



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

**Estudio y análisis de métodos prácticos aplicados para la prevención
de accidentes eléctricos en trabajos ejecutados en plantas industriales**

AUTOR:

ZAMORA TANDAZO, ANDERSON CELIO

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TUTOR:

HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL

Guayaquil, Ecuador

15 de Septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por
Zamora Tandazo, Anderson Celio, como requerimiento parcial para la
obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA**

TUTOR

HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL

DIRECTOR DE LA CARRERA

HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO

Guayaquil, a los 15 días del mes de Septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Zamora Tandazo, Anderson Celio**

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación, “**Estudio y análisis de métodos prácticos aplicados para la prevención de accidentes eléctricos en trabajos ejecutados en plantas industriales**”, previa a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 días del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

ZAMORA TANDAZO, ANDERSON CELIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Zamora Tandazo, Anderson Celio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **“Estudio y análisis de métodos prácticos aplicados para la prevención de accidentes eléctricos en trabajos ejecutados en plantas industriales”**, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, a los 15 días del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

ZAMORA TANDAZO, ANDERSON CELIO

REPORTE DE URKUND

URKUND

Documento: [PROYECTO SUSTENTACIÓN ZAHORRA_A.docx \(D2163262\)](#)
Presentado: 2016-09-06 11:40 (-05:00)
Presentado por: jacinto.gallardo@gmail.com
Recibido: jacinto.gallardo.ucsg@analysis.urkund.com
Mensaje: [Revisión](#) [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de esta aprox. 35 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 6 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

+	Categoría	Enlace/nombre de archivo
+		PORTADA_FINAL1.doc
+		CARATULAS.doc
+		http://www.actbs.cl/portal/Comunidad/Documents/2_Manual_de_Riesgos_Electricos.pdf
+		http://prevencionlaboral.org/pdf/GUJAS920TECNICAS_MISHI/riesgo_electrico.pdf
+		http://www.cib.es/pol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-23386.pdf
+		http://ecuador.ank.de/filesadmin/ank_ecuador/Uploads-Webseite/Dienstleistungen/Dokumen...

A 1. Advertencias: Reiniciar Exportar Compartir

y que pueden provocar grandes corrientes; por lo que esta protección en multímetros es de suma importancia ya que un transitorio puede generar un arco y la corriente elevada puede provocar una explosión que se forma por la ionización del aire del entorno haciendo conductivo, que da como resultado un accidente de mayor daño que una descarga y que se lo conoce como arco eléctrico. CITATION Flu03 | 12298 (Fluke Cooperation, 2003) Las personas suelen cometer un error al momento de elegir un multímetro debido a un mal entendido entre un multímetro CAT I de 1000V nominales pensando que es superior a uno de CAT III de 600V. Para esto es muy importante comprender las nuevas normas respecto a la categorización de medición. La división de categorías se basa en el hecho peligroso de un transitorio así como el impacto de un rayo será disminuido o debilitado a medida que recorre la impedancia o resistencia de CA del sistema. Es decir que si un multímetro tiene mayor categoría es para trabajos con mayor energía y representa además transitorios más altos. En el caso de la CAT II de 1000V y CAT III de 600V se puede observar en la siguiente tabla como su pico transitorio en ambos son 6000V y aquí es cuando se toma en cuenta la impedancia de la fuente. Y explica como

la fuente de 20 de CAT III tiene 6 veces la corriente de la fuente de comprobación de 120 de la CAT II.

Esto se explica por la Ley de Ohm. Tabla 2.55: Valores de transitorios de comprobación acorde a las categorías. Fuente: CITATION Flu03 | 12298 (Fluke Cooperation, 2003) Tabla 2.66: Categorías de medición. Norma IEC 61010 / Ige para equipos de comprobación de baja tensión (<1000V). Fuente: CITATION Flu03 | 12298 (Fluke Cooperation, 2003) Figura 2.1010: Ubicación de categorías por área de trabajo. Fuente: CITATION Flu03 | 12298 (Fluke Cooperation, 2003) El personal capacitado y encargado para realizar las mediciones eléctricas en una planta industrial como bien se dijo tiene que tomar en cuenta en su equipo de medición su categoría acorde con el nivel de voltaje que se requiere revisar. Además de esto no solo es suficiente que el equipo presente su categoría, sino más bien las siglas o símbolos de los laboratorios independientes de comprobación tales como UL, CSA, etc. De esta manera el personal que utilizará el multímetro sabrá que está utilizando un equipo genuino y con su protección garantizada. A continuación se

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme vida y darme las fuerzas necesarias para nunca desistir.

A mis padres Holguer y Marci por ser mi guía y apoyarme a lo largo del camino.

A mi amor Lissette Chiquito quien estuvo día a día motivándome para dar lo mejor de mí.

A mi querida amiga Nathaly Ortiz por apoyarme en varios momentos durante mi etapa en la universidad.

A mis profesores de la Universidad por compartir sus conocimientos y experiencias vividas.

EL AUTOR

ANDERSON CELIO ZAMORA TANDAZO

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación es para mí un triunfo, ya que pocos tenemos la dicha de poder culminar con éxito esta meta, por eso va dedicado en primer lugar a Dios por darme padres responsables y las fuerzas necesarias para continuar con mis estudios.

A mi padre quien estuvo constantemente apoyándome en todos mis propósitos hasta el día que Dios decidió llevárselo y que ahora descansa en paz.

A mi madre, por saber guiarme e incentivar valores como el respeto, amor y responsabilidad. El respeto que se merece el prójimo, amor por el trabajo que uno realiza y responsabilidad para terminar lo que se empieza.

EL AUTOR

ANDERSON CELIO ZAMORA TANDAZO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL
TUTOR

HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO
DIRECTOR DE CARRERA

MONTENEGRO TEJADA, RAUL
COORDINADOR DEL ÁREA

Índice General

Índice de Figuras	XII
Índice de Tablas.....	XIV
Resumen	XV
Abstract.....	XVI
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	17
1.1. Antecedentes.....	17
1.2. Justificación del Problema.....	17
1.3. Definición del Problema.....	18
1.4. Objetivos del Problema de Investigación.....	18
1.4.1. Objetivo General.....	18
1.4.2. Objetivos Específicos.	18
1.5. Hipótesis.	19
1.6. Metodología de Investigación.....	19
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. Introducción a la electricidad y su riesgo	20
2.1.1. Concepto básico sobre electricidad y circuito eléctrico	20
2.1.2. Magnitudes básicas en electricidad.....	21
2.2. Riesgo Eléctrico	22
2.2.1. Evaluación de riesgo	23
2.2.2. Los peligros eléctricos	24
2.3. Accidentes Eléctricos	25
2.3.1. Electrización y electrocución.....	25
2.3.2. Causas inmediatas	26
2.3.3. Causas Básicas o causas de origen	27
2.3.4. Factores que provocan accidentes eléctricos	27
2.3.5. Conductas inseguras	28
2.3.6. Accidentes eléctricos debido a mala instalación	29
2.3.7. Accidentes eléctricos debido a mala operación.	29

2.4.	Tipos de contacto eléctrico.....	30
2.4.1.	Contacto Directo.....	30
2.4.2.	Contacto indirecto.....	32
2.4.3.	Arco Eléctrico.	33
2.5.	Protección.	34
2.5.1.	Dispositivos de Protección.....	34
2.5.2.	Protección IP.	36
2.5.3.	Medidas de protección para contactos eléctricos directos	37
2.5.4.	Medidas de protección para contactos eléctricos indirectos.....	39
2.6.	Mediciones, ensayos y verificaciones.....	40
2.6.1.	Comprobadores eléctricos.	40
2.6.2.	Picos de tensión.	41
2.6.3.	Categorización de los comprobadores.....	41
2.6.4.	Protección de los comprobadores contra riesgos eléctricos principales	44
2.7.	Reconocimiento del peligro en las personas.	47
2.7.1.	Factores que determinan el daño por contacto eléctrico.....	48
2.8.	Efectos del paso de la corriente a través del cuerpo humano.....	51
2.8.1.	Efectos inmediatos.	51
2.8.2.	Efectos no inmediatos.....	52
CAPÍTULO 3: TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJOS		53
3.1.	Técnica P.O.P.A.....	53
3.2.	Trabajos sin tensión	55
3.2.1.	Las 5 reglas de Oro.	55
3.2.2.	Análisis de las cinco reglas de oro a seguir para trabajos sin tensión.....	56
3.2.3.	Reposición de la tensión.....	60
3.3.	Trabajos con tensión	61
3.4.	Equipos de Protección Personal. (EPP)	62
3.4.1.	Protección para manos y brazos.....	63
3.4.2.	Protección para la cabeza	64

3.4.3.	Protección en los pies.....	64
3.4.4.	Protección visual.....	64
3.5.	Los enchufes e interruptores	65
3.6.	Correcto uso de las extensiones eléctricas.....	65
3.7.	Herramientas eléctricas y su uso correcto.	66
3.8.	Límites de proximidad	66
3.9.	Acciones para buen uso de elementos eléctricos	68
3.9.1.	Frente a conductores eléctricos.....	68
3.10.	Para trabajos en los tableros eléctricos	70
3.11.	Trabajos en altura.	70
3.12.	Señalización para la seguridad.....	71
3.12.1.	Señales de prohibición	72
3.12.2.	Señales de prevención	72
3.12.3.	Señales de obligación.....	72
3.12.4.	Señales de salvamento.....	73
3.12.5.	Señales contra incendios.....	73
3.12.6.	Señales de información	73
3.13.	Acciones que se debe tomar en caso de ocurrir incendios.	73
3.14.	Método de actuación ante accidentes.	75
3.14.1.	Análisis de técnica P.A.S.....	75
3.15.	Test de seguridad y casos prácticos.....	77
3.15.1	Test de seguridad.....	78
3.15.2.	Casos y fotografías de los métodos de trabajo utilizados	81
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		86
4.1.	Conclusiones.....	86
4.2.	Recomendaciones.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		91

