar	9	22
2	Muy poco	11	28
3	No lo se	20	50
	TOTAL	40	100%

FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

GRÁFICO N° 10



FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

ANÁLISIS:

De acuerdo a los datos obtenidos en las encuestas, el 50% manifiesta de que no sabe cómo trabajar con líneas de media tensión; el 28% expresó que muy poco conoce sobre el asunto y apenas un 22% sabe cómo actuar antes esta situación. Se conoció además, que ciertos trabajadores están laborando en esta área debido a la falta de oportunidad de empleo y hacen todo lo humanamente posible por adaptarse a esta situación y en el desarrollo de las actividades van aprendiendo a cómo actuar ante esta situación.

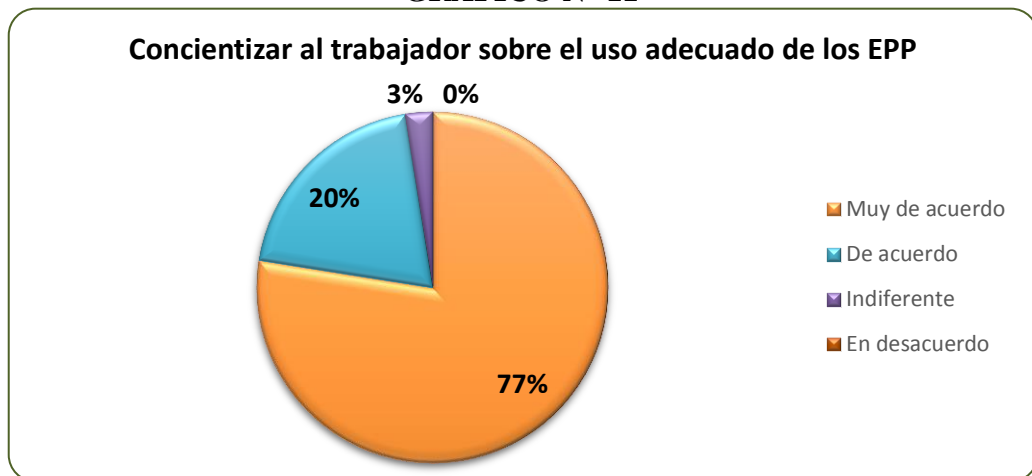
9. ¿Se debe orientar al trabajador para que concientice del uso adecuado de los E.P.P., para su protección y así permitir la estabilidad laboral?

TABLA N° 10

ÍTEMS	VALORACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Muy de acuerdo	31	77
2	De acuerdo	8	20
3	Indiferente	1	3
4	En desacuerdo	0	0
	TOTAL	40	100%

FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

GRÁFICO N° 11



FUENTE: Datos de la Investigación
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

ANÁLISIS:

El 97% de los encuestados está muy de acuerdo y de acuerdo en que se debe orientar al trabajador para que concientice del uso adecuado de los Equipos de Protección Personal, para su protección y así permitir la estabilidad laboral. Por lo que es muy importante el que todos conozcan de la realidad que se vive en la empresa y así poder aplicar los correctivos necesarios a fin de garantizar la salud, integridad física e intelectual de todos quienes intervienen en este proceso.

2.8.4. Análisis de la encuesta aplicada a los trabajadores de CNEL E.P. División Playas.

De acuerdo a los datos obtenidos en las encuestas aplicadas a los trabajadores de CNEL E.P, División Playas, se deja establecido que la mayoría reconoce que no utiliza de manera adecuada el uso de los equipos de protección personal, por lo que se debe de hacer hincapié en ello.

Otro de los puntos relevantes es que se estableció que no reciben la capacitación oportuna de parte de los directivos sobre los riesgos a los que están expuestos, lo que contrasta con lo afirmado por el Directivo.

De igual forma se conoció que la mitad de los trabajadores de campo no saben trabajar en las líneas de media tensión, por lo que es incongruente que se de esta situación, pues representa un peligro latente que personal que no sabe trabajar en esta área este desempeñando una tarea donde no sabe cómo actuar en caso de una emergencia.

Esto da a entender que se escoge a personal no calificado para desempeñar una labor para la que no está preparado, por lo que se recomienda revisar los controles y reportes de trabajo de quienes están al frente de este grupo humano y así realizar los respectivos ajustes que conlleven a precautelar la vida de todos.

2.9. Comprobación de la hipótesis

Se debe considerar que en la comprobación de la hipótesis, debe existir la relación entre las preguntas de las encuestas aplicadas a los trabajadores de CNEL E.P. División Playas, para luego ver si se cumplen ciertos parámetros previamente establecidos.

Hipótesis de investigación

- El estudio, análisis y control de los riesgos eléctricos en las líneas de media tensión, se logrará minimizar los accidentes laborales a los que están expuestos los trabajadores de la Unidad de Negocios CNEL, de Santa Elena, del área técnica de la División Playas.

Sobre esta situación se tiene que en la pregunta 5 sobre ¿Considera que los equipos de protección personal no son utilizados correctamente en el desarrollo de las actividades diarias?, de igual forma en la pregunta 6 que expresa, ¿Utiliza las herramientas, implementos, equipos, materiales, de manera correcta en el desempeño de sus actividades?, las mismas que fueron tomadas como referencia para proceder a buscar si se cumple o no la hipótesis.

Recolección de datos y cálculo de los resultados estadísticos

Frecuencias de observación

TABLA N° 11: Frecuencias de observación

	Pregunta 5	Pregunta 6	Total
No se los utiliza de manera correcta	33	24	57
Indiferente	03	2	5
Si se los usa adecuadamente	4	14	18
TOTAL	40	40	80

Fuente: Datos de la Investigación

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

FRECUENCIAS ESPERADAS

TABLA N° 12: Frecuencias esperadas

	Pregunta 5	Pregunta 6	Total
No se los utiliza de manera correcta	28,5	28,5	57
Indiferente	2,5	2,5	5
Si se los usa adecuadamente	9	9	18
TOTAL	40,0	40,0	80

Fuente: Datos de la Investigación

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

CÁLCULO DE CHI CUADRADO

TABLA N° 13: Cálculo del CHI cuadrado

		fo	fe	fo-fe	(fo-fe) ² /fe
Pregunta 5	No se los utiliza de manera correcta	33	28,5	4,5	0,710
Pregunta 5	Indiferente	3	2,5	0,5	0,100
Pregunta 5	Si se los usa adecuadamente	4	9	5	2,777
Pregunta 6	No se los utiliza de manera correcta	24	28,5	- 4,5	0,710
Pregunta 6	Indiferente	2	2,5	- 0,5	0,100
Pregunta 6	Si se los usa adecuadamente	14	9	5	2,777
$\Sigma=$		80	80,0	00,00	7,174

Fuente: Datos de la Investigación

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

Una vez obtenido estos valores y para realizar la comparación del valor de la CHI cuadrada, se procede a obtener el valor del grado de libertad, con una confianza del 95%, y de allí comprobar si se valida la hipótesis de la investigación.

$$gl = (f - 1) (c - 1)$$

Donde:

gl = grados de libertad

f = filas

c = columnas

Entonces: $gl = (3 - 1) (2 - 1) = (2) (1) = 2 = 5,992$

EN CONCLUSIÓN

El valor $\chi^2_c = 7,174 > \chi^2_t = 5,992$ por lo que comparando con lo establecido en la regla, se procede a rechazar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, en este caso: “Al realizar el estudio, análisis y control de los riesgos eléctricos en las líneas de media tensión, se logrará minimizar los accidentes laborales a los que están expuestos los trabajadores de la Unidad de Negocios CNEL, de Santa Elena, del área técnica de la División Playas”

CAPÍTULO III

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RIESGOS ELÉCTRICOS

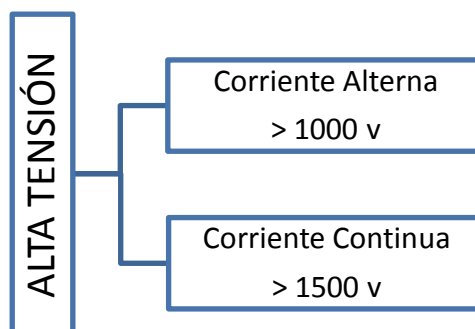
3.1. Introducción.

La energía eléctrica es necesaria en toda obra de construcción, ya que es la que permite el uso de iluminación, maquinarias, herramientas y equipos. Para garantizar la seguridad de las personas y las instalaciones es necesario tener conocimiento sobre qué es y cómo funciona la electricidad, con el fin de identificar los peligros y establecer medidas de control que permitan evitar los accidentes.

3.1.1. Clasificación de la corriente eléctrica

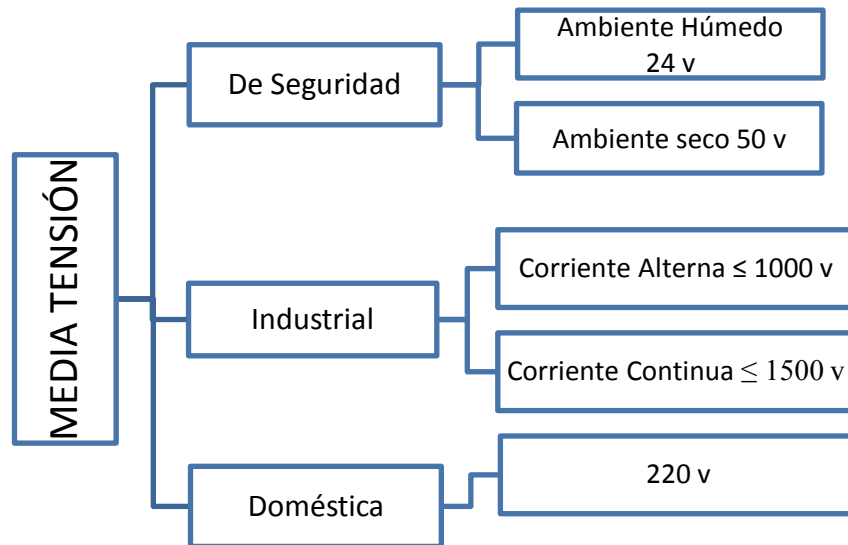
La corriente se puede clasificar de la siguiente manera:

Figura N° 2



Fuente: Seguridad eléctrica: efecto de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Figura N° 3



Fuente: Seguridad eléctrica: efecto de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.2. Evaluación de riesgos.

Las estadísticas de riesgos de trabajo en nuestro país, reflejan que aún falta mucho por hacer en el campo de la seguridad industrial, ya que la ausencia de medidas preventivas motiva la generación de un gran número de accidentes y enfermedades de trabajo. Estos factores propician una serie de consecuencias, en primera instancia para el trabajador y su familia, en segundo, costos para la empresa que provocan que los gastos de operación sean mayores, afectando directamente la productividad y la calidad de los productos, y por ende repercuten en el costo de la vida social. Las empresas contratan gente sana y deben evitar que sufran accidentes o enfermedades en el desarrollo del trabajo.

3.3. Evaluación, prevención y protección frente a riesgos eléctricos.

El riesgo eléctrico se produce en toda tarea que implique actuaciones sobre instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de aparatos eléctricos en entornos para los cuales no han sido diseñados.

La legislación ecuatoriana dispone sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico define el riesgo eléctrico como “aquel riesgo originado por la energía eléctrica”, por lo que quedan expresamente incluidos en esta definición, las siguientes:

- **Choque Eléctrico** por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo) o con las masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- **Quemaduras** por choque eléctrico o por arco eléctrico.
- **Caídas o golpes** producidos como consecuencia del choque o arco eléctrico.
- **Incendios o explosiones** originadas por la electricidad.

3.3.1. Prevención de riesgos.

Los electricistas, pintores, obreros, carpinteros, trabajadores de mantenimiento, reparaciones y de otros oficios, trabajan todos bajo riesgo eléctrico; para prevenir los riesgos eléctricos, el personal de construcción y remodelación debe saber de seguridad eléctrica para aprender a reconocer, evaluar y controlar los peligros, como es el caso de los cables eléctricos aéreos, las conexiones a tierra deficientes, los circuitos recargados y el aislamiento defectuoso.

La electricidad viaja por un circuito cerrado y si alguien accidentalmente entra a formar parte de ese circuito eléctrico, la corriente fluye por su cuerpo y puede sufrir una descarga eléctrica y graves quemaduras. La gravedad de la descarga depende de la cantidad de corriente que fluya por el cuerpo, el camino que siga la corriente por el cuerpo, el tiempo que el cuerpo esté en el circuito, el voltaje y la cantidad de humedad en el ambiente.

Los efectos pueden variar desde un cosquilleo hasta quemaduras graves y un infarto cardiaco.

3.3.1.1. Factores que influyen en el riesgo eléctrico en media tensión

Como se puede observar, los efectos de los contactos eléctricos pueden ser muy variados, desde un simple cosquilleo a quemaduras, calambres musculares, asfixia.