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1: Diagrama de bloques de las etapas de riesgo.....	24
Figura 2. 2: partes de instalación y equipos de protección	25
Figura 2. 3: a) contacto directo con cable de herramienta. b) Contacto directo entre dos fases en línea aérea.....	30
Figura 2. 4: Contacto indirecto por carcasa metálica de betonera.	33
Figura 2. 5: Explosión producida por arco eléctrico.	34
Figura 2. 6: Barra de cooperweld o puesta a tierra.	36
Figura 2. 7: a) alejamiento de las partes activas.....	38
Figura 2. 8: a) Sistemas de protección clase A. b) Sistemas de protección clase B.	39
Figura 2. 9: "Patada eléctrica" impacto sobre la entrada del comprobador. 41	
Figura 2. 10: Ubicación de categorías por área de trabajo.	43
Figura 2. 11: Símbolos y siglas de laboratorios de prueba.	44
Figura 2. 12: secuencia de un caso de accidente eléctrico por presencia de transitorios.	46
Figura 2. 13: Mal uso del dispositivo de medición en modo amperímetro. ..	47
Figura 2. 14: Efectos que produce la intensidad de corriente en el cuerpo humano.....	49
Figura 2. 15: Electricidad según la resistencia del cuerpo.	50
Figura 2. 16: Trayectoria de la corriente a través del cuerpo.	51
Figura 2. 17: Efectos de la corriente en el cuerpo, por descarga de 220 V y 40 KV.	52

Capítulo 3

Figura 3. 1: Desconexión de seccionadores en instalación tipo lazo.	57
Figura 3. 2: Sistemas de enclavamiento y señal de restricción	57
Figura 3. 3: Carteles de señalización para evitar maniobras	58
Figura 3. 4: Discriminador de tensión	59
Figura 3. 5: Elementos de equipo portátil de puesta a tierra.....	60
Figura 3. 6: Capacidad de corriente en los conductores.....	69
Figura 3. 7: Señales de seguridad	72

Figura 3. 8: Clases de fuego	74
Figura 3. 9: Significado de las siglas PAS	75
Figura 3. 10: Conducta ante un accidente eléctrico.	76
Figura 3. 11: Pasos a seguir ante un accidente.	77
Figura 3. 12: Realización de encuestas a personal de mantenimiento.	81
Figura 3. 13: Señales de seguridad en la planta.	81
Figura 3. 14: Trabajos de mantenimiento en planta y código de colores correcto.	82
Figura 3. 15: Trabajos en altura con el uso correcto de arnés o faja de seguridad.	82
Figura 3. 16: Tablero provisional, botonera de control y caja de breaker en mal estado.	83
Figura 3. 17: Calzado inadecuado del personal de trabajo.	83
Figura 3. 18: Presencia de enchufes y tomas industriales, extensiones eléctricas en buen estado.	83
Figura 3. 19: Delimitación del área de trabajo en soldadura eléctrica.	84
Figura 3. 20: Tableros eléctricos con su debida señal de peligro.	84
Figura 3. 21: Orden y aseo, revisión de materiales de trabajo.	85

Índice de Tablas

Capítulo 2

Tabla 2. 1: Ejemplos de actos y condiciones inseguras.....	26
Tabla 2. 2: Porcentaje de accidentes eléctricos por defecto en instalaciones.	29
Tabla 2. 3: Porcentaje de accidentes eléctricos por mala operación.	30
Tabla 2. 4: Tabla de grados IP.....	37
Tabla 2. 5: Valores de transitorios de comprobación acorde a las categorías.	42
Tabla 2. 6: Categorías de medición. Norma IEC 61010 rige para equipos de comprobación de baja tensión (<1000V).	43
Tabla 2. 7: Relación de intensidad de corriente y el tiempo que provoca la muerte.....	49

Capítulo 3

Tabla 3. 1: Código de colores de guantes dieléctricos.....	64
Tabla 3. 2: Distancia segura de acuerdo a niveles de voltaje para A.C.	67
Tabla 3. 3: Código de colores de los conductores.	68

Resumen

El presente trabajo de titulación está encaminado a presentar al lector un manual con amplia información, tanto para el personal administrativo encargado de la seguridad industrial y el personal técnico que ejecutan los trabajos de índole eléctrico en plantas de producción que comúnmente trabajan con niveles de voltaje de media y baja tensión para que así puedan tenerlos en cuenta priorizando la seguridad de las personas.

Para esto se presenta de manera importante los conceptos básicos y fundamentación teórica a recordar sobre electricidad, sus magnitudes básicas. Además de un estudio y análisis de métodos que se pueden poner en práctica para elaborar trabajos donde se presenten riesgos eléctricos y tratar de minimizarlos, como la existencia de factores que se necesitan valorar ya que influyen de manera importante en estos tipos de accidentes.

Después se realiza un análisis de las consecuencias de los accidentes eléctricos, su categorización, así mismo al finalizar se encuentran las medidas que se deben adoptar en caso de presentarse dichos accidentes, además de su prevención de cómo saber utilizar las herramientas con las que comúnmente se trabajan, saber cómo socorrer al personal en casos seguros, dando recomendaciones en la ejecución de trabajos y métodos de acción rápida y segura.

Palabras claves: EVALUACIÓN DE RIESGO, ELECTRIZACIÓN Y ELECTROCUCIÓN, TIPOS DE CONTACTO, PROTECCIÓN IP, TRABAJOS ELÉCTRICOS, EQUIPOS DE PROTECCIÓN.

Abstract

The present titulation's project is on track to present the reader a guide with wide information, for both the administrative personal in charge of the industrial security and the technical personal that perform jobs related to electricity at production factories that normally works with medium and high voltage tension so they can realize and prioritize people's security.

For this, it presents in an important way the basic concepts and teoric fundamentation to remember about electricity, its basic magnitudes. As well as an study and analysis of methods that can be practiced to elaborate projects where electric risk are presented and try to dwindle them, like the existence of factors that are needed to appreciate because they have an important influence in those types of accidents.

After that, it is made an analysis of the consequences of the electric accidents, its classification, as at the end you can find the measures that you should obey in case of present those accidents, as well as their prevention of how to use the gadgets that are normally used, know how to help the personal in safety cases, giving recommendations in the execution of jobs with fast and safe action methods.

Keywords: RISK ASSESSMENT, ELECTRIZATION AND ELECTROCUTION, CONTACT TYPES, IP PROTECTION, ELECTRICAL WORKS, PROTECTION EQUIPMENT.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.

Como bien se conoce, la electricidad es la forma de energía más utilizada en la industria y en el hogar, pues para realizar trabajos mediante el uso de maquinarias que transforman esta energía eléctrica en mecánica se necesita de la corriente eléctrica, la cual no la podemos apreciar de manera fácil por los sentidos antes de que pueda producir algún tipo de accidente en las maquinarias y sobre todo con mayor importancia en las personas.

Existen normas de seguridad para que las empresas puedan seguir, y exigir a su personal su cumplimiento ya que proporciona tanto la seguridad para sus equipos y personal de planta, previniendo así riesgos que provoquen altos costos en su economía. En el ámbito de la seguridad industrial también se encuentra incluido cualquier tipo de riesgo eléctrico que pueda provocar un accidente y por lo cual se deben adoptar medidas para poder neutralizarlos y así dar seguridad al personal.

De aquí es donde surge este trabajo de investigación para dar a conocer las causas que se encuentran expuestas al personal y que provocan los accidentes, además de las consecuencias que abarca el paso de la corriente sobre el cuerpo humano, las medidas a tomar como el buen uso de las herramientas y métodos de acción rápida ante alguna desgracia ocasionada por accidentes eléctricos.

1.2. Justificación del Problema.

Debido a la existencia aún de empresas pequeñas que no constan con un plan de seguridad y mucho menos una concientización del peligro al cual está expuesto su personal de trabajo, se propuso el desarrollo de este trabajo de titulación con el fin de concientizar y dar a conocer al lector los métodos que se tienen que tener en cuenta al momento realizar trabajos donde influya la electricidad.

Este trabajo de titulación permitirá al lector tomar las medidas de protección necesarias y además de realizar una buena elección de herramientas de medición e incluso tener un conocimiento básico sobre los

actos apropiados al momento de socorrer a las demás personas en caso de presentarse algún accidente de índole eléctrico.

1.3. Definición del Problema.

El problema presentado del riesgo eléctrico es un tema difícilmente de eliminarlo, ya que no hay ningún sistema eléctrico el cual presente ni un porcentaje de peligro en su instalación y manipulación, gracias a esto se siguen presentando accidentes los cuales suelen ser muy graves, que además del daño a los equipos, representa un daño al ser humano como pérdida de sus capacidades motrices, pérdidas de extremidades y en el peor de los casos la muerte.

Esta problemática ha permitido que realice un estudio detallado de los métodos para prevenir y minimizar el riesgo eléctrico el cual por falta de conocimiento, capacitación o descuido afecta al personal de trabajo.

1.4. Objetivos del Problema de Investigación.

1.4.1. Objetivo General.

Realizar una evaluación de los riesgos eléctricos y consecuencias que se presentan en plantas industriales, con finalidad de elaborar un manual con información para mejorar los conocimientos de utilización de herramientas y equipos eléctricos, a fin de lograr la implantación de normas para la toma de decisiones al momento de realizar trabajos eléctricos que permitan prever accidentes.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Ejecutar un estudio sobre conceptos básicos de electricidad, además de elementos y equipos, que se utilizan para operar en industrias.
- Realizar un análisis del impacto de la electricidad en el cuerpo humano conociendo las causas que provocan los accidentes eléctricos en plantas industriales.
- Establecer métodos de acción rápida a seguir como primeros auxilios en casos donde se puedan ejecutar.

- Presentar recomendaciones y medidas de control de seguridad a seguir para el personal que ejecutan trabajos que implican riesgo eléctrico alguno.

1.5. Hipótesis.

La hipótesis planteada para este trabajo de titulación indica que el análisis de casos de accidentes eléctricos en las industrias y el estudio de los métodos prácticos de prevención, permiten al lector realizar cambios en las acciones que toman para la ejecución de trabajos eléctricos e inciden de manera eficaz en el mejoramiento del conocimiento básico previo a la realización de los trabajos antes mencionados con el fin de concientizar a las personas, sobre el significado de la importancia que hay que tener frente a estos tipos de accidentes y optar por mejorar en prevenirlos.

1.6. Metodología de Investigación.

El siguiente trabajo de titulación es de carácter informativo con un alcance descriptivo, que acorde con los objetivos que se plantearon se explica el buen uso de las herramientas y procesos para llevar a cabo los trabajos que se realicen donde exista presencia de un riesgo eléctrico y prevenir los accidentes. Para lo cual se realizará algunas entrevistas a personas que se encargan del trabajo eléctrico en una planta industrial y saber sobre cuáles son sus conocimientos frente a la realización previa de sus trabajos cotidianos y además de qué medidas tomar en caso de ocurrir un accidente.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Introducción a la electricidad y su riesgo

Como bien se conoce el realizar trabajos eléctricos en una industria ya sea por mantenimiento, por instalaciones de nuevos equipos e incluso tan solo pasar por un área eléctrica restringida sin tomar las debidas precauciones, todo aquello implica un riesgo eléctrico existente.

En la industria el personal de planta que opera con elementos eléctricos, siempre estará expuesto a un sistema que implique un cierto porcentaje de riesgo, para esto se debe realizar un plan de manejo y seguridad industrial referenciado explícitamente al área eléctrica.

2.1.1. Concepto básico sobre electricidad y circuito eléctrico

La electricidad es aquella forma de energía que se define como el flujo de los electrones que transcurren por un medio conductor, la cual se manifiesta en distintos fenómenos tales como la electricidad estática, rayos, inducción electromagnética o en otro caso como es el flujo de la corriente eléctrica.

Un circuito eléctrico se puede decir que es el camino por donde pasan los electrones, es decir que es un sistema que en lo general nos hace posible manipular o controlar la corriente eléctrica. De otra manera se lo puede definir como el conjunto de elementos conectados entre sí, como lo son los conductores, interruptores, disyuntores, enchufes y entre otros, los cuales nos permiten la conducción de la intensidad.

El circuito eléctrico está constituido por una fuente de voltaje o generador, que es la encargada de suministrar la corriente eléctrica como por ejemplo se puede mencionar en este grupo a las baterías, pilas, un enchufe de una instalación fija, etc.

Otra parte importante del circuito es el conductor que es conocido como los cables por donde se transportan los electrones de un punto a otro y sirve para unir los variados elementos que conforman el circuito, estos conductores son generalmente de cobre y recubiertos por el aislante plástico.

El interruptor es la parte que nos permite manejar el circuito encendiendo o apagando el dispositivo o maquinaria, es decir permitiendo o impidiendo el paso de la corriente hacia el receptor, resistencia o también llamado carga, que es el punto de electricidad donde llega el flujo de energía eléctrica para transformarla en otro tipo de energía como calor, sonido, luz, movimiento, etc. Estos receptores por lo general suelen ser motores, máquinas, estufas, lámparas, etc. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

2.1.2. Magnitudes básicas en electricidad.

La intensidad de corriente, el voltaje o tensión y la resistencia eléctrica son conocidas como las magnitudes eléctricas básicas y para estar familiarizados con el tema de protección es necesario tener claro los conceptos de estas magnitudes, ya que se hablarán en todo el proyecto.

El voltaje o también conocido como tensión es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, esta diferencia de potencial se da por la corriente que fluye desde donde la energía es más alta hasta los puntos donde es más baja. Por lo general en las industrias esta magnitud física se la mide con el multímetro y su unidad de medida es el Voltio (V).

La capacidad que tiene un cuerpo para oponerse al paso de la corriente eléctrica es a lo que se conoce como resistencia eléctrica. Existen materiales que presentan un alto grado de oposición a la corriente eléctrica, por lo que se considera tienen una resistencia eléctrica elevada y son también llamados aislantes, mientras que los que presentan nada o poco índice de oposición de corriente se los conoce como conductores. La resistencia eléctrica en un conductor se muestra de forma directamente proporcional a su longitud, e inversamente proporcional a su sección o conocido como el calibre y varía con la temperatura. Su unidad de medida es el ohmio (Ω).

La cantidad de carga o electrones que pasan a través de un conductor por unidad de tiempo es lo que se conoce como intensidad de corriente, su unidad de medida es el amperio (A). Esta magnitud depende de la cantidad de voltaje aplicada y la oposición de la resistencia. Es común realizar las mediciones con la pinza amperimétrica o multímetro.

Para realizar una buena manipulación de los elementos eléctricos o de equipos de medición en una industria, es de primordial importancia realizar

una evaluación de riesgo, la cual es la que evalúa la magnitud de dichos riesgos ya sean los que no se hayan podido evitar o los que son posibles a suceder; desarrollando así un manual que nos permita ejecutar la mejor decisión en la adopción de medidas de prevención y en el caso que llegue a suceder un accidente de igual manera realizar la mejor medida para auxiliar al personal. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

2.2. Riesgo Eléctrico

Una definición clara de que es el riesgo equivale al producto del daño por la probabilidad que se dé a suceder dicho daño.

$$\text{Riesgo} = \text{daño} \times \text{probabilidad.}$$

El daño producido puede presentarse como daño al personal que se encuentren operando en dicha área y los daños de índole económica. Cabe mencionar que así mismo se pueden diferenciar los daños producidos a las personas acorde a las discapacidades que los accidentes eléctricos produzcan, llegando a un límite que sería la muerte de la persona.

En las empresas, la seguridad es un tema de gran importancia pero siempre teniendo en cuenta sus efectos económicos. La mayor parte de las normas de seguridad está dirigida a la protección de la vida humana. Sin embargo existen ideas erróneas de que la seguridad es antieconómica ya que obligan gastos que no son rentables, pero para esto existen normas que las empresas deben cumplir y garanticen el buen trabajo del personal encargado, además de su seguridad.

En algunos casos resulta difícil evaluar la repercusión económica de los gastos acordes a la seguridad, pero estos casos se deben contabilizar mediante un análisis frío de **costo – beneficio** que a la empresa justifique los costos empleados en la seguridad de su personal. Debido a algún siniestro se pueden presentar costos puramente económicos, como el daño de alguna maquinaria o algún elemento pero si se refiere a la disfuncionalidad del personal estos costos resultan sumamente elevados y ciertamente representan un mayor gasto comparado a que si se realizaba un gasto en garantizar su seguridad, como por ejemplo indemnizaciones, inversiones de recuperación o tratamientos al personal, falta de operatividad, interrupción de

operación y por ende pérdidas de clientes. (Elizalde Apolo & Negrete Argenzio, 2008)

2.2.1. Evaluación de riesgo

Un proceso a seguir para la evaluación de riesgo se puede dar por las siguientes etapas:

2.2.1.1. Análisis del peligro, en donde se identifica por observación propia el riesgo que pueda representar daño alguno en un área específica, ya sea al personal de operación o equipos eléctricos.

2.2.1.2. Análisis de riesgo, en este análisis se valora en conjunto la posibilidad que se muestre un peligro y los efectos que este produciría si llegara a suceder. Un análisis de riesgo se puede decir que sirve para darnos el tamaño del mismo.

2.2.1.3. Valoración del riesgo, se puede emitir una tolerancia del riesgo que se presente en cuestión, haciendo una valoración del riesgo existente y si no se lo puede tolerar pues se debe tomar medidas para proceder a controlar dicho riesgo. El estudio de este proceso de evaluar el riesgo y controlarlo se denomina gestión de riesgo. A continuación se muestra un diagrama que representa de manera esquematizada un estudio de gestión de riesgo.

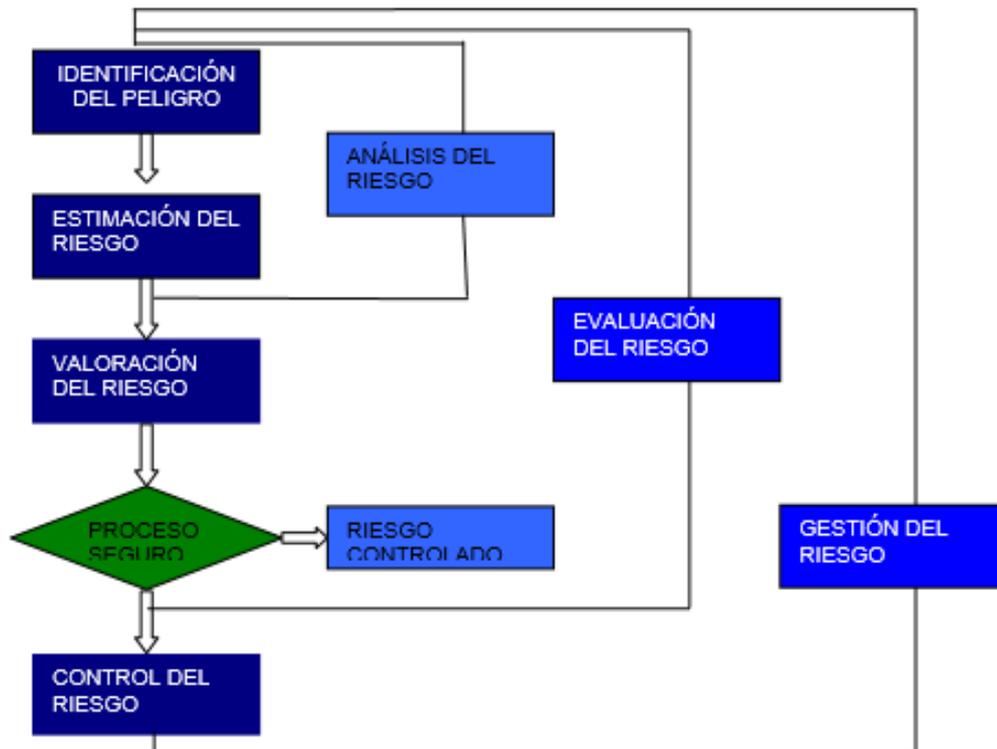


Figura 2. 1: Diagrama de bloques de las etapas de riesgo.
Fuente: (Elizalde Apolo & Negrete Argenzio, 2008)

2.2.2 Los peligros eléctricos

Las personas suelen despreocuparse debido a que realizan trabajos rutinarios, la inexistencia de prevención en aparatos que usen energía eléctrica junto a la gran expansión o transmisión de corriente en la industria, además de la doméstica y agregando a esto, que la corriente no se percibe por los sentidos antes de provocar un accidente. De todo esto resulta que la corriente eléctrica se da a conocer como fuente de accidentes de importante escala ya que por naturaleza sus efectos suelen ser mortales al contacto del cuerpo humano y no se debe eludir trabajos que enfatizen una visión a futuro para erradicar estos riesgos. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

Los riesgos eléctricos están presentes en todos los equipos, aparatos e instalaciones y para eso comúnmente llevan incorporados sistemas, componentes o equipos de protección, pero aunque estén instalados estos sistemas, no quiere decir que las personas se encuentren completamente aisladas del peligro que representan. En la imagen a continuación muestra los principales componentes y dispositivos de protección en una instalación eléctrica.