Figura N° 4

Instantes en que Humberto García era bajado de la canastilla aérea por sus compañeros de trabajo luego de recibir una descarga eléctrica que le cercenó parte del brazo y mano, luego de unos días falleció: Marzo/10/2015 – 11:47 am



Fuente: Datos de la Investigación – CNEL E.P. División Playas
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

Figura N° 5

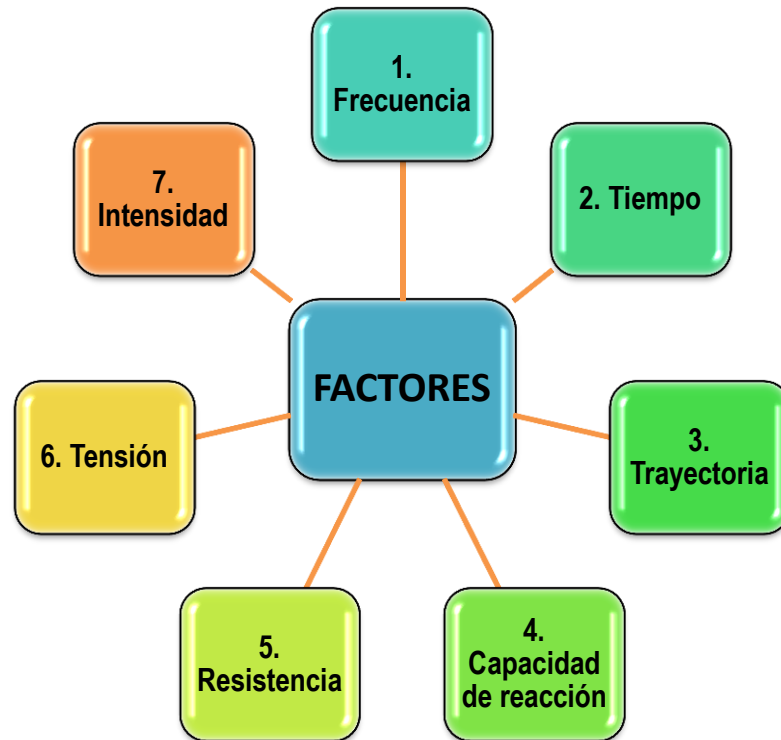
La mano de piojo quedo colgada del cable: Marzo/10/2015 – 11:47 am



Fuente: Datos de la Investigación – CNEL E.P. División Playas
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

El efecto de los contactos eléctricos y la gravedad de las lesiones vienen determinados por los siguientes factores:

Figura N° 6



Fuente: Grupo MGO S.A.
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

1. Frecuencia de la corriente: Normalmente para uso doméstico e industrial se utilizan frecuencias de 50 Hz. (en USA. de 60 Hz.). A mayores frecuencias disminuye el riesgo de fibrilación ventricular pero prevalecen los efectos térmicos.

Influencia de la intensidad de corriente: considerando el cuerpo humano como una resistencia eléctrica, la intensidad que recibe un accidentado depende de la tensión y de su resistencia, de acuerdo con la ley de Ohm. A mayor tensión, mayor será la intensidad que circule por el cuerpo humano.

2. Influencia del tiempo de contacto: Junto con la intensidad de corriente es en factor que más influye en el resultado del accidente. A mayor tiempo de contacto, más perjudicial es el paso de corriente por el organismo.

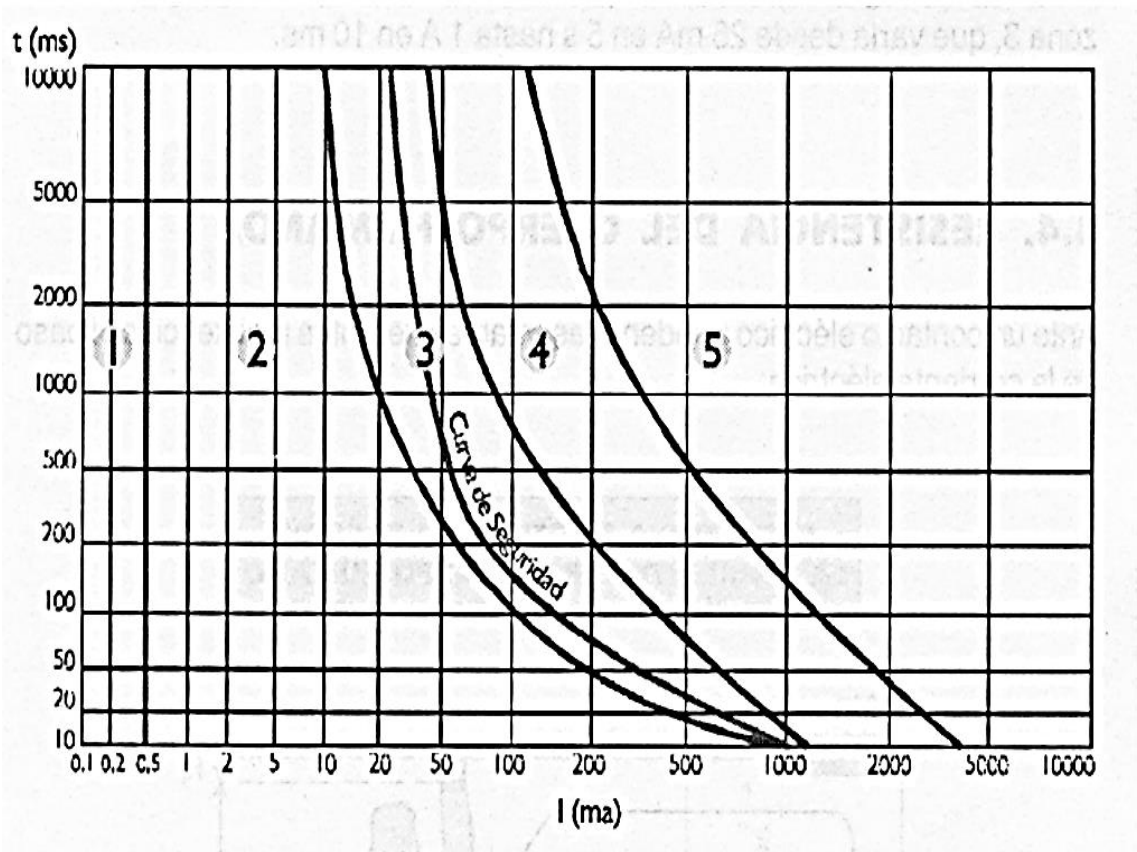
La norma UNE 20-572 establece unas curvas intensidad-tiempo donde el tiempo está medido en milisegundos (ms) y la intensidad en miliamperios (mA). Estas curvas delimitan cinco zonas, según el efecto fisiológico que se produce. La parte más baja de las curvas corresponde a 10 ms, que es el tiempo máximo que una persona puede soportar el paso de cualquier intensidad sin sufrir lesiones peligrosas

- Zona 1. Ninguna reacción: Cualquier combinación de intensidad-tiempo en esta zona es inofensiva para el individuo.
- Zona 2. Ningún efecto peligros: En esta zona se percibe la descarga eléctrica, a veces dolorosa, pero no produce lesiones.
- Zona 3. Habitualmente ningún riesgo de fibrilación: La descarga eléctrica es dolorosa.
- Zona 4. Probabilidad de fibrilación menor al 50%: En esta zona aparece el riesgo de fibrilación ventricular para cualquier combinación de las variables intensidades – tiempo.

- Zona 5. Probabilidad de fibrilación mayor al 50%: Cuando la intensidad que recorre el cuerpo es mayor a 1ª es muy probable que se produzca un paro cardiorrespiratoria.

Figura N° 7

Curva de Intensidad-Tiempo según Norma UNE 20-572 – Corriente Alterna



Fuente: Grupo MGO S.A.
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

A continuación se presenta la tabla N° 1, donde se indican los efectos fisiológicos en el cuerpo humano, cuando por el circula corriente eléctrica.

Tabla N° 14

Efectos fisiológicos de la electricidad en el cuerpo humano

INTENSIDAD EFICAZ A 50 – 60 Hz (mA)	DURACIÓN DEL CHOQUE ELÉCTRICO	EFFECTOS FISIOLÓGICOS EN EL CUERPO HUMANO
0 – 1	Independiente	Umbral de percepción. No se siente el peso de la corriente.
1 – 15	Independiente	Desde cosquilleos hasta tetanización muscular. Imposibilidad de soltarse.
15 – 25	Minutos	Contracción de brazos. Dificultad de respiración, aumento de la presión arterial. Límite de tolerancia.
25 – 50	Segundos a minutos	Irregularidades cardíacas. Aumento presión arterial. Fuerte efecto de tetanización. Inconsciencia. Aparece fibrilización ventricular.
50 – 200	Menos de un ciclo cardíaco	No existe fibrilización ventricular. Fuerte contracción muscular.
	Más de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visible. El inicio de la electrocución es independiente de la fase del ciclo cardíaco.
Por encima de 200	Menos de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visible. El inicio de la electrocución depende de la fase del ciclo cardíaco. Iniciación de la fibrilación solo en la fase sensitiva.
	Más de un ciclo cardíaco	Paro cardíaco irreversible. Inconsciencia. Marcas visibles. Quemaduras.

Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

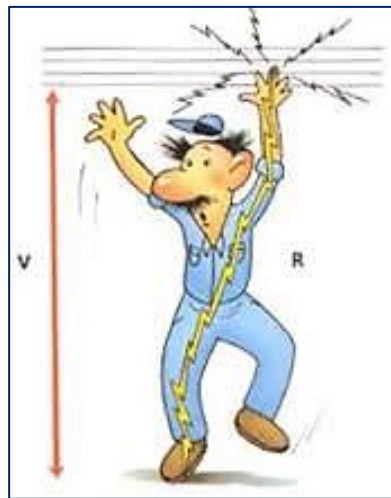
3. Trayectoria

Recorrido de la corriente a través del cuerpo: los efectos de la electricidad son menos graves cuando la corriente no pasa a través de los centros nerviosos y órganos vitales ni cerca de ellos (bulbo, cerebelo, caja torácica y corazón). 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. Los dobles contactos mano derecha- pie izquierdo (o inversamente), mano- mano, mano- cabeza son

particularmente peligrosos. Si el trayecto de la corriente se sitúa entre dos puntos de un mismo miembro, las consecuencias del accidente eléctrico serán menores.

Figura N° 8

Trayectoria de la corriente



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

4. Capacidad de reacción

Este factor condiciona la gravedad de las consecuencias del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano junto con el valor de la intensidad y el recorrido de la misma a través del individuo. Es tal la importancia del tiempo de contacto que no se puede hablar del factor intensidad sin referenciar el tiempo de contacto.

5. Influencia de la resistencia en el organismo: Análogamente al apartado anterior con mayor resistencia para una misma tensión, la intensidad que circula

por el cuerpo humano es menor. La resistencia del cuerpo humano viene determinada por varios factores:

1. Resistencia de contacto: depende de los materiales que recubren la parte del cuerpo que entra en contacto con la corriente (guantes, ropa,...).

Figura N° 9

Resistencia de contacto a la corriente



Fuente: CNEL E.P. División Playas
Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

2. Resistencia del cuerpo humano: la piel presenta determinada resistencia al paso de corriente eléctrica, hay determinados factores que influyen en la resistencia de ésta, tales como:

- ✓ Frente a una corriente continua la piel opone mayor resistencia que frente a la corriente alterna.
- ✓ La presión sobre el punto de contacto influye negativamente en la resistencia.
- ✓ Una piel rugosa y seca puede ofrecer una resistencia de 50000Ω y una piel fina y húmeda 1000Ω .

3. Resistencia de salida: incluye la resistencia del calzado y del suelo. La utilización de banquetas o alfombrillas aislantes basa su eficacia en que supone un aumento de esta resistencia.

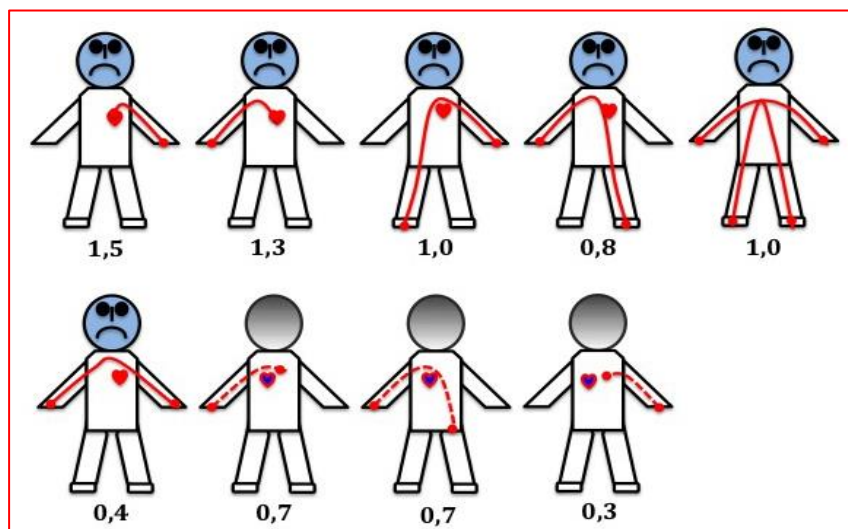
6. Influencia de la tensión en el organismo: la influencia de la tensión se manifiesta por cuanto de ella depende la intensidad de corriente que pasa por el cuerpo. Cuanto mayor sea la tensión mayor será el valor de la corriente eléctrica para una misma resistencia.

7. Influencia del recorrido de la corriente en el accidentado: la corriente eléctrica se establece, entre dos puntos de contacto, por la trayectoria más corta del cuerpo, o de menor resistencia.

Los accidentes serán mucho más graves si en el trayecto de la corriente se encuentran órganos vitales como el cerebro, corazón y pulmones.

Figura N° 10

Trayecto de la corriente en el cuerpo humano



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

La siguiente Tabla muestra algunos de los recorridos que sigue la corriente eléctrica cuando atraviesa el organismo y el grado de peligrosidad de dichos recorridos.