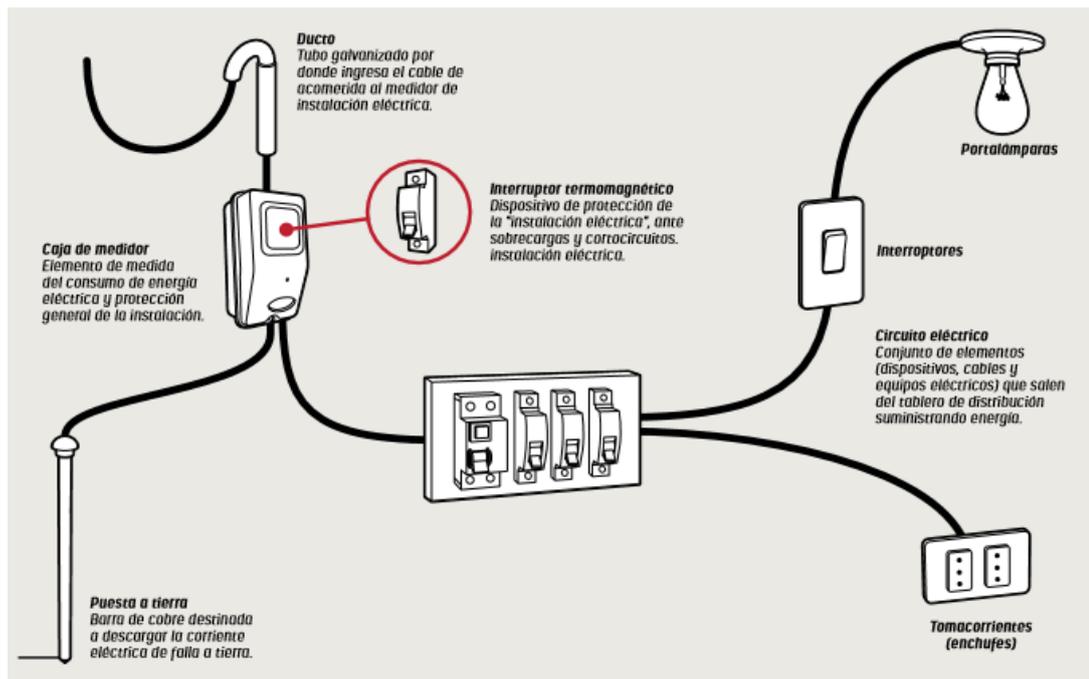


Figura 2. 2: partes de instalación y equipos de protección
Fuente: (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

2.3. Accidentes Eléctricos

2.3.1. Electrización y electrocución

Los accidentes eléctricos ocurren por la exposición a un riesgo eléctrico y para estudiarlos antes que nada se debe conocer la diferencia entre electrización y electrocución. La electrización es aquel accidente eléctrico que produce lesiones debido al paso de la corriente a través de nuestro cuerpo, produciendo efectos inmediatos o tardíos, mientras que la electrocución ya es aquel accidente eléctrico que produce la muerte. (Dr. Eduardo Andrade Terán, 2014)

Una de las primeras preguntas que se nos viene a la mente es ¿Por qué ocurren los accidentes? Y para esto se puede estudiar dos principales causas que los provocan como son:

- Causas inmediatas
- Causas básicas o de origen

Dentro de las causas inmediatas están las acciones inseguras y las condiciones inseguras que se presentan antes de que ocurra un accidente las cuales se las puede analizar

2.3.2. Causas inmediatas

Estas causas son las circunstancias que se muestran justamente antes de que se produzca algún accidente, estas se las puede llamar como actos y condiciones inseguras.

2.3.2.1. Actos y condiciones inseguras.

Las causas inmediatas que provocan los accidentes eléctricos pueden ser varias, pero se las puede especificar y agruparlas en 2 grupos los cuales son actos inseguros y condiciones inseguras.

Actos inseguros que son los que representan el mayor índice de porcentaje con un 96 % como causas de los accidentes eléctricos, estos actos inseguros son causados por el hombre, mientras que el otro 4 % de los accidentes eléctricos son aquellos que se presentan por las condiciones inseguras que presentan los equipos o máquinas, e incluso el medio ambiente. (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

Para poder reconocerlos y mostrar una diferencia clara de que son los actos y condiciones inseguras se muestra ejemplos de cada uno en la siguiente tabla.

Tabla 2. 1: Ejemplos de actos y condiciones inseguras.

Actos inseguros	Condiciones inseguras
Maniobrar u operar equipos sin previa autorización	Las protecciones de las maquinarias no son los adecuados
El personal no realiza señalización del lugar de trabajo	Situaciones o momentos donde se puede producir incendios
Se realiza maniobras a velocidades inadecuadas	Áreas de poca iluminación o de espacio reducido
Realizar bromas en momentos de trabajo	Falta de orden y aseo
Utilizar herramientas y materiales en mal estado	Condiciones ambientales no óptimas para realizar trabajos.
Realizar maniobras bajo efectos de alcohol, drogas, etc.	Lugares de trabajo sin mantenimiento preventivo y correctivo

Fuente: (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

2.3.3. Causas Básicas o causas de origen

En estas principales causas intervienen otro tipo de actos y condiciones que son los llamados sub-estándares que son aquellos que permiten un control desde la gestión gerencial. Es decir que esto abarca un problema desde raíz, como por ejemplo el no aplicar un procedimiento ya establecido para realizar un trabajo, puede ser producto de una falta de interés por la gestión de gerencia en capacitar o entrenar al personal que está contratado para realizar los trabajos eléctricos. Así como la falta de comunicación con el personal operario de producción y explicar ya sea por medio de un taller sobre la señalización, como medio de prevención u obligatorio que hay en la empresa.

2.3.4. Factores que provocan accidentes eléctricos

Todo tipo de accidente eléctrico se presenta debido a la presencia de estos factores que son factores técnicos, humanos y organizativos. Esto implica que es necesario saber con exactitud cuáles son las causas que provocan o por lo menos representan un riesgo para el personal y aparatos eléctricos. (Elizalde Apolo & Negrete Argenzio, 2008)

2.3.4.1. Factores técnicos.- También se los llama fallas técnicas y son las condiciones inseguras en las que un operario podría ejecutar su trabajo, ya sea por mantenimiento o por cualquier actividad que se encuentre realizando cerca de los materiales inseguros o peligrosos. Como por ejemplo una mala instalación eléctrica.

2.3.4.2. Factores Organizativos.- Este factor se relaciona con la capacidad de organización y los métodos de trabajo empleados. Un ejemplo claro se ve en la comunicación entre el personal que se encuentre ejecutando un trabajo específico y asegurar o limitar las áreas de trabajo.

2.3.4.3. Factores Humanos.- En este punto se presenta las acciones o descuido o exclusión de alguna labor que luego represente un riesgo y consecuente un accidente también se los llama actos

inseguros o fallos que presenta el personal. Aquí se muestra tres puntos que intervienen en las personas que pueden ser, NO SABE, NO QUIERE O NO PUEDE. Las cuales se analizarán más adelante. (Ordoñez Sanclemente Jorge; Nieto Alvarado Leonardo, 2010)

Los accidentes eléctricos se dan debido a la mala instalación del sistema eléctrico y a la mala operación que ejecuta el personal encargado de dichos trabajos.

2.3.5. Conductas inseguras

Estas son las conductas que suelen adoptar las personas al momento de realizar un trabajo y que pueden ocasionar accidentes.

2.3.5.1. NO SABE, NO QUIERE, NO PUEDE.

Este tipo de conducta es muy común y basta con que una de ellas se haga presente en alguna persona para que pueda producirse un accidente.

El no saber muchas veces es inicio para que se pueda producir una desgracia, el personal en ocasiones no sabe cómo realizar un trabajo específico porque no ha sido capacitado y además por falta de conocimiento y varias veces por quedar bien frente al jefe, se suele realizar trabajos que no son de su rama e incluso así se atreve a ejecutarlo.

La segunda conducta insegura es el no querer, el no querer ejecutar un trabajo ya sea por actitud enteramente negativa o como índice de rebeldía puede traer consecuencias fatales, así también puede suceder que por falta de motivación le produce temor realizar su trabajo, quizás por experiencias ya vividas y se expuso a un riesgo o lo haya presenciado.

Como última conducta insegura está el no poder, no hay que confundir el no poder con el no querer, ya que si el personal que va a realizar el trabajo está en todos sus sentidos alerta a los riesgos que se expone y no se le ha entregado el equipo o herramientas adecuadas, este no está en la obligación de ejecutar dicho trabajo e informar que no se lo puede realizar. No porque no quiera, sino porque no se lo puede realizar. De aquí se explica que nadie puede exigir u obligar a realizar un trabajo si no se está completamente seguro. También puede ocurrir el caso de que la persona que va a realizar el

trabajo no lo pueda hacer por falta de sus habilidades motoras, es decir por alguna incapacidad física.

2.3.6. Accidentes eléctricos debido a mala instalación

La mala instalación produce defectos en el sistema o circuito eléctrico, los cuales provocan muchas veces accidentes eléctricos de gran magnitud e importancia que no tan solo afectan a los equipos donde se encuentra instalado, sino también a las personas. A continuación se presenta una tabla con los porcentajes de accidentes por defectos de instalaciones.

Tabla 2. 2: Porcentaje de accidentes eléctricos por defecto en instalaciones.

Mala conexión del cable de puesta a tierra, seccionado o no conectado.	28.8%
Fallos en los sistemas de protección contra contactos directos inapropiados.	26.9%
Falla en el dispositivo de protección diferencial.	23.1%
Puesta a tierra inexistente.	15.4%
Protección diferencial no instalada.	3.8%
Defecto en los aislamientos de protección.	1.9%

Fuente: (Universidad de la Rioja, 2015)

2.3.7. Accidentes eléctricos debido a mala operación.

El realizar trabajos eléctricos tanto dentro y fuera de una planta con defectos en la operación de los elementos o herramientas de trabajo, muestra un riesgo eléctrico en donde se pueda producir accidentes, debido a la falta de preparación o capacitación del personal dentro de la planta que realiza estos tipos de trabajos. Se muestra a continuación una tabla con los datos de los porcentajes por accidentes ocurridos debido a defectos de operación.

Tabla 2. 3: Porcentaje de accidentes eléctricos por mala operación.

Cuando la persona conocía que existía Tensión y aun así realiza el trabajo bajo un riesgo.	26.8%
Mala instalación de dispositivos eléctricos y cambio de fusibles.	22.8%
Manipular incorrectamente los equipos.	20.0%
Utilizar herramientas de trabajo no aisladas.	11.9%
Falta de conocimiento de lugares con tensión.	9.9%
Desconocer características de las instalaciones.	8.6%

Fuente: (Universidad de la Rioja, 2015)

2.4. Tipos de contacto eléctrico.

2.4.1. Contacto Directo.

Se conoce por contacto directo cuando la persona toca de manera directa partes de una instalación que representan una parte activa o energizada y se puede presentar entre dos conductores o un conductor energizado y tierra. El contacto directo provoca consecuencias muy graves al cuerpo humano debido a que circulará una gran cantidad de corriente a través del cuerpo.

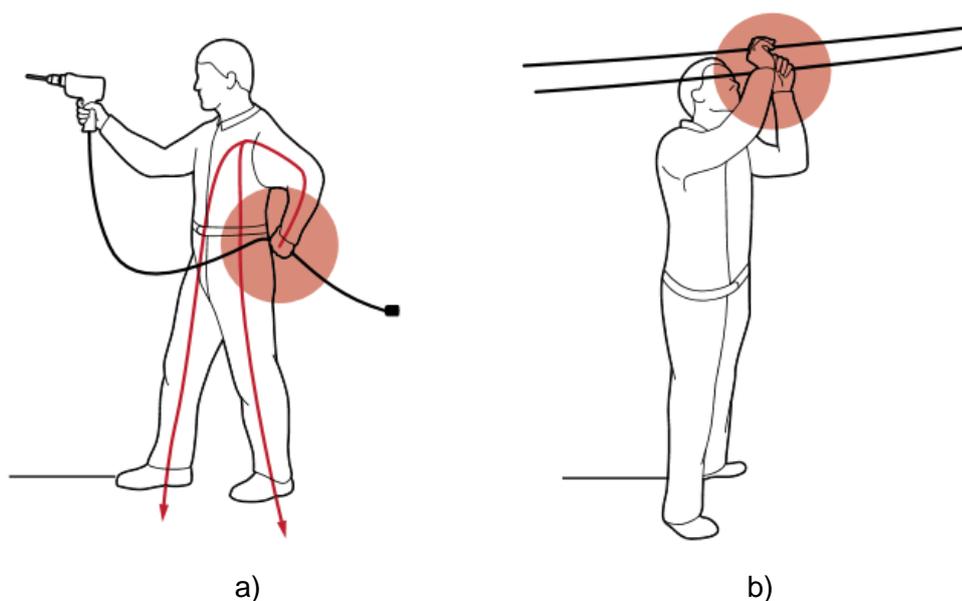


Figura 2. 3: a) contacto directo con cable de herramienta. b) Contacto directo entre dos fases en línea aérea.

Fuente: (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

2.4.1.1. Peligros y riesgo eléctrico en un contacto directo.

La electrocución es uno de los principales peligros que se presentan en un contacto eléctrico directo y sus consecuencias se explicarán más detalladamente en capítulos posteriores, sin embargo las causas por las que se da este riesgo eléctrico son:

- **Atención.** El no prestar atención cuando se realiza un trabajo donde intervenga la energía eléctrica es una de las principales causas para que ocurran los accidentes, por más sencillo que sea la labor a realizar.
- **Capacitación.** La poca o ninguna capacitación previa a ejecución de trabajos que impliquen riesgos representa un peligro inminente para las personas o técnicos eléctricos. Para esto las empresas necesitan contratar personal capacitado y que tengan amplios conocimientos sobre los trabajos a realizar con electricidad. O si no realizar una capacitación previa más que todo en el tema de seguridad ante riesgos eléctricos.
- **Aislamiento.** Los conductores por donde transita la energía eléctrica presentan un aislamiento, lo cual suele representar un riesgo si existe desgaste o falta de aislamiento, ya que el personal muchas veces necesita tocar conductores para encontrar fallas que suelen presentarse. Para esto es necesario una buena instalación eléctrica.
- **Trabajos con energía.** El ejecutar trabajos en tensión es un riesgo muy alto, y se debe tener el debido equipo de protección para este tipo de trabajo como lo son las botas y guantes dieléctricos y máscara ignífuga.
- **Equipos de protección.** Si existe poca protección en una instalación, el personal encargado a ejecutar un trabajo ya sea operario o el técnico eléctrico, se encuentran bajo un riesgo eléctrico. Estos equipos de protección son los disyuntores, fusibles, relés térmicos, interruptores automáticos, etc.
- **Falta de puesta a tierra.** Una estructura o equipo que no tenga puesta a tierra es propenso a que se presenten corrientes de fuga y no tenga por donde circular y enviarlo a tierra, si una persona está en contacto con este equipo o masa metálica, funcionará como conductor hacia tierra, circulando la corriente a través de su cuerpo.

- **Falta de protecciones.** Todo personal a ejecutar un trabajo eléctrico, debe tener sus equipos de protección personal completa y en buen estado. Así minimizaría el riesgo eléctrico presente.
- **Reglamentos y disposiciones.** El personal de planta se rige a reglamentos y disposiciones que las empresas presentan para garantizar su seguridad, como por ejemplo el uso de casco, botas y equipos de protección. Si se incumple estas disposiciones el personal está expuesto a un riesgo laboral.
- **Poca iluminación.** En áreas que representen riesgo eléctrico, es de suma importancia que se encuentren bien iluminadas, para que el personal no corra el riesgo de hacer contacto con elementos o puntos que se encuentre energizados.
- **Espacio reducido.** El personal que realiza operaciones eléctricas, debe tomar en cuenta el área donde trabaja, hay lugares donde no existe el espacio suficiente para maniobrar equipos, los cuales no le permiten realizar el trabajo correcto, debido al calor que se pueda generar, se está propenso a sudar, esto representa un riesgo muy alto al ejecutar dichos trabajos, ya sea por lo estrecho del lugar y no poder trabajar con comodidad, como incluso el estrés que puede influir en el personal de trabajo.

2.4.2. Contacto indirecto.

Este contacto se da cuando la persona toca algún elemento o equipo que por accidente se encuentra con tensión debido a alguna falla o que no se encuentra correctamente aislado de algún medio de energía eléctrica. Por ejemplo en las carcasas metálicas de los paneles o de cualquier instalación deben encontrarse aisladas. El contacto indirecto también se puede dar por mala organización en el momento de ejecutar un trabajo, además de la falta de conocimiento y capacitación del personal. Como por ejemplo la colocación de una escalera para ejecutar trabajos en altura, movimiento de andamios y cualquier cuerpo metálico que se presente como conductor. Estos cuerpos metálicos representan un riesgo al momento de ejecutar trabajos sin tomar precauciones respectivas para evitar contacto con líneas energizadas. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

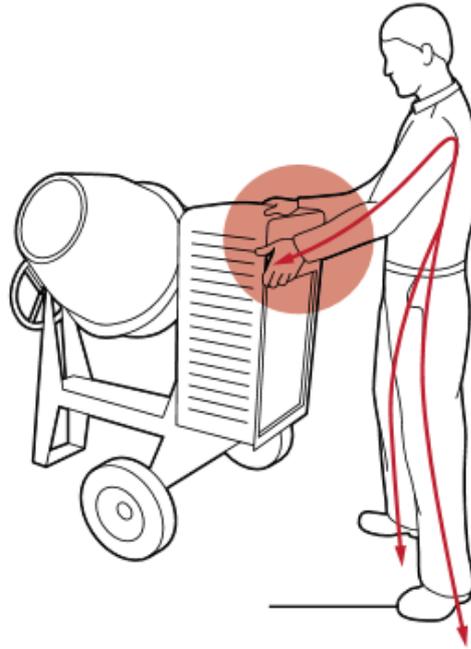


Figura 2. 4: Contacto indirecto por carcasa metálica de betonera.
Fuente: (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

2.4.3. Arco Eléctrico.

Este suceso provoca altísimas temperaturas de hasta los 20000°C, lo que genera que todas las partículas que se encuentran cerca del evento salgan proyectadas con una gran intensidad de calor, este contacto suele darse en instalaciones de alta energía como en los tableros generales que se encuentran en una industria, subestaciones, conductores de energía eléctrica aéreos o subterráneos o cables de alta tensión. Se produce una descarga continua entre dos conductores. Las heridas que provoca este tipo de contacto son gravísimas ya que afectan al rostro de las personas, manos, vista, hasta incluso se llega a la amputación de extremidades y la muerte. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

2.4.3.1. Lesiones producidas por arco eléctrico.

- El ruido ocasionado al momento de la explosión que produce un arco eléctrico trae consigo daños por trauma acústico en el individuo.
- Debido a la radiación puede producir daños en los ojos, piel. Como quemaduras o cataratas a largo plazo.