Tabla N° 15

Factores F según el trayecto de la corriente eléctrica por el cuerpo humano

TRAYECTO DE LA CORRIENTE	F
Pecho a la mano izquierda	1,5
Pecho a la mano derecha	1,3
Mano izquierda a pie izquierdo, a pie derecho. o a los dos pies	1,0
Dos manos a los dos pies	1,0
Mano derecha a pie izquierdo, a pie derecho, o a los dos pies	0,8
Espalda a mano izquierda.	0,7
Glúteos a mano izquierda	0,7
Mano izquierda a mano derecha	0,4
Espalda a mano derecha	0,3

Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

La letra F indica el “Factor de corriente de corazón”, que permite calcular la equivalencia del riesgo de las corrientes que teniendo diferentes recorridos atraviesan el cuerpo.

3.3.2. Protecciones frente a contactos eléctricos.

Éstas están previstas para proteger a las personas contra los peligros derivados del contacto directo con partes activas.

Se basan en los siguientes principios:

- Disposición que impida que la corriente eléctrica atraviese el cuerpo humano.
- Limitación de la corriente que pueda atravesar el cuerpo humano a una intensidad no peligrosa ($< 1\text{mA}$).

Según las leyes de Seguridad e Higiene en el Trabajo y definidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, MIE BT 021, las medidas pasivas para evitar los contactos directos son las siguientes:

- Recubrimiento o aislamiento de las partes activas
- Interposición de obstáculos o barreras
- Separación por distancia

3.3.2.1. Protección frente a contacto directo.

La principal característica de estos sistemas es que los dispositivos impiden solamente los contactos involuntarios o inadvertidos, es decir, que se trata de una protección parcial que no impide aquellos contactos que desearan efectuarse voluntariamente, aunque no fuera preciso para ello efectuar ninguna acción violenta sobre la instalación ni utilizar herramientas específicas.

Estas medidas son:

- Interposición de obstáculos o barreras
- Separación por distancia

Este tipo de medidas sólo podrán aplicarse en recintos a los que sólo tengan acceso personas calificadas (que tengan la formación y la experiencia apropiadas), responsables y conocedoras del riesgo.

3.3.2.1.1. Alejamiento de las partes activas.

Los sistemas o dispositivos han de facilitar protección segura, tanto contra los actos involuntarios como contra las acciones voluntarias, es decir, que para que el contacto se produzca éste sólo podrá tener lugar previa ejecución de acciones violentas o con el uso de útiles especiales para que las protecciones sean destruidas o anuladas.

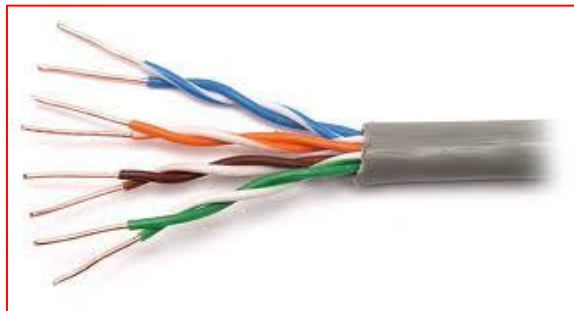
a) Recubrimiento o aislamiento de las partes activas:

Aislamiento de las partes activas mediante un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que evite una tensión de contacto que origine una intensidad de un valor superior a 1 mA. La resistencia del cuerpo humano será considerada como 2500 ohmios.

Las partes activas de la instalación deberán ser cubiertas por un aislamiento que no pueda ser retirado más que destruyéndolo. No se consideran satisfactorias a este fin las pinturas, lacas y barnices aplicados para recubrir las partes activas.

Figura N° 11

Recubrimiento o aislamiento de las partes activas



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

3.3.2.1.2. Interposición de obstáculos.

Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas al descubierto de la instalación. No impiden los contactos voluntarios debidos a una tentativa voluntaria y deliberada del contorneamiento del obstáculo.

Figura N° 12

Interposición de obstáculos



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

Los obstáculos de protección (tabiques, rejas, pantallas, etc.) deben estar fijados de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales.

Figura N° 13

Obstáculos de protección



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

Si los obstáculos son metálicos, se considerarán como masas y deberán estar protegidos contra los contactos indirectos. Para poder considerar protegidas las partes activas por medio de obstáculos, además de resistentes y convenientemente fijados, será necesario que:

- Todas las superficies exteriores de los obstáculos deben poseer un grado de protección mínimo de IP2XX.
- Las superficies fácilmente accesibles (al alcance de las personas) deben tener un grado de protección de IP4XX.

Según la norma UNE 20324:1993, los grados de protección de las envolventes del material eléctrico de baja tensión se indican por las siglas IP seguidas de tres cifras, IP XXX:

- La primera cifra indica el grado de protección de las personas contra los contactos con partes en tensión o piezas en movimiento y de protección del material contra la penetración de cuerpos sólidos, extraños y de polvo.
- La segunda expresa el grado de protección del material contra la penetración de líquidos.
- La tercera indica el grado de protección del material contra los daños mecánicos.

Medidas complementarias.

- Se evitará el empleo de conductores desnudos.
- Cuando se utilicen, estarán eficazmente protegidos.
- Se prohíbe el uso de interruptores de cuchillas que no estén debidamente protegidos.
- Los fusibles no estarán al descubierto.

Contactos directos Protección

- Fase + fase - Alejamiento de las partes activas
- Fase + tierra - Interposición de obstáculos
- Inducción - Recubrimiento de las partes activas

3.3.2.2. Protección frente a contacto indirecto.

Está concebida para proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un defecto de aislamiento entre las partes activas y masa u otras partes conductoras accesibles.

Según la Instrucción Complementaria MIE BT 021, apartado 2, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, es preceptivo establecer sistemas de protección contra contactos indirectos en aquellas instalaciones con tensiones superiores a los 50 V., agrupándose en dos clases: Clase A y Clase B.

3.3.2.2.1. Sistemas de protección clase A.

Consisten en suprimir el riesgo haciendo que los contactos no sean peligrosos e impedir los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores.

a) Separación de circuitos:

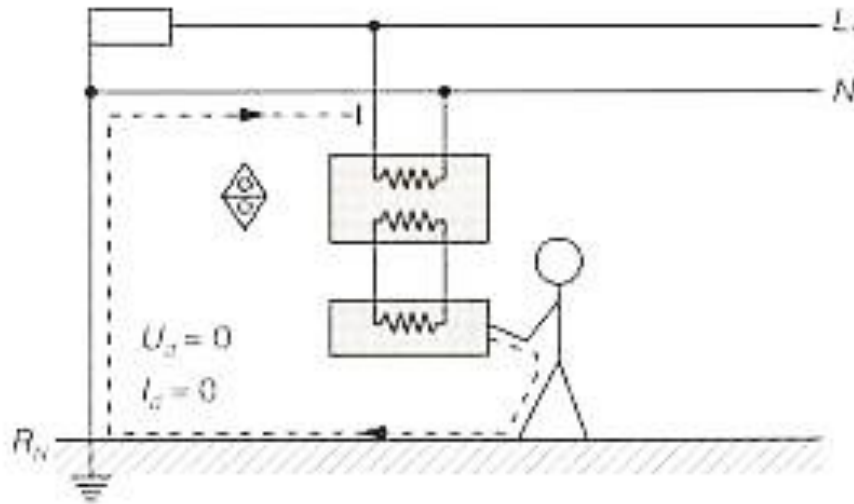
Este sistema de protección consiste en separar los circuitos de utilización respecto de la fuente de energía (circuito de distribución y alimentación de la corriente al elemento que se quiere proteger y circuito general de suministro de electricidad) por medio de transformadores o grupos convertidores (motor- generador) manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluido el neutro.

Presenta los siguientes inconvenientes:

- El límite superior de la tensión de alimentación y de la potencia de los transformadores de separación es de 250 V y 10 kVA para los monofásicos y 400 V y 16 kVA para los trifásicos.
- No detecta el primer fallo de aislamiento.

Figura N° 14

Separación de Circuitos



Fuente: Grupo MGO S.A.

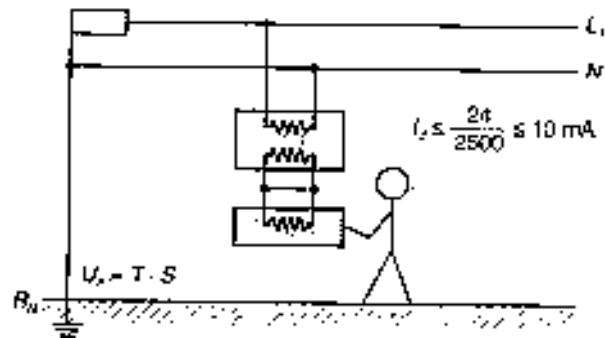
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Si se produce una tensión de defecto en el elemento protegido y la persona lo toca, no se produciría el paso de la corriente por ella ante la imposibilidad de cerrarse el circuito debido a la separación galvánica existente entre el circuito general y el de distribución y alimentación al elemento protegido.

b) Empleo de pequeñas tensiones de seguridad:

Los valores utilizados son de 24 V. de valor eficaz para locales húmedos o mojados, y 50 V. para locales secos. La tensión de seguridad será suministrada por transformadores, baterías, etc. y estarán aisladas de tierra.

Figura N° 15: Empleo de pequeñas tensiones de seguridad



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

c) Separación de las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamiento de protección:


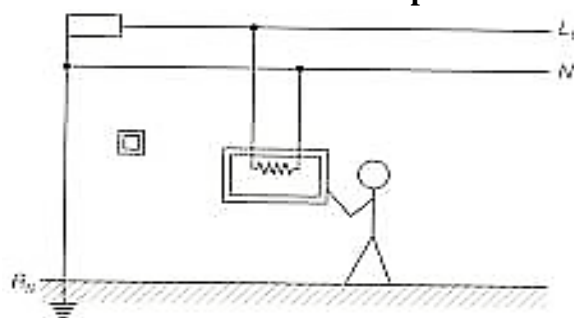
El doble aislamiento que está señalado con el símbolo  se aplica en máquinas, herramientas portátiles, aparatos electrodomésticos pequeños, interruptores, pulsadores, Consiste en el empleo de un aislamiento suplementario del denominado funcional (el que tienen todas las partes activas de los aparatos eléctricos para que puedan funcionar y como protección básica contra los contactos directos)

Figura N° 16: Separación de las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamiento de protección



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

d) Conexiones equipotenciales de las masas:

Este sistema de protección consiste en unir entre sí todas las masas de la instalación a proteger y a los elementos conductores simultáneamente accesibles, para evitar que puedan aparecer, en un momento dado, diferencias de potencial peligrosas entre ambos.

Esto se consigue uniendo por medio de un conductor de protección y a través de uniones de muy débil resistencia:

- Todas las masas entre sí
- Con los elementos conductores de la edificación susceptibles de contacto (tuberías, radiadores)
- Con los electrodos de puesta a tierra, si nos interesa proteger y también contra la tensión V_{masa} y V_{suelo}

3.3.2.2.2. Sistemas de protección clase B.

Consiste en la puesta de las masas directamente a tierra o a neutro, y, además, en la dotación de un dispositivo de corte automático que dé lugar a la desconexión de las instalaciones defectuosas con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

a) Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto:

Este sistema de protección consiste en poner a tierra las masas de las máquinas y asociar la toma de tierra a un dispositivo de corte automático que origina la desconexión de la instalación en caso de presentarse un defecto. La puesta a tierra (PAT) sirve para evitar que las carcasas de las máquinas queden sometidas a tensiones superiores a las de seguridad. Para ello la PAT tiene que ir asociada a dispositivos de corte, tales que cuando se alcance la tensión de seguridad en las carcasas, interrumpan el circuito. Ello requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

1. En instalaciones en que el punto neutro esté unido directamente a tierra:

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco, debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no permanecerá con respecto a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a: 24 V en locales o emplazamientos húmedos o 50 V en los demás casos.
- Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

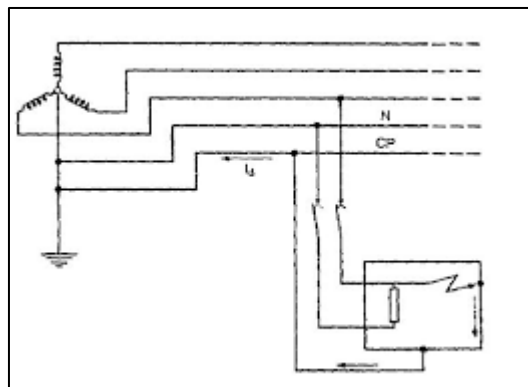
2. En instalaciones en que el punto neutro está aislado de tierra o unido a ella por intermedio de una impedancia que limite la corriente de defecto: se cumplirán las

tres condiciones anteriores, si bien puede admitirse, cuando las condiciones de explotación lo exijan, que la 1ª condición no sea cumplida siempre que, a cambio, se cumplan las siguientes:

- Un dispositivo de control debe señalar automáticamente la aparición de un solo defecto de aislamiento en la instalación.
- La segunda condición del caso anterior se cumplirá siempre, incluso en caso de un solo defecto de aislamiento.
- En caso de dos defectos de aislamiento simultáneos, que afecten a fases distintas o a una fase y neutro, se producirá la separación de la instalación en la que se presenten estos defectos por un dispositivo de corte automático.