- En una explosión provocada por un arco suelen salir partículas proyectadas, derretidas producto de las grandes temperaturas, provocando lesiones en el rostro, ojos, cuerpo.
- Lesiones vía respiratoria, por emisión de gases tóxicos. Y además quemaduras por gases a temperaturas elevadas.
- Daños en los órganos debido a ondas de presión.



Figura 2. 5: Explosión producida por arco eléctrico.
Fuente: (Dr. Eduardo Andrade Terán, 2014)

2.5. Protección.

2.5.1. Dispositivos de Protección.

Como ya se mencionó, en los aparatos eléctricos, máquinas e instalaciones se instalan dispositivos de protección para el equipo y que además algunos resultan de ayuda también para la protección del ser humano. A continuación se definen los dispositivos más comunes en una instalación eléctrica.

- 2.5.1.1. El fusible.-** Este dispositivo comúnmente actúa cuando se presenta una elevación brusca de la corriente, la cual provoca que el hilo o lámina que se encuentra en el interior del fusible se funda y deje de circular la corriente en el circuito.
- 2.5.1.2. Disyuntor o interruptor automático.-** Es un aparato electromecánico que actúa de igual manera que el fusible a diferencia que no se necesita reemplazarlo cuando se presenta una sobrecarga, ya que este interruptor se dispara y corta el paso de la corriente, permitiendo poder realizar las correcciones necesarias en el circuito para luego volver a ser accionado y permitir nuevamente el paso de la corriente. Permite interrumpir corrientes en condiciones normales que se especifiquen en el circuito y además corrientes de sobrecarga o cortocircuito, es decir corrientes anormales.
- 2.5.1.3. Protector Diferencial.-** Dispositivo de protección que se lo coloca en instalaciones eléctricas que trabajan con corriente alterna. Detecta la variación de corriente de la salida y entrada del circuito, abriendo el circuito si esta diferencia excede a la corriente para la que se encuentra calibrado, protegiendo a más de los equipos a las personas para así evitar el paso de la corriente a través de su cuerpo. Suele ser más ancho que el automático y presenta un botón con el que se puede realizar pruebas.
- 2.5.1.4. La puesta a tierra.-** Es de gran importancia que todo equipo eléctrico y masa metálica como su estructura, bases deben encontrarse en un sistema puesto a tierra ya que es una conexión directa para poder enviar las corrientes de fugas que puedan producirse y así ser enviadas a tierra a través de un conductor de baja resistencia, evitando que aparezcan tensiones de contacto. Se debe realizar estudios de la resistencia de la tierra donde se va a colocar la puesta a tierra para garantizar su eficacia de seguridad para equipos o masas metálicas como lo son la estructura de los

tableros eléctricos, la carcasa metálica de herramientas, maquinarias y cualquier parte metálica que no se encuentra por lo general energizada en una instalación, pero que podrían estarlo si se presentase algún error o falla. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

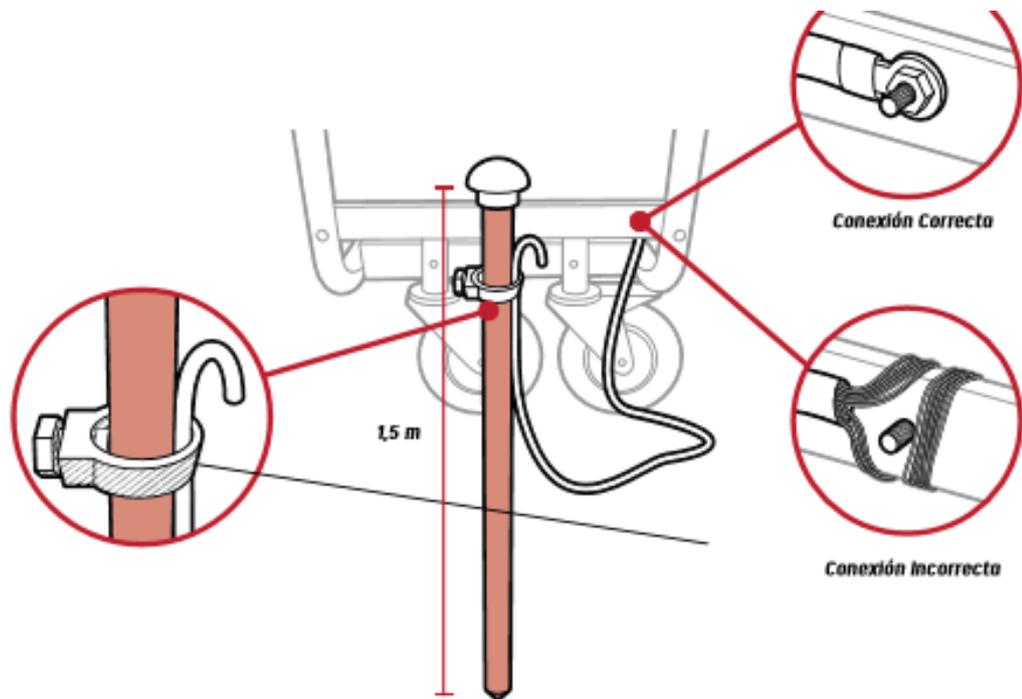


Figura 2. 6: Barra de cooperweld o puesta a tierra.
Fuente: (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

2.5.2. Protección IP.

En los equipos eléctricos es de suma importancia que se encuentren protegidos, para lo cual esta protección IP responde a las exigencias del medio ambiente como lo pueden ser la presencia de polvo, agua, insectos, pequeños animales, arena y cualquier otro elemento que alteran el aislamiento, su función y pueden llegar a provocar su degeneración. Hasta desintegrar piezas metálicas por explosión, generar campos magnéticos o radiaciones, procediendo así a significar un riesgo también para las personas.

El código IP proviene de sus siglas en inglés "International Protection" y describe los grados de protección contra la proximidad de partes que muestren peligro, contra efectos del agua y contra el impacto con cuerpos sólidos.

Tabla 2. 4: Tabla de grados IP.

Primer Número Protección contra Sólidos.		Segundo Número Protección contra Líquidos.		Tercer Número Protección contra Impactos Mecánicos. (generalmente omitido)	
0	Sin Protección.	0	Sin Protección.	0	Sin Protección.
1	Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm.	1	Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente.	1	Protegido contra impactos de 0.225 joules.
2	Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm.	2	Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical.	2	Protegido contra impactos de 0.375 joules.
3	Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5 mm.	3	Protegido contra rocíos directos de hasta 60° de la vertical.	3	Protegido contra impactos de 0.5 joules.
4	Protegido contra objetos sólidos de más de 1 mm.	4	Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida.	4	Protegido contra impactos de 2.0 joules.
5	Protegido contra polvo-entrada limitada permitida.	5	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida.	5	Protegido contra impactos de 6.0 joules.
6	Totalmente protegido contra polvo.	6	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida.	6	Protegido contra impactos de 20.0 joules.
7	-	7	Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm. - 1cm.	7	-
8	-	8	Protegido contra periodos largos de inmersión bajo presión.	8	-

Fuente: (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

Para entender de mejor manera los grados IP se toma por ejemplo una terminal que presente los grados IP-64, esto quiere decir que esta terminal está totalmente protegida contra el polvo y contra cualquier rocío de agua sea cual sea la dirección que se la aplique.

Como se explicó estas fallas pueden provocar también accidentes muy graves para el ser humano, para lo cual también son de mucha importancia que sean mencionadas en este estudio realizado a la prevención de accidentes eléctricos en plantas industriales, de esta manera el personal que se encuentre involucrado tanto como los ingenieros a cargo, supervisores y personal que operan en la planta puedan tomar las medidas necesarias para prevenir cualquier catástrofe mayor.

2.5.3. Medidas de protección para contactos eléctricos directos

Para evitar los contactos eléctricos directos se pueden tomar algunas medidas tanto en el momento de su instalación como en el momento de realizar un trabajo que represente interactuar con estos elementos como:

- **Alejamiento de las partes activas.-** la cual se la consigue al momento de realizar alguna instalación eléctrica de un equipo, alejar las partes activas de la zona donde comúnmente el personal de planta trabaja. Como por ejemplo los conductores, que se los puede colocar en una canaleta y así alejarlos de los lugares donde comúnmente el personal de planta realiza sus labores.

- **Interposición de obstáculos.-** para esto se puede realizar zonas restringidas de las áreas que representen peligro mediante rótulos y señalización de peligro, así mismo como ejemplo de una interposición de obstáculo es el uso de guantes especiales para realizar trabajos en caliente como lo son los dieléctricos, que son de manera necesaria realizarlas en una empresa que requiere no parar su producción.

- **Recubrimiento de partes activas.-** el recubrimiento lo da el aislante de los conductores, es importante verificar constantemente el recubrimiento para cuando se va a realizar alguna acción en donde se tenga que estar en contacto con estos elementos.

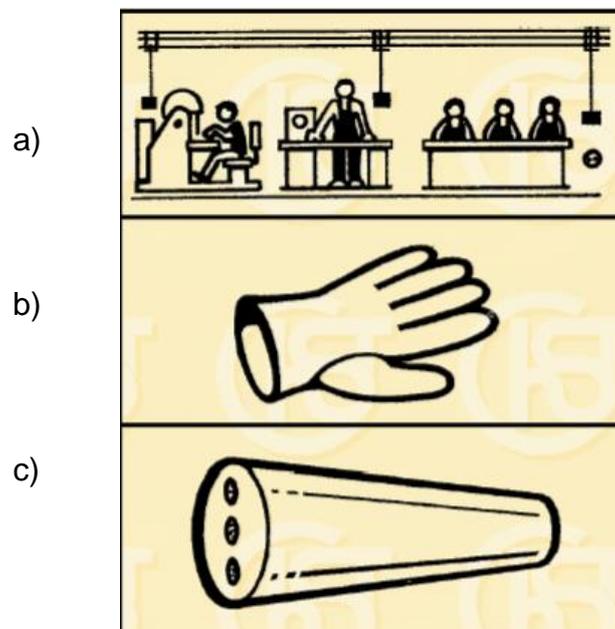


Figura 2. 7: a) alejamiento de las partes activas
 b) interposición de obstáculos
 c) recubrimiento de partes activas.

Fuente: (Universidad de la Rioja, 2015)

2.5.4. Medidas de protección para contactos eléctricos indirectos

Este tipo de contacto es más peligroso que el contacto directo antes mencionado, ya que el personal puede estar atento a su entorno y evitar los peligros predecibles y previsibles, pero aun así está expuesto a este tipo de contacto que se da por motivos accidentales, por fallos de aislamiento como en receptores y conductores eléctricos, además de los aparatos o maquinarias. Entonces el personal suele encontrarse no protegido ante dichas fallas o deficientemente protegido ante estas situaciones imprevistas, para lo cual existen sistemas de protecciones como:

- **Sistema de protección de clase A.** Este sistema de protección se encuentra presente en muchos aparatos eléctricos, minimizando el riesgo en sí mismos, obstaculizando el contacto entre la carcasa del equipo o herramienta y los elementos conductores, procurando que sus contactos no representen un peligro mayor.
- **Sistema de protección de clase B.** Son los sistemas que se encuentran activos dentro de una instalación eléctrica, los cuales desconectan o interrumpen el paso de la corriente de manera rápida cuando se presentan condiciones de peligro, como por ejemplo el protector diferencial. O la puesta a tierra. (Universidad de la Rioja, 2015)

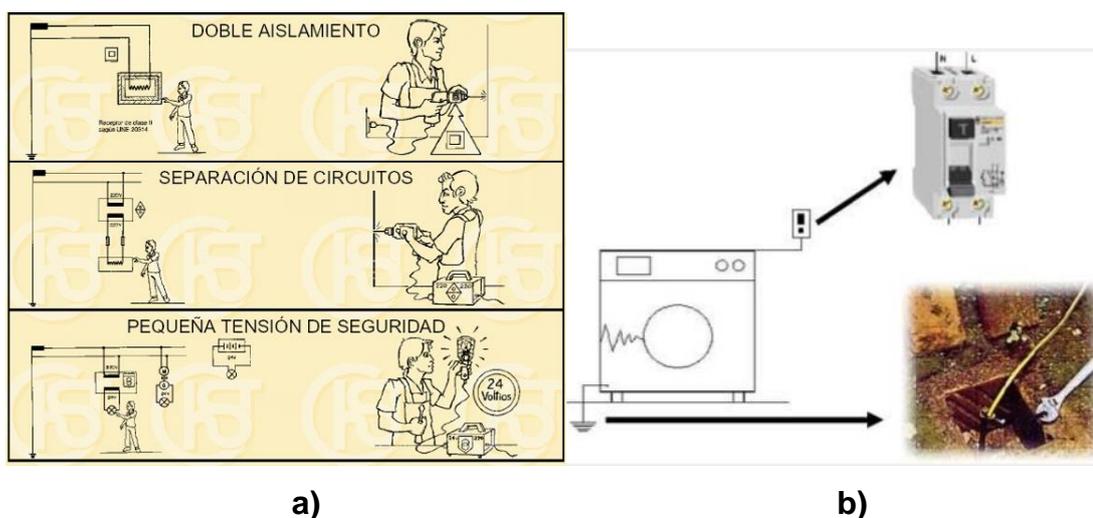


Figura 2. 8: a) Sistemas de protección clase A. b) Sistemas de protección clase B.
Fuente: (Universidad de la Rioja, 2015)

2.6. Mediciones, ensayos y verificaciones

En las instalaciones eléctricas se pueden realizar varios tipos de mediciones como de resistencia, intensidad, tensión, temperatura, de corrientes de fuga, etc. Así como ensayos para verificar el aislamiento de un equipo, funcionamiento y resistencia mecánica de dispositivos de protección automáticos.

2.6.1. Comprobadores eléctricos.

Antes de realizar mediciones eléctricas, a más de utilizar los respectivos equipos de protección es recomendable elegir el comprobador eléctrico adecuado. La seguridad hoy en día es una preocupación primordial y así como al momento de elegir protecciones para manejar una motocicleta como por ejemplo un casco barato, podría significar un índice de riesgo mayor, pues de igual manera se trata al momento de elegir un buen comprobador. Si usted valora su vida y la de los demás, se debe elegir un comprobador de mejor calidad y que se encuentre apto para trabajar dentro de los parámetros que se deben medir. Los comprobadores de buena calidad son analizados por ingenieros para estudiar la seguridad que estos ofrecen y muchas veces revelan que el motivo por el que estos equipos eléctricos de medición fallan es porque son expuestos a un voltaje mucho más alto al que las personas piensan que están midiendo. (Fluke Corporation, 2003)

Existen accidentes ocasionales como por ejemplo cuando una persona que se encuentre realizando mantenimiento eléctrico y vaya a realizar una medición en media tensión como 4.16KV y sin tener conocimiento sobre el tipo de comprobador que debe utilizar, realiza la acción con un comprobador específicamente para baja tensión el cual sirve para medir 1000V a menos. Al igual otro accidente conocido como la “patada” eléctrica impacta al operario y no tiene nada que ver con el uso indebido del comprobador. Es un transitorio de alto voltaje o conocido como pico momentáneo que impacta sobre la entrada del dispositivo eléctrico sin advertencia.

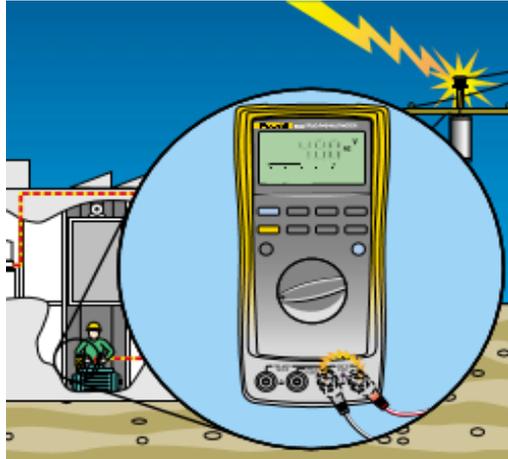


Figura 2. 9: "Patada eléctrica" impacto sobre la entrada del comprobador.
Fuente: (Fluke Cooperation, 2003)

2.6.2. Picos de tensión.

Es un riesgo inevitable que suele presentarse a medida que aumenta el grado de complejidad de los sistemas de distribución y de las cargas. Los equipos eléctricos dentro de las industrias como los motores, condensadores y equipos de conversión de energía tales como los variadores de velocidad aumentan las posibilidades de sobretensiones transitorias, así como el impacto de un rayo sobre las líneas de transmisión que se encuentran a la intemperie pueden ser causantes de picos de tensión muy peligrosos, invisibles e inevitables. Para estos picos de tensión transitorios debido a varios problemas antes ya sucedidos también existen métodos de protección que presentan los multímetros. Los multímetros de acuerdo la norma IEC348 muy utilizados por técnicos y electricistas son de muy buena calidad pero fueron reemplazados por la IEC 1010 y con su reciente actualización a la norma IEC 61010 por lo que al momento de elegir la especificación de diseño en los multímetros la última actualización ofrece una mejor seguridad. (Fluke Cooperation, 2003)

2.6.3. Categorización de los comprobadores.

Un comprobador tiene un circuito de protección que no solo se especifica por su máxima capacidad de rango de trabajo en tensiones en estado estacionario, sino también debe ser capaz de soportar las sobretensiones debido a los transitorios. Estos transitorios son muy peligrosos ya que pueden provocar grandes corrientes, por lo que esta protección en los multímetros es

de suma importancia ya que un transitorio puede generar un arco y la corriente elevada puede provocar una explosión que se forma por la ionización del aire del entorno haciéndolo conductivo, que da como resultado un accidente de mayor daño que una descarga y que se lo conoce como arco eléctrico. (Fluke Corporation, 2003)

Las personas suelen cometer un error al momento de elegir un multímetro debido a un mal entendido entre un multímetro CAT II de 1000V nominales pensando que es superior a uno de CAT III de 600V. Para esto es muy importante comprender las nuevas normas respecto a la categorización de medición. La división de categorías se basa en el hecho peligroso de un transitorio así como el impacto de un rayo será disminuido o debilitado a medida que recorre la impedancia o resistencia de CA del sistema. Es decir que si un multímetro tiene mayor categoría es para trabajos con mayor energía y representa además transitorios más altos. En el caso de la CAT II de 1000V y CAT III de 600V se puede observar en la siguiente tabla como su pico transitorio en ambos son 6000V y aquí es cuando se toma en cuenta la impedancia de la fuente. Y explica como la fuente de 2Ω de CAT III tiene 6 veces la corriente de la fuente de comprobación de 12Ω de la CAT II. Esto se explica por la Ley de Ohm. $I = V/R$

Tabla 2. 5: Valores de transitorios de comprobación acorde a las categorías.

Categoría de medición	Tensión de operación (CD o CA-rms a tierra)	Pico del pulso transitorio (20 repeticiones)	Fuente de comprobación ($\Omega = V/A$)
CAT I	600 V	2500 V	Fuente de 30 Ohm
CAT I	1000 V	4000 V	Fuente de 30 Ohm
CAT II	600 V	4000 V	Fuente de 12 Ohm
CAT II	1000 V	6000 V	Fuente de 12 Ohm
CAT III	600 V	6000 V	Fuente de 2 Ohm
CAT III	1000 V	8000 V	Fuente de 2 Ohm
CAT IV	600 V	8000 V	Fuente de 2 Ohm

Fuente: (Fluke Corporation, 2003)

Tabla 2. 6: Categorías de medición. Norma IEC 61010 rige para equipos de comprobación de baja tensión (<1000V).