Figura N° 17

Aislamiento simultaneo



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

b) Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto:

Este sistema de protección consiste en unir las masas metálicas de la instalación al conductor neutro, de tal forma que los defectos francos de aislamiento se transformen en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el funcionamiento del dispositivo de corte automático.

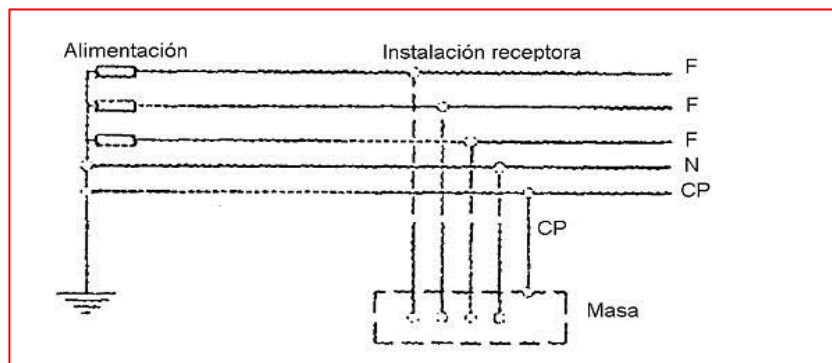
Para su correcto funcionamiento requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los dispositivos de corte utilizados serán interruptores automáticos o cortocircuitos fusibles.
- La corriente producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas al conductor de protección. La unión de este conductor con el conductor neutro se realizará en un solo punto situado inmediatamente antes de la caja general de protección o antes del dispositivo general de protección de la instalación.
- El conductor neutro de la instalación deberá estar alojado e instalado en la misma canalización que los conductores de fase.

- El conductor de protección deberá estar aislado, y cuando vaya junto a los conductores activos, su aislamiento y montaje tendrá las mismas características que el conductor neutro.
- El conductor neutro estará eficazmente a tierra, de forma tal que la resistencia global resultante de las PAT sea igual o inferior a 2 W. La PAT del conductor neutro deberá efectuarse en la instalación uniéndola igualmente a alguna posible buena toma de tierra próxima.

Figura N° 18

Conductor neutro estará eficazmente a tierra



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

c) Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto:

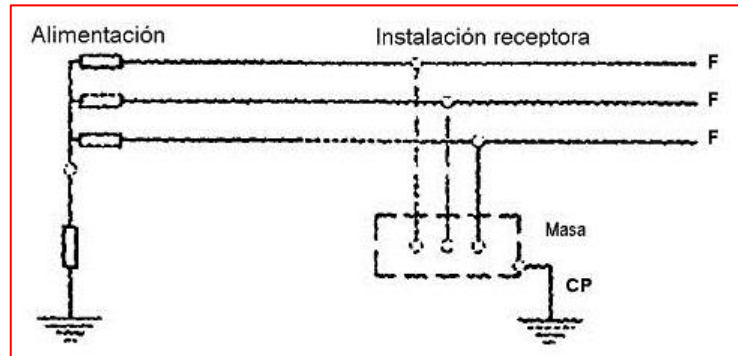
Este sistema de protección consiste en unir las masas metálicas de la instalación a la tierra mediante electrodos o grupo de electrodos enterrados en el suelo, de tal forma que las carcasas o partes metálicas no puedan quedar sometidas por defecto

de derivación a una tensión superior a la de seguridad. Para ello, se utilizan como dispositivos de corte los diferenciales. Estos diferenciales serán de mayor sensibilidad cuanto mayor sea la resistencia de la tierra a la que está unido el circuito de protección. El uso de este sistema de protección requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

- El interruptor deberá eliminar el defecto en un tiempo inferior o igual a 5 segundos mediante el corte de todos los conductores activos, cuando se alcance la tensión considerada peligrosa (24 V locales húmedos, 50 V locales secos).
- La bobina de tensión del interruptor se conectará entre la masa del aparato a proteger y una PAT auxiliar para controlar la tensión que pueda presentarse entre éstas.
- El conductor de tierra auxiliar estará aislado:
- Con relación al conductor de protección de la masa del aparato a proteger
- De las partes metálicas del edificio
- De cualquier estructura en unión eléctrica con el aparato a fin de que la bobina de tensión no pueda quedar puenteada. Por tanto, el conductor de PAT auxiliar debe ser un conductor aislado.
- El conductor que conecta el relé a la masa a proteger no debe entrar en contacto con partes conductoras distintas de las masas de los aparatos eléctricos a proteger, cuyo conductor de alimentación quedará fuera de servicio al actuar en interruptor en caso de defecto.

Figura N° 19

El conductor que conecta el relé a la masa a proteger no debe entrar en contacto con partes conductoras



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

d) Empleo de interruptores diferenciales:

La misión de los diferenciales es la siguiente:

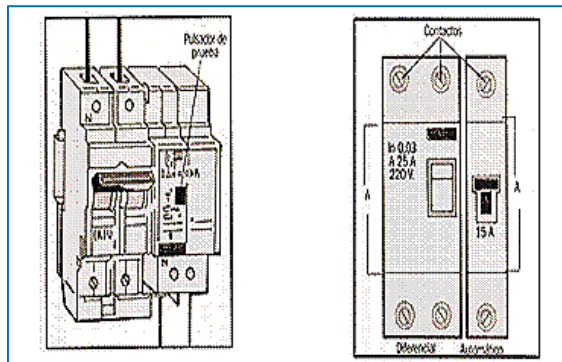
- Reducir el tiempo de paso de la corriente por el cuerpo humano, mediante la interrupción rápida.
- Reducir la corriente que pasa por el cuerpo humano, a un valor suficientemente bajo.

Teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables para el cuerpo humano en que puede producirse la fibrilación según los valores intensidad/tiempo, se estima que la sensibilidad debe de ser 25 a 30 mA y el tiempo de disparo menor de 250 mseg.

Los interruptores diferenciales se representan por el símbolo \oplus seguido de la sensibilidad.

Figura N° 20

Interruptor diferencial



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

3.3.2.2.3. Electricidad Estática

Para evitar los peligros de la electricidad estática y especialmente que se produzcan chispas en ambientes inflamables, se adoptarán en general las siguientes precauciones:

1. La humedad relativa del aire se mantendrá sobre el 50 %.
2. Las cargas de electricidad estática que puedan acumularse en los cuerpos metálicos serán neutralizadas por medio de conductores de tierra.

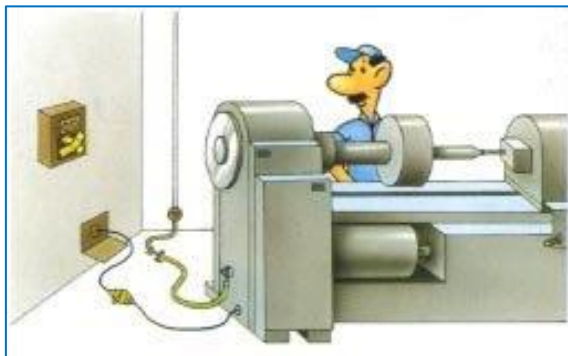
Especialmente se efectuará esta conexión a tierra:

- (a) En los ejes y chumaceras de las transmisiones a correas y poleas.

- (b) En el lugar más próximo en ambos lados de las correas y en el punto donde salgan de las poleas, mediante peines metálicos.
 - (c) En los objetos metálicos que se pinten o barnicen con pistolas de pulverización. Estas pistolas también se conectarán a tierra.
3. En sustitución de las conexiones a tierra a las que se refiere el párrafo anterior se aumentará hasta un valor suficiente la conductibilidad a tierra de los cuerpos metálicos.

Figura N° 21

Conductibilidad a tierra de los cuerpos metálicos



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

3.4. Consideraciones de buena práctica de trabajo.

3.4.1. Trabajo sin tensión.

Todo trabajo en una instalación eléctrica o en su proximidad que conlleve un riesgo eléctrico deberá realizarse siempre que sea posible sin tensión, conforme a las técnicas y procedimientos establecidos por la empresa.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación eléctrica, antes de iniciar el trabajo, así como la reposición de la tensión al finalizarlo, serán realizadas únicamente por trabajadores autorizados o cualificados en baja tensión (BT) y cualificadas en alta tensión (AT). De forma previa a la intervención, los operarios deben disponer de autorización escrita por parte de los responsables de la misma.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han

completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

3.4.2. Trabajo en tensión.

El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones eléctricas en tensión estará adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y en la utilización del material de seguridad, equipos y herramientas aislantes homologadas. Además del equipo de protección personal (casco, gafas inactivas, calzado aislante, ropa ignífuga, etc.), se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado entre los siguientes:

Figura N° 22

Equipo de Protección Personal



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

- **Guantes aislantes homologados:** Se refiere al guante textil que, en determinadas condiciones, debe utilizarse como complemento del guante aislante. Está previsto para su utilización debajo del guante aislante con el fin

de proteger las manos del operario, de un eventual arco eléctrico y proporcionarle un mayor confort.

Figura N° 23

Guantes aislantes homologados



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

- **Alfombras o banquetas aislantes:** Aislante para entornos de trabajo con electricidad, como subestaciones de transformación en alta tensión, la cual permite aislar al operador del suelo para protegerle en el trabajo; esta alfombra aislante de clase 3 sirve para trabajos en redes de tensión eléctrica 26,5 kV.

Figura N° 24

Alfombras o banquetas aislantes:

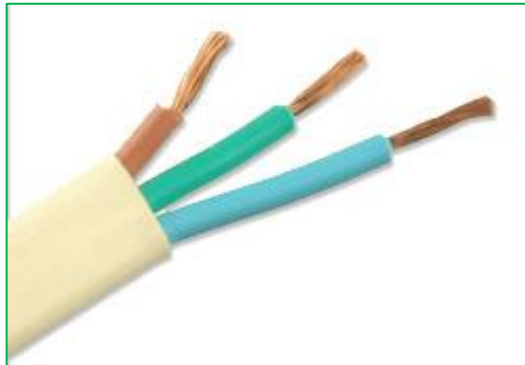


Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

- **Vainas o caperuzas aislantes:** Para trabajar con baja tensión cumpliendo las normas de seguridad

Figura N° 25



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

- **Comprobadores de tensión:** El comprobador de tensión es un comprobador eléctrico, que detecta la existencia de tensión en objetos conductores.

Figura N° 26

Comprobadores de tensión



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

- **Herramientas aislantes homologadas:** Realizar trabajos bajo tensión es arriesgado, en estos casos, la herramienta es determinante para la seguridad. Los profesionales le confían su seguridad y con ella no se admiten concesiones.

Figura N° 27

Herramientas aislantes homologadas



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

- **Material de señalización (discos, barreras, etc.):** Se debe tener en cuenta que cualquier tipo de señalización nos puede servir de mucho a la hora de poder prevenir riesgos, pero también debe quedar claro que un exceso de las mismas es perjudicial porque puede provocar, precisamente, confusión.

Figura N° 28

Material de señalización



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

Al realizar trabajos en tensión habrá que considerar no sólo el riesgo de contacto eléctrico con partes activas, sino también la posible formación de arcos eléctricos de cortocircuito, lo que provocaría accidentes. La ropa de trabajo será resistente al calor, de tal manera que en caso de producirse un arco no la inflame, aumentando las lesiones, desaconsejándose la ropa acrílica y utilizando ropa de algodón o de tipo ignífugo.

Figura N° 29

Ropa de algodón



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

Las comprobaciones de tensión para averías, reparaciones, etc., serán consideradas como un trabajo con tensión, por lo que se usarán los elementos de protección citados anteriormente.

Durante la realización de cualquier trabajo la persona encargada de él ha de tener su cuerpo aislado de cualquier posible circulación de corriente por él, así como que no se produzcan contactos entre fases o fase y tierra, que den lugar a arcos accidentales que puedan alcanzarle.

Tabla N° 16

Medidas de prevención a adoptar tanto técnicas como personales

De forma general	Antes de cada trabajo	Se comprobará el buen estado de los guantes aislantes, de las herramientas, materiales y equipos
	Accesorios Aislantes	Pantallas cubiertas.
	Dispositivos Aislantes	Plataformas, banquetas, alfombras
	Protecciones Personales	Guantes, gafas, casco
En los casos de cables subterráneos	Asegurar el revestimiento de la zanja o canalización y de las masas con las que el operario puede entrar en contacto, al mismo tiempo que con el conductor en tensión.	Protectores, tubos vinílicos
	Toda persona que pueda tirar de otra que esté realizando trabajos, bien directamente o por medio de herramientas u otros materiales	Guantes aislantes y estar situado sobre superficies aislantes

Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

El método de trabajo empleado y los equipos, materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

3.4.2.1. Método de trabajo a potencial.

Este método requiere que el trabajador manipule directamente los conductores o elementos en tensión, para lo cual es necesario que se ponga al mismo potencial del elemento de la instalación donde trabaja. En estas condiciones, debe estar

garantizado su aislamiento respecto a tierra y a las otras fases de la instalación mediante elementos aislantes adecuados a las diferencias de potencial existentes.

Este método de trabajo requiere para su ejecución una alta especialización y contar con los medios adecuados y el concurso de trabajadores especialmente entrenados.

Precauciones requeridas:

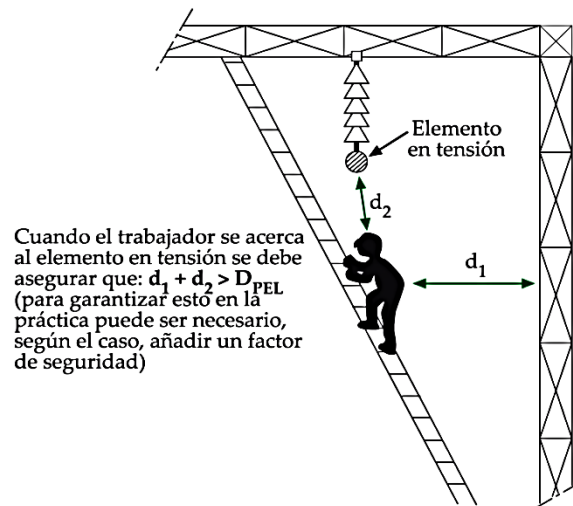
El aislamiento del trabajador respecto a tierra (y respecto a las otras fases) es un aspecto esencial de este método de trabajo. Los elementos que sostienen al trabajador (escalas aislantes, dispositivos elevadores, etc.) deben proporcionar un aislamiento adecuado al nivel de la tensión existente.

Antes de comenzar el trabajo se comprobará la corriente de fuga que circula por el elemento del que depende el aislamiento del trabajador. En caso de que este aislamiento pueda variar debido a las condiciones ambientales (condensaciones por humedad del ambiente, contaminación del aire, etc.) se recomienda controlar la corriente de fuga durante la ejecución del trabajo. Esto puede lograrse mediante un micro amperímetro vigilado por un trabajador o mediante la instalación de un dispositivo automático de alarma. El criterio de seguridad comúnmente admitido es que la citada corriente de fuga se mantenga por debajo de un microamperio por cada kilovoltio nominal de la instalación. Por ejemplo, si la tensión nominal es de 220 kilovoltios, la intensidad de fuga admisible sería de 220 microamperios.

Durante el acceso del trabajador hasta el elemento en tensión, por ejemplo, izado mediante un dispositivo elevador con brazo aislante o subiendo por sí mismo a través de una escala aislante, deben respetarse en todo momento las distancias mínimas de trabajo establecidas en las normativas de seguridad existentes (véase la Figura 8).

Figura N° 30

Método de trabajo a potencial



Cuando el trabajador se acerca al elemento en tensión se debe asegurar que: $d_1 + d_2 > D_{PEL}$ (para garantizar esto en la práctica puede ser necesario, según el caso, añadir un factor de seguridad)

Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

En la práctica, para garantizar tales distancias puede ser necesario, según el caso, trabajar con un margen o factor de seguridad que deberá estudiarse para cada tipo de operación, en función de la evaluación de riesgos.

Los operarios que trabajan con el método “a potencial” deben ir vestidos con ropa externa conductora (pantalón, chaqueta, capucha, guantes, calcetines y calzado). Esta indumentaria constituye un apantallamiento tipo Faraday que impide la

penetración del campo eléctrico en su cuerpo, evitando así heridas de consideración en todo el cuerpo.

Figura N° 31

Ropa de algodón



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

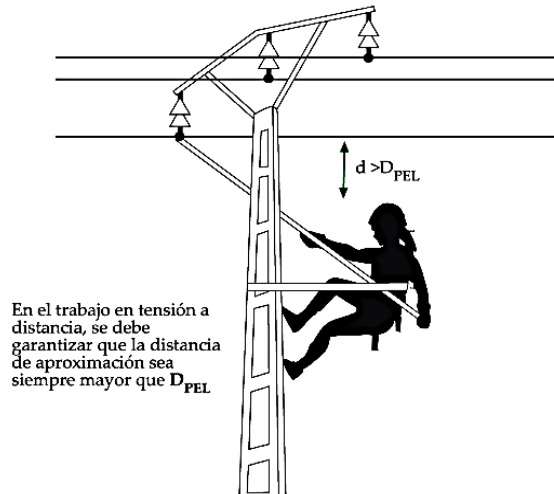
3.4.2.2. Método de trabajo a distancia.

En este método, el trabajador permanece al potencial de tierra, bien sea en el suelo, bien en los apoyos de una línea aérea, bien en cualquier otra estructura o plataforma. El trabajo se realiza mediante herramientas acopladas al extremo de pértigas aislantes.

Las pértigas suelen estar formadas por tubos de fibra de vidrio con resinas epoxi, y las herramientas que se acoplan a sus extremos deben estar diseñadas específicamente para realizar este tipo de trabajos.

Figura N° 32

Método de trabajo a distancia



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

El método de trabajo a distancia requiere planificar cuidadosamente el procedimiento de trabajo, de manera que en la secuencia de ejecución se mantengan en todo momento las distancias mínimas de aproximación establecidas en las normativas de seguridad para trabajos eléctricos en baja tensión, en las condiciones más desfavorables (véase la Figura 9). En la práctica, para garantizar estas distancias puede ser necesario trabajar con un margen o factor de seguridad que habrá de establecerse, para cada tipo de trabajo, en función de la evaluación de riesgos.

3.4.2.3. Método de trabajo en contacto.

Este método, que requiere la utilización de guantes aislantes en las manos, se emplea principalmente en baja tensión. Para poder aplicarlo es necesario que las

herramientas manuales utilizadas (alicates, destornilladores, llaves de tuercas, etc.) dispongan del recubrimiento aislante adecuado, conforme con las normas técnicas que les sean de aplicación.

Figura N° 33

Método de trabajo en contacto



Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

En el método de trabajo en contacto las protecciones aislantes cumplen la misma función que en el método de trabajo a distancia: recubrimiento de conductores y elementos activos, herrajes, aparatos, etc., con los cuales pueda entrar en contacto de forma accidental el trabajador que los realiza. Cuando el trabajo se lleve a cabo en instalaciones de baja tensión, las principales precauciones que deberán ser adoptadas son las siguientes:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores y diseñados para el riesgo de arco eléctrico.

- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.).

3.5. Cortocircuito.

Un cortocircuito en un elemento eléctrico se produce cuando los polos de ese elemento se unen mediante un cable o un conductor. El cortocircuito en una bombilla provoca que la bombilla se apague, pues toda la corriente se dirige hacia el cable que produce el cortocircuito, pues este proporciona a la corriente un camino más fácil (de menor resistencia) para pasar.

Ello provoca el recalentamiento del cable pudiéndose quemar. El cortocircuito en una pila hace que la pila se descargue rápidamente. Un cortocircuito en un aparato conectado a un enchufe puede ser peligroso pues se puede quemar la instalación de la vivienda.

No obstante, para que esto no ocurra existen elementos de protección. En todas las viviendas hay un interruptor, que normalmente se encuentra a la entrada de la vivienda, que se desconecta inmediatamente cuando se produce un cortocircuito, para que la instalación no se queme.

Figura N° 34: Cortocircuito



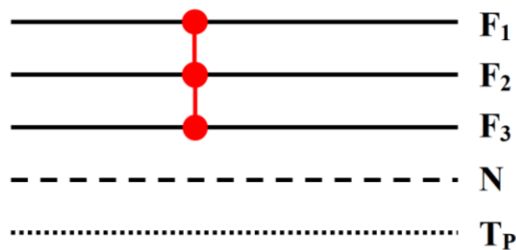
Fuente: Grupo MGO S.A.

Elaborado por: Carlos Luis Encalada Quiñonez

3.5.1. Cortocircuito trifásico.

El cortocircuito trifásico evidentemente solo puede presentarse en redes trifásicas, ya sea de tres o cuatro hilos; su característica principal es la muy baja impedancia de línea que se estaría oponiendo a la corriente de falla.

Figura N° 35: Cortocircuito Trifásico



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

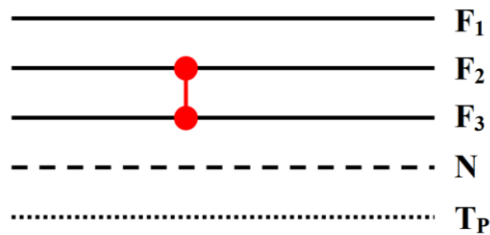
3.5.2. Cortocircuito bifásico.

El cortocircuito bifásico se puede presentar al igual que en el caso anterior, solo en redes del tipo trifásicas, pero su diferencia es que la impedancia de línea es

mayor, y por lo tanto, la corriente de cortocircuito alcanzada es de menor amplitud que en el caso trifásico.

Figura N° 36:

Cortocircuito Bifásico



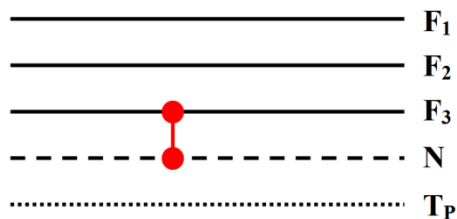
Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.5.3. Cortocircuito monofásico.

El cortocircuito monofásico a neutro puede presentarse tanto en redes trifásicas de cuatro hilos como en sistemas monofásicos y es de menor amplitud (corriente), que los casos anteriores.

Figura N° 37:

Cortocircuito Monofásico



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.6. Arco eléctrico.

Se define como un arco eléctrico a la liberación repentina de energía eléctrica a través del aire, cuando existe una ruptura en los conductores eléctricos en presencia de alto voltaje.

La generación de un arco eléctrico produce una gran radiación térmica (calor) y una luz brillante muy intensa, que puede causar graves quemaduras. En un arco eléctrico se han registrado temperaturas tan altas que van más allá de los 35.000°F.

Los arcos eléctricos que se producen en alta tensión también producen ondas de presión por calentamiento rápido del aire creando una explosión. Esta explosión de presión puede golpear a un trabajador con gran fuerza y enviar las gotas del metal fundido de cobre y aluminio y demás componentes eléctricos a grandes distancias y a muy altas velocidades.

Figura N° 38:

Arco eléctrico



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.6.1. ¿Qué causa origina un arco eléctrico?

El arco eléctrico puede ser originado de manera espontánea cuando de manera accidental desconectamos un interruptor provocando la separación de los contactos de manera brusca lo cual ocasiona un chispazo entre ellos.

La causa más común de generación de arcos eléctricos, son el deterioro de los aislantes de los conductores, lo que provoca que existan fugas de corriente de gran intensidad y los cortocircuitos producidos en los equipos eléctricos instalados, también se pueden producir arcos eléctricos en los puentes entre conductores.

Figura N° 39:

Causas del Arco eléctrico



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.6.2. Recomendaciones importantes para evitar arcos eléctricos:

- Identificar todas las fuentes de energía, desconectar la alimentación de las cargas, verificar visualmente la desconexión del circuito, el bloqueo e identificación del circuito, hacer pruebas de tensión, y conectar a tierra todos los conductores de energía.

- En todo mantenimiento eléctrico, requiere el uso de equipo de protección personal apropiado para descargas eléctricas y arcos, para protección de destello deben utilizarse lentes de seguridad, guantes de tensión nominal, ropa de trabajo resistente al fuego, así como escudos, trajes refulgentes con capuchas, y protección auditiva.

Figura N° 40:

Ropa de protección para Arco eléctrico



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

- Un ejemplo de la energía liberada durante un arco eléctrico, en una sola falla de fase a fase en una instalación eléctrica de 480V, con una intensidad de cortocircuito de 20.000 Amperios la potencia resultante es de 9.6 MW, si la falla tiene una duración de 10 ciclos a 60 Hz, la energía resultante sería 1600 kilojulios.
- La rápida expansión de la onda de vapor sobrecalentado producido por el arco eléctrico puede causar lesiones y daños muy graves en el cuerpo. Además de la intensa radiación ultravioleta, visible y de rayos infrarrojos

de la luz generada, puede provocar temporalmente y a veces incluso ceguera permanente a los ojos de la gente.

Figura N° 41

Instante en que es bajado Víctor Torres luego de recibir una descarga eléctrica Accidente en arco eléctrico



Fuente: Datos de la investigación – CNEL EP División Playas
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.7. Falla de aislamiento.

Las fallas de aislamiento no siempre dan origen a cortocircuito; en muchos casos una falla de aislamiento en algún equipo eléctrico provoca que la carcasa metálica de dicho equipo se energice, con el consiguiente peligro para la vida de las personas al sufrir una descarga eléctrica. El origen de las fallas de aislamiento está en el envejecimiento del mismo, los cortes de algún conductor, uniones mal aisladas, mala ejecución de las reparaciones.

Figura N° 42:

Fallas de aislamiento



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

La instalación eléctrica se debe diseñar para que en situaciones de mal funcionamiento, ante una perturbación, sea capaz de soportar esta anomalía pasajera y volver a operar correctamente, sin arriesgar la integridad de las personas, los bienes o la propia instalación.

Sin embargo, ya que es posible que ocurran anomalías más extremas, es decir fallas, es necesario incorporar medidas que protejan a las personas y a los bienes frente a los cortocircuitos y sobrecargas, dotando a las instalaciones de un sistema de protecciones destinadas a minimizar los efectos de las fallas, de tal manera que al presentarse alguna, la instalación dañada pueda ser aislada para su posterior reparación.

3.8. Sobrecarga

Se dice que un circuito está sobrecargado cuando fluye demasiada corriente a través de él. Cuando un circuito está sobrecargado, los conductores se calientan y

si continúa la misma situación, el material aislante se derretirá y quemará. Como la mayor parte del alambrado se encuentra por dentro de las paredes, no se necesita mucha imaginación para entender que se producirá un incendio. Debe tenerse una protección en el circuito que corte la corriente antes de que alcance un nivel peligroso. Se conoce como protección del circuito.

Figura N° 43:

Sobrecarga eléctrica



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Demasiadas conexiones en una misma salida sobrecargan el circuito. Esta es una razón importante por la cual una caja de salida tiene solo dos enchufes. Mucha gente lo pasa por alto y mediante extensiones logra conectar más de un aparato en cada enchufe.

El principal argumento en contra de los enchufes múltiples es que permiten conectar aparatos en los portalámparas. La figura muestra el uso peligroso de los enchufes múltiples.

Figura N° 44:

Sobrecarga eléctrica



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.9. Elementos de protección eléctrica.

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

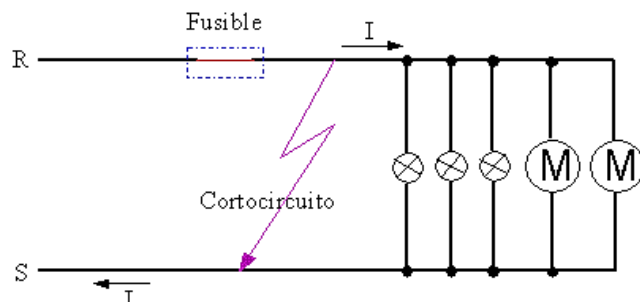
Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay tres que deben usarse en todo tipo de instalación: de alumbrado, domesticas, de fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc., ya sea de baja o alta tensión. Estas tres protecciones eléctricas, que describiremos con detalle a continuación son:

- a. Protección contra cortocircuitos:** Los cortocircuitos, no son más que una sección de hilo más fino que los conductores normales, colocado en la entrada del circuito a proteger, para que al aumentar la corriente, debido a un cortocircuito, sea la parte que más se caliente, y por tanto la primera en

fundirse. Una vez interrumpida la corriente, el resto del circuito ya no sufre daño alguno.

Figura N° 45

Fundamento del cortocircuito

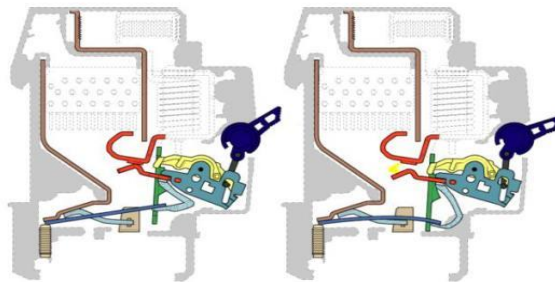


Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

- b. Protección contra sobrecargas:** Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobre intensidades previsibles

Figura N° 46

Protección contra sobrecargas

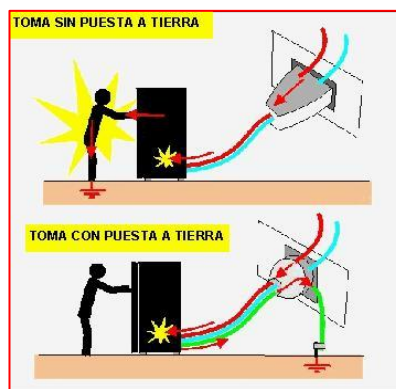


Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

- c. **Protección contra electrocución:** Se entiende por choque eléctrico al efecto fisiológico resultante de la circulación de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

Figura N° 47

Protección contra electrocución



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.9.1. Protecciones eléctricas.

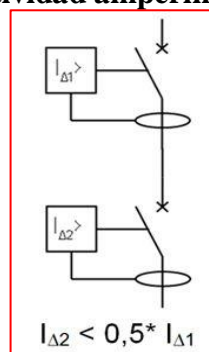
Una parte importante de disparos intempestivos en una instalación es debido a una falta de coordinación de selectividad entre las protecciones diferenciales. Con unas buenas prácticas de instalación podremos solucionar gran parte de los disparos de protecciones diferenciales.

La selectividad de las protecciones diferenciales debe ser tanto horizontal como vertical. En este artículo abordaremos las 3 reglas esenciales para la selectividad vertical. Para garantizar la correcta selectividad vertical deben cumplirse 3 condiciones:

- **Selectividad amperimétrica:** Esta condición debe cumplir que el valor de sensibilidad del diferencial conectado aguas arriba ($I_{\Delta 1}$) sea mayor del doble de la sensibilidad del diferencial conectado aguas abajo ($I_{\Delta 2}$).

Figura N° 48

Selectividad amperimetrica



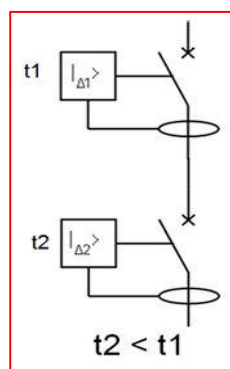
Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

- **Selectividad cronométrica:** Esta condición debe garantizar que un diferencial conectado aguas arriba (t_1) no actúe antes que un diferencial de aguas arriba (t_2) para cualquier valor de corriente

Figura N° 49

Selectividad d cronometrica



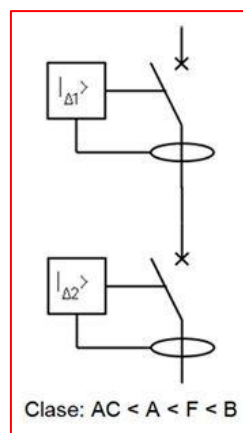
Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

- **Selectividad de tipo:** Para garantizar la selectividad vertical, el tipo o clase de diferencial aguas arriba debe ser superior o igual del diferencial instalado aguas abajo

Figura N° 50

Selectividad de tipo



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.9.2. Características operativas de una instalación eléctrica.

Dentro de las características operativas de una instalación eléctrica, se establecen dos estados que deben ser tomados en consideración:

1.- Estado de operación normal.

Es el estado de funcionamiento de una instalación en el cual todos los parámetros del circuito (voltaje, consumo, corriente, frecuencia, temperatura de los conductores)

2.- Estado de operación anormal.

Cuando uno o más parámetros de la instalación eléctrica exceden las condiciones previstas, se dice que el circuito está operando anormalmente. Ocurren situaciones como el sobreconsumo, el aumento de temperatura en los conductores, variaciones de voltaje, cortocircuitos.

Según la gravedad que presentan se clasifican en:

- **Perturbaciones:** Corresponden a las anomalías de breve duración que no constituyen riesgo para la operación de una instalación eléctrica. Por ejemplo, son perturbaciones de este tipo las variaciones momentáneas de voltaje o frecuencia, o las sobrecargas de corriente de corta duración, que si bien pueden tener efecto pasajero en la instalación y los artefactos conectados a ella, luego de pasada la perturbación todo vuelve a la normalidad.
- **Fallas:** Estas son anomalías en las cuales se pone en peligro la integridad de la instalación eléctrica, de los bienes materiales y la vida de las personas. Debido a la gravedad extrema de la situación anormal, el sistema eléctrico no puede continuar operando. Los tipos de fallas más comunes son las sobrecargas permanentes, los cortocircuitos, las fallas de aislación, el corte de conductores.

3.9.3. Protecciones contra tipos de fallas.

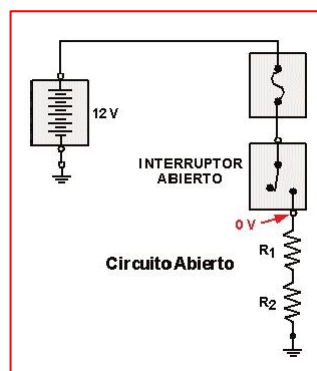
En toda instalación eléctrica, su funcionamiento se basa en suministrar la energía de forma eficiente y segura, Sin embargo, como todo sistema tecnológico, estos no siempre trabajan de forma continua, ya que estos se pueden ver involucrados a anomalías internas o externas. Las consecuencias de estas anomalías son muy severas, desde el incendio de una vivienda hasta la electrocución de una persona. En muchos casos, esto se debe a desperfectos de la instalación, la mala ejecución del técnico electricista, descuido o manejo inapropiado de la fuente de energía.

a) Falla de Cortocircuito

Se denomina cortocircuito a la unión de dos conductores o partes de un circuito eléctrico, con una diferencia de potencial o tensión entre sí, sin ninguna impedancia eléctrica entre ellos.

Figura N° 51

Falla de cortocircuito



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Este efecto, según la Ley de Ohm, al ser la impedancia cero, hace que la intensidad tienda a infinito, con lo cual peligran la integridad de conductores y máquinas debido al calor generado por dicha intensidad, debido al efecto Joule.

En la práctica, la intensidad producida por un cortocircuito, siempre queda amortiguada por la resistencia de los propios conductores que, aunque muy pequeña, nunca es cero.

$$I = V / Z \text{ (si } Z \text{ es cero, } I = \text{ infinito)}$$

Se entiende por sobrecarga al exceso de intensidad en un circuito, debido a un defecto de aislamiento o bien, a una avería o demanda excesiva de carga de la máquina conectada a un motor eléctrico. Las sobrecargas deben de protegerse, ya que pueden dar lugar a la destrucción total de los aislamientos, de una red o de un motor conectado a ella. Una sobrecarga no protegida degenera siempre en un cortocircuito.

b) Falla de Sobrecarga

Los dispositivos más empleados para la protección contra sobrecargas son:

- **Fusibles calibrados:** El sobrecalentamiento es muy peligroso cuando hay demasiada corriente en un circuito. Este efecto calentador se usa para proteger los circuitos mediante un aparato llamado fusible

Figura N° 52

Fusible calibrados



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

- **Interruptores Termo magnéticos:** Para la protección de circuitos derivados y alimentadores para instalaciones eléctricas, domésticas, industriales y comerciales, aparatos electrodomésticos y eléctricos de bajas capacidades.

Figura N° 53

Interruptores termo magnéticos

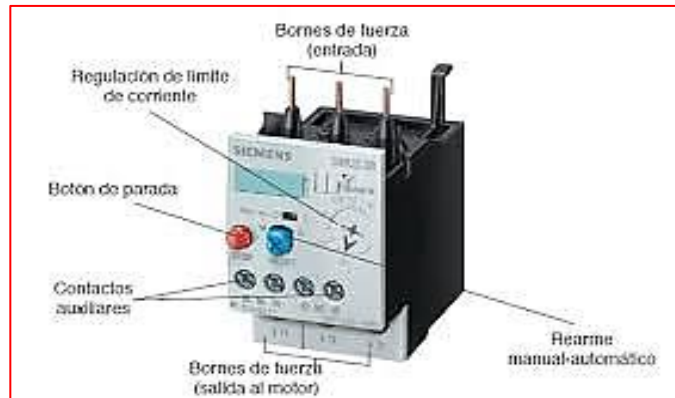


Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

- **Relés térmicos:** Los relés térmicos son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua.

Figura N° 54

Relés térmicos



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Para los circuitos domésticos, de alumbrado y para pequeños motores, se suelen emplear los dos primeros, al igual que para los cortocircuitos, siempre y cuando se utilice el tipo y la calibración apropiada al circuito a proteger. Por el contrario para los motores trifásicos se suelen emplear los llamados relés térmicos.

Lo que no debemos hacer

Falla de Aislamiento

Muchos no nos hemos escapado de una descarga eléctrica (corrientazo) por parte de una nevera, lavadora o cualquier electrodoméstico. Los cables que suministran la energía eléctrica a estos equipos, con el tiempo se envejecen y se desgastan, tanto por vibraciones y el ambiente al que están expuestos. La falla de aislamiento no necesariamente provoca un cortocircuito en el sistema. En muchos de los

casos, solo se energiza la carcasa del equipo. Esta falla pone en peligro la vida de las personas, aumentando la posibilidad de que esta sea electrocutada.

Según los reglamentos electrotécnicos, "en el origen de todo circuito deberá colocarse un dispositivo de protección, de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en la instalación". No obstante se admite una protección general contra cortocircuitos para varios circuitos derivados.

Protección

Para limitar estas fallas, se instala el cable de puesta a tierra, para desviar el flujo de corriente, y tratar de que no llegue al cuerpo de la persona. También, para incrementar la seguridad del usuario, se montan en los paneles de distribución, los interruptores diferenciales.

Un sistema de protección bien diseñado y adecuadamente coordinado es vital para asegurar que el sistema eléctrico de potencia opere dentro de los requerimientos y parámetros previstos, al brindarle seguridad a redes y costosos equipos, también se está protegiendo una inversión de capital muy grande y se protege también a las personas.

La operación automática permite aislar las fallas tan rápido como sea posible para minimizar los daños. Los costos económicos y los beneficios de un sistema de

protección deben ser tenidos en cuenta con el fin de obtener un adecuado balance entre los requerimientos del sistema y los recursos financieros disponibles.

Tabla N° 17

Resumen de la Formación / Capacitación mínima de los trabajadores								
	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
MEDIA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T
ALTA TENSIÓN	C	T	C + AE (con vigilancia de un jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A
T = CUALQUIER TRABAJADOR A = AUTORIZADO C = CUALIFICADO C + AE = CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO					1.- Los trabajos con riesgo eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una empresa de trabajo temporal. 2.- La realización de lo establecido en las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones legales			

Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.9.3.1. Equipos de protección personal y materiales de protección aislante necesarios para realizar actividades de mantenimiento en instalaciones eléctricas.

Los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales, estos son:

- Los accesorios aislantes para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados
- Los equipos de protección individual

Accesorios aislantes

Son equipos cuyo nivel de aislamiento eléctrico han sido certificados o verificados mediante ensayos eléctricos, entre ellos:

- Vainas o caperuzas aislantes
- Pantallas aislantes
- Cubiertas aislantes, etc.

Útiles aislantes o aislados

Estos útiles deberán disponer del recubrimiento aislante conforme a las normas técnicas, destacando:

- Herramientas
- Pinzas
- Puntas de prueba, etc.

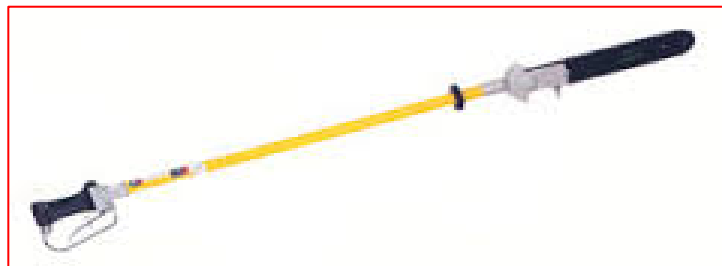
Pértigas aislantes

Permiten realizar la tarea sin tener que aproximarse o entrar en contacto con las partes activas de la instalación, de tal forma que aumenta la resistencia de contacto y protege frente a efectos de un posible arco eléctrico al mantener una distancia adecuada.

En ningún caso, se colocarán las manos más allá de las marcas establecidas.

Figura N° 55

Pertigas Aislantes



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Dispositivos aislantes o aislados

Estos dispositivos proporcionan aislamiento respecto a tierra, entre ellos se pueden mencionar:

- Alfombras aislantes
- Banquetas aislantes
- Plataformas de trabajo

- Escaleras aislantes, etc.

Detectores de tensión

Se utilizan para el reconocimiento de la ausencia de tensión. Deben verificarse en un laboratorio acreditado. Como medida de prevención deben ser probados antes de su uso. La prueba se realizará en una instalación en tensión.

Figura N° 56

Detectores de tensión



Fuente: Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos

Estos equipos siempre deberán disponer de marcado CE y categoría III. Están destinados a proteger de un peligro mortal o que puede dañar seriamente la salud. Se pueden distinguir los siguientes EPI's: frente a contactos eléctricos:

- Guantes aislantes
- Manguitos aislantes
- Calzado dieléctrico
- Cascos de seguridad aislante con barboquejo

Tabla N° 18

Equipos de Protección Personal frente al Choque Eléctrico

DENOMINACIÓN	PROTECCIÓN DIELECTRICA																					
Casco aislante de la electricidad	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Clase 0</td> <td>$V_{ca} < 1000 \text{ v}$</td> </tr> <tr> <td>$V_{cc} < 1500 \text{ v}$</td> </tr> </table> <p>NOTA: la evaluación de los riesgos determinará la necesidad de que el casco disponga de elementos (barboquejo)</p>	Clase 0	$V_{ca} < 1000 \text{ v}$	$V_{cc} < 1500 \text{ v}$																		
Clase 0	$V_{ca} < 1000 \text{ v}$																					
	$V_{cc} < 1500 \text{ v}$																					
Guantes aislantes para trabajos eléctricos: Los guantes aislantes de la electricidad que incorporan protección mecánica se denominan guantes compuestos y si además de esta protección mecánica extienden su protección a parte del brazo (aproximadamente hasta la axila) se denominan guantes largos compuestos.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>$V_{ca} \text{ (kv)}$</th> <th>$V_{cc} \text{ (kv)}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00</td> <td>$< 0,5$</td> <td>$< 0,75$</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>< 1</td> <td>$< 1,5$</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>$< 7,5$</td> <td>$< 11,25$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>< 17</td> <td>$< 25,5$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$< 26,5$</td> <td>$< 39,75$</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>< 36</td> <td>< 54</td> </tr> </tbody> </table>	Clase	$V_{ca} \text{ (kv)}$	$V_{cc} \text{ (kv)}$	00	$< 0,5$	$< 0,75$	0	< 1	$< 1,5$	1	$< 7,5$	$< 11,25$	2	< 17	$< 25,5$	3	$< 26,5$	$< 39,75$	4	< 36	< 54
Clase	$V_{ca} \text{ (kv)}$	$V_{cc} \text{ (kv)}$																				
00	$< 0,5$	$< 0,75$																				
0	< 1	$< 1,5$																				
1	$< 7,5$	$< 11,25$																				
2	< 17	$< 25,5$																				
3	$< 26,5$	$< 39,75$																				
4	< 36	< 54																				
Manguitos aislantes																						
Ropa aislante de la electricidad	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Clase 00</td> <td>$V_{ca} < 500 \text{ v}$</td> </tr> <tr> <td>$V_{cc} < 750 \text{ v}$</td> </tr> </table>	Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ v}$	$V_{cc} < 750 \text{ v}$																		
Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ v}$																					
	$V_{cc} < 750 \text{ v}$																					
Calzado aislante de la electricidad	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Clase 00</td> <td>$V_{ca} < 500 \text{ v}$</td> </tr> <tr> <td>$V_{cc} < 750 \text{ v}$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Clase 00</td> <td>$V_{ca} < 1000 \text{ v}$</td> </tr> <tr> <td>$V_{cc} < 1500 \text{ v}$</td> </tr> </table>	Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ v}$	$V_{cc} < 750 \text{ v}$	Clase 00	$V_{ca} < 1000 \text{ v}$	$V_{cc} < 1500 \text{ v}$															
Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ v}$																					
	$V_{cc} < 750 \text{ v}$																					
Clase 00	$V_{ca} < 1000 \text{ v}$																					
	$V_{cc} < 1500 \text{ v}$																					

Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

3.10. LAS CINCO REGLAS DE ORO

En electricidad, las reglas de oro son cinco reglas que definen unos procedimientos estándar de obligado cumplimiento para minimizar el riesgo eléctrico en trabajos sin tensión.

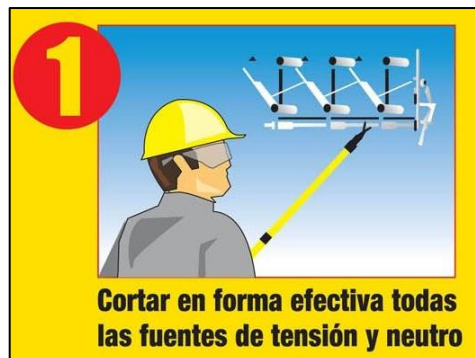
PRIMERA REGLA DE ORO: DESCONECTAR EL CIRCUITO

ELÉCTRICO: El objetivo de la primera regla es desconectar toda posible fuente que nos pueda alimentar el circuito, desconectando tanto las entradas como las salidas, ya que se podría dar la realimentación de retorno por alguna de las salidas.

La desconexión se realizará con aparatos que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo: seccionadores, interruptores automáticos, etc.

Figura N° 57

Primera Regla de Oro



Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Realizar la apertura en cada uno de los circuitos, incluyendo el neutro cuando exista.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse.

SEGUNDA REGLA DE ORO: PREVENIR CUALQUIER POSIBLE

REALIMENTACIÓN: El objetivo de esta segunda regla es evitar cierres intempestivos de seccionadores, interruptores-seccionadores, etc., ya sea por error humano, error técnico o motivos imprevistos.

Los aparatos de corte se deben enclavar o bloquear en posición de apertura, siempre que sea posible, se bloquearan los aparatos que se han desconectado en la primera regla.

Figura N° 58

Segunda Regla de Oro



Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Colocar una señalización junto al dispositivo de bloqueo indicando la prohibición de maniobrar el aparato. Esta señal deberá ser de material aislante y en ella deberá figurar el nombre de la persona que realice los trabajos.

TERCERA REGLA DE ORO: VERIFICAR LA AUSENCIA DE TENSIÓN:

El objetivo de esta tercera regla es comprobar si existe todavía tensión de servicio en la instalación y que todas las fuentes de tensión posibles han sido abiertas.

NUNCA CONFÍE EN UN CIRCUITO DE CONTROL DESACTIVADO

Hay que verificar la ausencia de tensión en todos los elementos activos de la instalación eléctrica: las fases incluido el neutro, o entre fases y tierra sino existe el conductor neutro. A continuación se detallan los puntos a comprobar la ausencia de tensión:

- En el lugar donde vayamos a trabajar.
- En todos los lugares donde hayamos efectuado el corte visible o efectivo.

Figura N° 59

Tercera Regla de Oro



Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Secuencia de comprobación:

1. Verificar el correcto funcionamiento del equipo de medición (a través de un punto o elemento en tensión)
2. Verificar la ausencia de tensión en todos, y cada uno de los conductores de fase y neutro de los circuitos afectados

3. Verificar nuevamente el correcto funcionamiento del equipo de medición.

Se repetirá el punto 1.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o en su defecto se emplearán métodos o procedimientos de trabajo que aseguren, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

CUARTA REGLA DE ORO: PONER A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO: El objetivo es controlar los posibles efectos derivados de la puesta en tensión de la instalación o línea eléctrica.

Figura N° 60

Cuarta Regla de Oro



Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Ejemplos:

- Por descargas atmosféricas tipo rayo

- Por inducción debida a los campos electromagnéticos producidos por otras líneas próximas
- Por contacto o rotura de una línea que incida en el lugar donde se está trabajando
- Por retornos de otras posibles fuentes de tensión (grupos electrógenos, condensadores, etc.).

En instalaciones de Alta y Media Tensión hay que realizarlo siempre; en Baja Tensión sólo será obligatorio si por inducción u otras razones, pueden ponerse accidentalmente en tensión. (Estudiar previamente el lugar de trabajo).

QUINTA REGLA DE ORO: PROTEGER FRENTE A ELEMENTOS PRÓXIMOS EN TENSIÓN Y DELIMITAR LA ZONA DE TRABAJO:

Cuando en la proximidad de la zona de trabajo existan elementos que deban permanecer en tensión, cabe adoptar dos posibles soluciones:

Figura N° 61

Quinta Regla de Oro



Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

1. Considerarlo como trabajo en proximidad en cuyo caso habría que realizarlo fuera de la zona de peligro, delimitando dicha zona con cintas o cadenas aislantes así como señales de peligro o prohibición homologadas
2. Proceder a la colocación de elementos protectores, tales como pantallas, aislamientos u obstáculos que permitan considerar el área de trabajo fuera de toda zona de peligro.

Si la colocación de estos elementos implica un trabajo en tensión (dentro de la zona de peligro) habría que realizarlos adoptando las precauciones correspondientes de trabajos en tensión. En el caso de un Hospital, cuando se quiere realizar trabajos y se corta la energía, estos automáticamente prenden sus generadores, lo cual implicaría usar un transferencial para que no haya retorno de energía y así evitar accidentes y fallas en los equipos.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA

4.1. Inversiones de mejoras y prevención.

Los costos totales que se incurrirán en la implementación del Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional propuesto para minimizar los accidentes de los trabajadores del área técnica de la Unidad de Negocios Santa Elena, división Playas, se establecen en los siguientes parámetros:

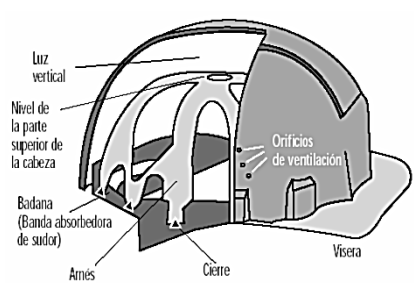
4.1.1. Inversión de activos

La empresa además de los equipos y materiales que debe renovar, debido a que la mayoría ya cumplieron su ciclo de vida, está en la obligación de renovar constantemente los equipos de protección personal e individual para cada uno de sus trabajadores y hacer que se los usa de manera correcta a fin de precautelar la integridad y seguridad de cada uno de ellos.

Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual que serán adquiridos para la protección de los trabajadores de la Unidad de Negocios E.P.

División Playas:

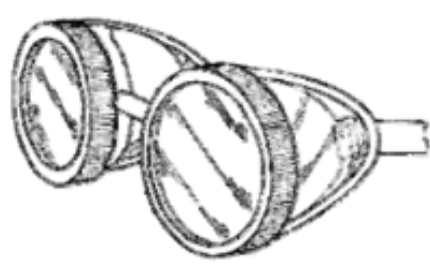
Figura N° 62

PROTECTORES DE LA CABEZA	
CARACTERÍSTICAS:	Precio Unitario: \$ 25,00
Cascos eléctricamente aislantes para utilización en instalaciones de media tensión. Para uso en instalaciones con tensiones de hasta 1 kV en corriente alterna (c.a.) o 1,5 kV en corriente continua (c.c.).	
Los cascos aislantes de la electricidad han de cumplir los requisitos de la norma INEN 397, en el marcado de los cascos, ha de indicarse la clase eléctrica correspondiente además del doble triángulo símbolo IEC 60417-5216 apropiado para los trabajos bajo tensión	

Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez


Figura N° 63

PROTECTOR OCULAR	
CARACTERÍSTICAS:	Precio Unitario: \$ 9,00
La protección contra arco eléctrico de cortocircuito es un requisito particular contemplado en la norma INEN 166:2002. Los únicos protectores oculares aplicables a este tipo de protección son las pantallas faciales certificadas según la INEN 166:2002 y que incorporan el requisito de protección contra el arco eléctrico de cortocircuito.	
Los oculares de estas pantallas faciales han de tener una clase ocular de 2-1,2 o 3-1,2. El número 8 es el símbolo de marcado que indica la solidez frente al arco eléctrico de cortocircuito	

Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Figura N° 64

ROPA DE PROTECCIÓN	
CARACTERÍSTICAS:	Precio Unitario: \$ 120,00
<p>Se quiere evitar la acumulación de cargas electrostáticas que puedan ocasionar incendios o explosiones.</p> <p>Esta norma específica los requisitos electrostáticos y de diseño para la ropa diseñada para evitar la formación de chispas que puedan provocar un incendio. No es aplicable frente a tensiones eléctricas.</p>	
<p>Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de media tensión.</p> <p>La ropa aislante de la electricidad está destinada a ser usada por personal cualificado que trabaje sobre o en la proximidad de partes en tensión en instalaciones de media tensión a una tensión nominal de hasta 500 V en c.a. o 750 V en c.c.</p>	
Cantidad 60 = Total \$ 7.200,00	

Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Figura N° 65

PROTECCIÓN EN MANOS Y BRAZOS	
CARACTERÍSTICAS:	Precio Unitario: \$ 25,00
<p>Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.</p> <p>En la norma INEN 60903:2005 se da una recomendación para la tensión máxima de utilización de los guantes en función de su clase. Se diferencian en función de la longitud y espesor del guante (aumentando estos factores conforme aumenta la clase del guante), tensión de prueba y tensión soportada frente a las que son ensayados (aumentando también estos factores conforme mayor es la clase eléctrica) y tensiones máximas recomendadas de utilización.</p>	
<p>Los guantes aislantes pueden incorporar propiedades especiales tales como resistencia al ácido (categoría designada por la letra A), al aceite (designada con la letra H), al ozono (designada con la letra Z), resistencia al ácido, aceite y al ozono (designada con la letra R) y resistencia a las muy bajas temperaturas (designada con la letra C).</p>	
Cantidad 30 = Total \$ 750,00	

Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico

Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Figura N° 66

PROTECCIÓN EN PIES Y PIERNAS	
CARACTERÍSTICAS:	Precio Unitario: \$ 75,00
Con la norma adicional de calzado aislante de baja tensión INEN 50321:2000 para los calzados de seguridad, protección y uso profesional certificados. Esta norma identifica dos clases de protección y el marcado CE incluye un pictograma con forma de dos triángulos: La clase "00" para instalaciones con tensión nominal inferior a 500Vac con pictograma de triángulos en color marrón y la clase "0" para tensión nominal inferior a 1.000Vac con pictograma de triángulos en color rojo.	<p>Resistencia eléctrica del calzado</p>
Ensayo opcional de calzado de alto aislamiento eléctrico "IS" dentro de la norma de bombero UNE EN 15090:2007. Debe presentar una resistencia eléctrica superior al 1.000MOhm en seco y en húmedo.	<p>Cantidad 30 = Total \$ 2.250,00</p>

Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

Figura N° 67

CINTURONES DE SEGURIDAD PARA TRABAJO EN ALTURA	
CARACTERÍSTICAS:	Precio Unitario: \$ 120,00
Son elementos de protección que se utilizan en trabajos efectuados en altura, para evitar caídas del trabajador.	
Para efectuar trabajos a más de 1.8 metros de altura del nivel del piso se debe dotar al trabajador de:	
Cinturón o Arnés de Seguridad enganchados a una línea de vida.	
	Cantidad 30 = Total \$ 3.600,00

Fuente: Guía Técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

4.2. Costos y gastos de la propuesta

A continuación se detallan los costos de inversión en que debe incurrir la empresa para proteger a sus trabajadores:

TABLA N° 19
PRESUPUESTO

N°	DETALLE	COSTO TOTAL
1	Capacitación al personal sobre seguridad industrial 21H	\$ 1.260,00
2	Compra de Equipos de Protección Personal	\$ 14.820,00
3	Materiales y herramientas de trabajo	\$ 8.000,00
4	Suministros para trabajos de campo	\$ 2.000,00
TOTAL		\$ 26.080,00

Fuente: Datos de la investigación
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

4.2.1. Capacitación al personal

TABLA N° 20

N°	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN		FINALIDAD
		Días	Horas	
1	Curso Básico de Seguridad e Higiene Industrial	3	9	Integrar a los trabajadores y motivarlos para que participen de forma activa y eficaz en la actividad de seguridad industrial.
2	Definiciones Básicas	1	1	Establecer criterios sobre las diferentes instalaciones eléctricas que existen y que están establecidas dentro de la normativa de trabajo
3	Efectos de la intensidad de corriente eléctrica sobre el cuerpo humano	1	2	Conocer la intensidad de corriente, Resistencia eléctrica del cuerpo, tensión eléctrica, tiempo de contacto, entre otros.
4	Peligros derivados del uso de la corriente eléctrica	1	3	Estar al tanto del peligro que representa al tocar parte de la instalación que en ese momento es conductora por avería
5	Peligros derivados del uso de la corriente eléctrica: efectos debido al contacto directo o indirecto: asfixia, quemaduras, fibrilación cardíaca, espasmo muscular, contacto directo	1	3	Exceso de confianza al realizar trabajos en B.T. o no utilizar los equipos de protección personal individual apropiados, herramientas o artefactos, es causa de accidentes
6	Recomendaciones principales para evitar accidentes eléctricos	1	3	Conocer los principios básicos de electricidad, respetando el uso de conexiones de Puesta a Tierra, además de las distancias de seguridad en instalaciones
TOTAL HORAS			21	

Fuente: Datos de la investigación
Elaborado por: Carlos Encalada Quiñonez

4.2.2. Logros de aplicación de la propuesta

Se requiere implementar mejoras en la Capacitación logrando:

- Elevar la moral de la fuerza de trabajo
- Mejorar la relación jefe- subordinado
- Contribuir a la formación de líderes y dirigentes
- Incrementar la productividad y la calidad de trabajo
- Prescindir los costos de recurrir a consultas externas
- Ayudar al individuo para la toma de decisiones y solución de problemas.
- Subir el nivel de satisfacción (autoestima) en el puesto de trabajo.
- Eliminar los temores a la incompetencia o la ignorancia individual.
- Optimizar la comunicación entre grupos y entre individuo
- Hacer viable las políticas de la organización
- Transformar a la empresa en un entorno de mejor calidad para trabajar.

4.3. Financiamiento.

El financiamiento de la presente propuesta será asumida por CNEL E.P. División Playas la misma de que dispone de un presupuesto para la compra de suministros, herramientas e insumos y que están contempladas año a año dentro de su presupuesto, y que por asuntos de negligencia del personal a cargo de esta área, no se las realiza de manera oportuna, lo que conlleva a que ocurran estos percances.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- No se establece un trabajo coordinado entre lo que es planes y programas de prevención de riesgos eléctricos en el área técnica de la Corporación Nacional de Electricidad, Unidad de Negocios Santa Elena, División Playas
- Falta de aplicación de las normas y reglamentos de seguridad para evitar los riesgos eléctricos en el desarrollo de las actividades diarias de CNEL E.P. División Playas.
- No se evidencia capacitaciones que permitan conocer los factores que ocasionan los riesgos eléctricos al manipular líneas de media tensión en el desarrollo de las actividades del personal de campo de la Unidad de Negocios, Santa Elena, División Playas.
- Inexistencia de un presupuesto para evaluar el desarrollo de las actividades de los empleados de campo a fin de conocer las causas que ocasionan los accidentes en los trabajos de las líneas de media tensión.

Recomendaciones

- Implementar trabajos coordinados entre directivos y empleados a fin de dar cumplimiento a los planes y programas de prevención de riesgos eléctricos en el área técnica de la Corporación Nacional de Electricidad, Unidad de Negocios Santa Elena, División Playas
- Revisar periódicamente las condiciones de los trabajos que realizan los empleados de CNEL E.P. División Playas para constatar la aplicación de las normas y reglamentos de seguridad y evitar los riesgos eléctricos en el desarrollo de las actividades diarias.
- Realizar capacitaciones para establecer los factores que ocasionan los riesgos eléctricos al manipular líneas de media tensión en el desarrollo de las actividades del personal de campo de la Unidad de Negocios, Santa Elena, División Playas.
- Aplicar la propuesta del estudio de los riesgos eléctricos en las líneas de media tensión para evaluar el desarrollo de las actividades de los empleados de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias F. (2006). El Proyecto de Investigación. 5ta Edición. Editorial Episteme.
- Constitución de la República Bolivariana del Ecuador 2008. Ediciones Legales Quito – Ecuador..
- Enciclopedia Encarta (2009). Eliminación de Residuos Sólidos. Microsoft (DVD).
- Hernández y Otros. (2008). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill. México.
- Herrera M. (2009). Manejo de los residuos sólidos. Trabajo de Grado para optar al título de Licenciada en Educación Integral.
- Lama Y. (2010). Jornada de información acerca de las 3R de la ecología, como alternativa para minimizar los desechos sólidos en la Comunidad José Wilfredo Rodríguez, Sector III, del municipio San Fernando, Estado Apure. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Técnico Superior en Enfermería. Mención Enfermería Integral Comunitaria.
- Larousse (2010). Ecología y Medio Ambiente. Volumen 1. Barcelona – España.
- Larousse. (2009). Ecología y Medio Ambiente. Spes Editorial. Impreso en España.

- Ley de Gestión Integral de la Basura (2010). Editorial Enulven. Caracas – Venezuela.
- Ley de Residuos y Desechos Sólidos. (2004). Editorial Enulven. Caracas – Venezuela.
- Metodología de la Investigación. (2008). Universidad Nacional Abierta. Estudios Generales. Caracas – Venezuela.
- Ministerio de Agricultura y Tierras. (2006). Desarrollo Endógeno. Caracas – Venezuela.
- Ministerio del Ambiente. (2009). Reciclar es cultivar la armonía ambiental. Caracas – Venezuela.
- Ministerio para la Economía Popular. (2006). Educación Ambiental. Eje de Formación Sociopolítica.
- Rangel R. (2012). Valores, participación y Desarrollo Sustentable en Venezuela. Fundación Editorial el Perro y la Rana. Caracas – Venezuela.
- Sabino C. (2007). El Proceso de Investigación. Editorial Panapo. Caracas – Venezuela.
- Tamayo y Tamayo M. (2008). El Proceso de la Investigación Científica. Editorial Limusa. México.
- Universidad Nacional Abierta (2008). Ambiente y Desarrollo Sostenible en Venezuela. Estudios Generales. Caracas – Venezuela.
- Zamora H. (2006). Geografía Económica de Venezuela. E.M.D.P. ediciones CO – BO. Caracas – Venezuela.
- <http://www.ecuale.com/santaelena/>

Anexos



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ENTREVISTA AL SR. ING. RAÚL ENRIQUE VACACELA OCHOA,
GERENTE DE OPERACIONES DE LA DIVISIÓN PLAYAS.

1. ¿Conoce todo lo concerniente a prevención de accidentes en su área de trabajo?

2. ¿Desde el desempeño de su función, conoce si ha habido accidentes de trabajo con algún trabajador, y cuáles han sido las consecuencias de estos?

3. ¿La empresa que usted gerencia, ha recibido alguna demanda legal por asuntos relacionados con accidentes de trabajo de algún trabajador?

4. ¿Se han realizado estudios para el control de los riesgos eléctricos en el desempeño de las actividades de los trabajadores en las líneas de media tensión de la Unidad de Negocios Santa Elena, División Playas?

5. ¿Cómo Gerente de la empresa, se tiene algún plan que permita a cada trabajador tener conocimientos de las más elementales normas de seguridad y así evitar los riesgos a los que está expuesto?

6. A su criterio, ¿Los trabajadores de la empresa, especialmente aquellos que trabajan con líneas de media tensión, usan de manera correcta los equipos de protección personal?

7. ¿Dialoga constantemente con los trabajadores a fin de conocer la problemática existente sobre los accidentes que se dan en el manejo de las líneas de baja tensión?



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ENCUESTA APLICADA A LOS TRABAJADORES DE CNEL E.P.

1. ¿Tienes conocimiento sobre los riesgos a los que estas expuesto en el desempeño de su trabajo?

Si conozco

Indiferente

No conozco

2. ¿Los directivos de la empresa le brindan asesoramiento, capacitación oportuna sobre los riesgos a los que está expuesto en el desempeño de su trabajo?

- Si lo hacen adecuadamente
- Lo hacen a medias
- No se tiene capacitación

3. ¿Sabe cómo afrontar una situación de emergencia que se presente, donde corra peligro la vida de un compañero?

- No se cómo actuar
- Conozco poco sobre qué tipo de procedimiento se debe emplear
- Tengo los conocimientos necesarios

4. ¿Se deben implementar medidas que permitan minimizar los riesgos de trabajo?

De acuerdo

Indiferente

No

5. ¿Considera que los equipos de protección personal no son utilizados correctamente en el desarrollo de las actividades diarias?

- No se los utiliza de manera correcta

- Indiferente
- Si se los usa adecuadamente

6. ¿Utiliza las herramientas, implementos, equipos, materiales, de manera correcta en el desempeño de sus actividades?

- No se los utiliza de manera correcta
- Indiferente
- Si se los usa adecuadamente

7. ¿Conoces de algún accidente que se haya suscitado en la empresa, que haya cobrado la vida de algún compañero, o de que sufriera alguna amputación de parte de su cuerpo que le impidiera seguir laborando?

De acuerdo

Indiferente

No

8. ¿Sabes cómo trabajar con líneas de baja tensión?

- Si se cómo trabajar
- Muy poco
- No lo se

9. ¿Se debe orientar al trabajador para que concientice del uso adecuado de los E.P.P., para su protección y así permitir la estabilidad laboral?

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo

Gracias por su colaboración...

FOTOS QUE AVALAN LA INVESTIGACIÓN