Categoría de medición	Descripción breve	Ejemplos
CAT IV	Tres fases en la conexión del servicio de energía eléctrica, cualquier conductor externo	<ul style="list-style-type: none"> • Se refiere a "origen de la instalación"; es decir, en dónde se efectúa la conexión de baja tensión a la alimentación del servicio de energía eléctrica. • Medidores de consumo de electricidad, equipos de protección contra sobrecorrientes. • Exterior y entrada del servicio, acometida del servicio desde el poste al edificio, recorrido entre el medidor y el panel. • Línea en altura a edificio separado, línea subterránea a bomba de pozo.
CAT III	Distribución trifásica, incluyendo iluminación comercial monofásica	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos en instalaciones fijas, tales como equipos de conmutación y distribución y motores polifásicos. • Bus y alimentador en plantas industriales. • Alimentadores y circuitos de derivación corta, dispositivos de paneles de distribución. • Sistemas de iluminación en edificios grandes. • Salidas para aparatos con conexiones cortas a la entrada del servicio.
CAT II	Cargas conectadas a tomacorrientes monofásicos	<ul style="list-style-type: none"> • Artefactos, herramientas portátiles y otras cargas domiciliarias y similares. • Tomacorrientes y circuitos de derivación larga. <ul style="list-style-type: none"> • Salidas a más de 10 metros (30 pies) de fuente CAT III. • Salidas a más de 20 metros (60 pies) de fuente CAT IV.
CAT I	Electrónica	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos electrónicos protegidos. • Equipos conectados a circuitos (fuente) en los cuales se toman mediciones para limitar las sobretensiones transitorias a un nivel adecuadamente bajo. • Cualquier fuente de voltaje alto y baja energía derivada de un transformador de gran resistencia de bobinado, tal como la sección de voltaje alto de una fotocopiadora.

Fuente: (Fluke Corporation, 2003)

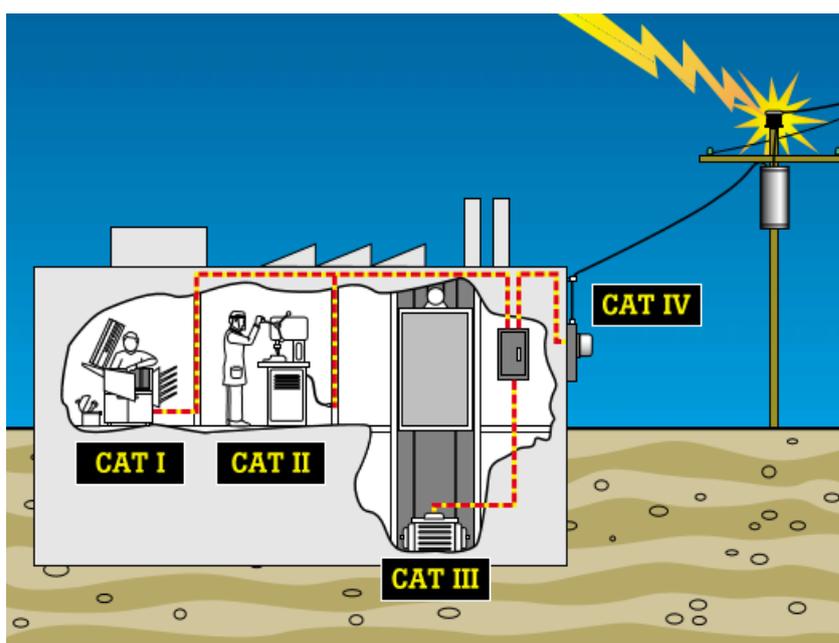


Figura 2. 10: Ubicación de categorías por área de trabajo.

Fuente: (Fluke Corporation, 2003)

El personal capacitado y encargado para realizar las mediciones eléctricas en una planta industrial como bien se dijo tiene que tomar en cuenta en su equipo de medición su categoría acorde con el nivel de voltaje que se requiere revisar. Además de esto no solo es suficiente que el equipo presente su categoría, sino más bien las siglas o símbolos de los laboratorios independientes de comprobación tales como UL, CSA, etc. De esta manera el personal que utilizará el multímetro sabrá que está utilizando un equipo genuino y con su protección garantizada.



Figura 2. 11: Símbolos y siglas de laboratorios de prueba.
Fuente: (Fluke Corporation, 2003)

2.6.4. Protección de los comprobadores contra riesgos eléctricos principales

2.6.4.1. Contra transitorios

Como ya se explicó los transitorios son un peligro oculto y que se presenta sin previo aviso. A continuación se explica un claro ejemplo en donde un técnico se encuentra expuesto a este tipo de riesgo donde todo ocurre en pocos segundos y puede resultar una catástrofe mayor.

En el siguiente caso se toma en cuenta un Técnico que se encuentra realizando mediciones sobre un circuito con tensión de un motor trifásico y en los peores de los casos utiliza un multímetro que no presenta las precauciones de seguridad. (Fluke Corporation, 2003)

1.- Puede que con el impacto de un rayo sobre las líneas genera un transitorio en la alimentación, que provoca que se genere un arco entre los terminales de entrada del multímetro, el cual no tiene los componentes o circuitos necesarios para seguridad y prevenir este accidente, como puede ser que el multímetro no haya sido CAT III y por lo que produciría un cortocircuito directo en el equipo de medición y en las puntas de prueba.

2.- Por el cortocircuito que se creó puede circular una corriente de falla de varios miles de amperios, que en milésimas de segundos forma un arco internamente en el multímetro, una onda de choque de alta presión y un estruendo como un disparo y en ese preciso momento el técnico visualiza un destello azul en las puntas del multímetro que por las corrientes de falla son calentadas y produce un arco desde las puntas a la sonda.

3.- El técnico por reacción normal tiende a alejar sus manos y el dispositivo pero al realizar ese acto, genera un arco desde el motor a cada una de las puntas del multímetro, es decir dos arcos, uno en cada punta y si estos arcos se unen generan un único arco formando un corto fase con fase en las terminales del motor.

4.- las temperaturas en un arco eléctrico suelen ser muy altas aproximadamente a los 6000°C (10000°F) y se alimenta por la corriente del cortocircuito calentando el aire e ionizarlo produciendo una explosión de bola de fuego de plasma. El técnico en el mejor de los casos saldría disparado por el impacto y solamente salir golpeado o recibir quemaduras graves producidas por todos los materiales que salen disparados resultantes de la explosión.

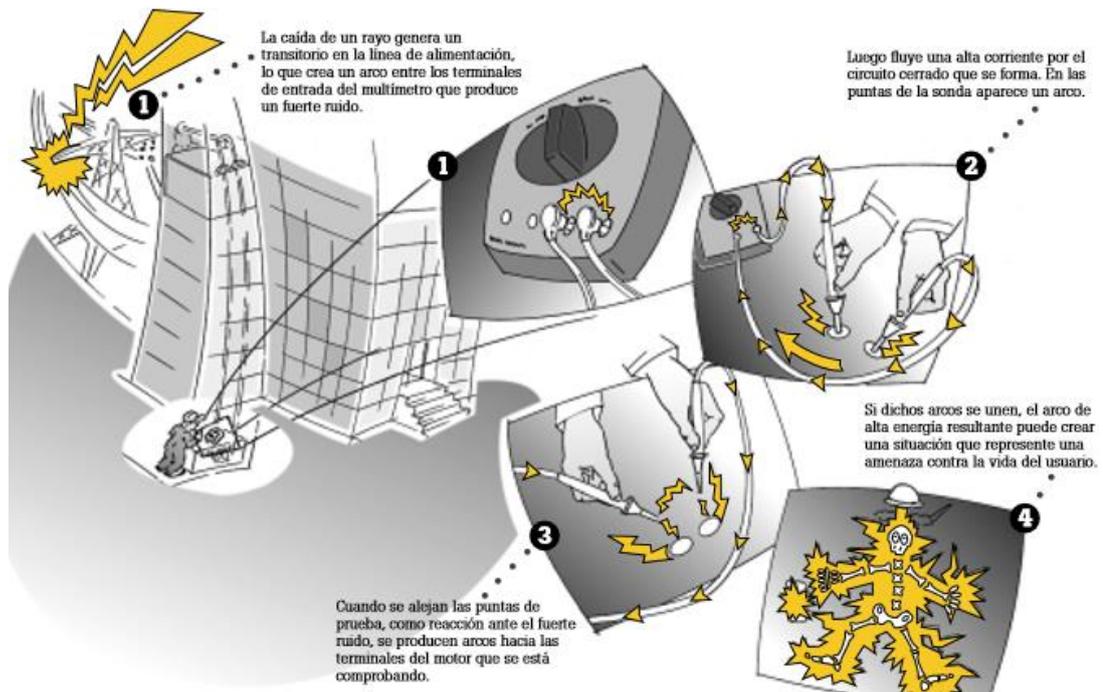


Figura 2. 12: secuencia de un caso de accidente eléctrico por presencia de transitorios.

Fuente: (Fluke Corporation, 2003)

2.6.4.2. Contra presencia de arco eléctrico por mal uso.

No solo los transitorios son la única manera de que se pueda formar un cortocircuito y los arcos eléctricos, sino también lo es el uso incorrecto de los equipos como lo es el multímetro, el mal uso de este dispositivo provoca accidentes muy graves ya que sin tomar las debidas medidas, los comprobadores pueden llegar a ser muy peligrosos, suponiendo en el caso que la persona encargado a realizar mediciones de corriente, realiza la función correcta de colocar las puntas del equipo de medición en su lugar indicado, y además la perilla selectora en la función de amperios o miliamperios, hasta ese momento todo funciona correctamente, pero decide realizar una medición de voltaje y por un descuido olvida colocar las puntas en el lugar específico para este tipo de mediciones, provocando que la baja impedancia que presentan los equipos de medición haga un corto circuito sin importar que la perilla selectora de la función, este puesta para medir tensiones. Para evitar accidentes de este tipo se recomienda el uso de comprobadores con fusibles de protección que sean para alta corriente en sus terminales, esto es lo que impedirá una catástrofe mayor a tan solo unos fusibles quemados del equipo y poder luego realizar su reemplazo.

Además para evitar este tipo de fallas por uso en las mediciones, se lo realiza también por pinzas de prueba que ayudan a facilitar las mediciones de corriente. (Fluke Corporation, 2003)

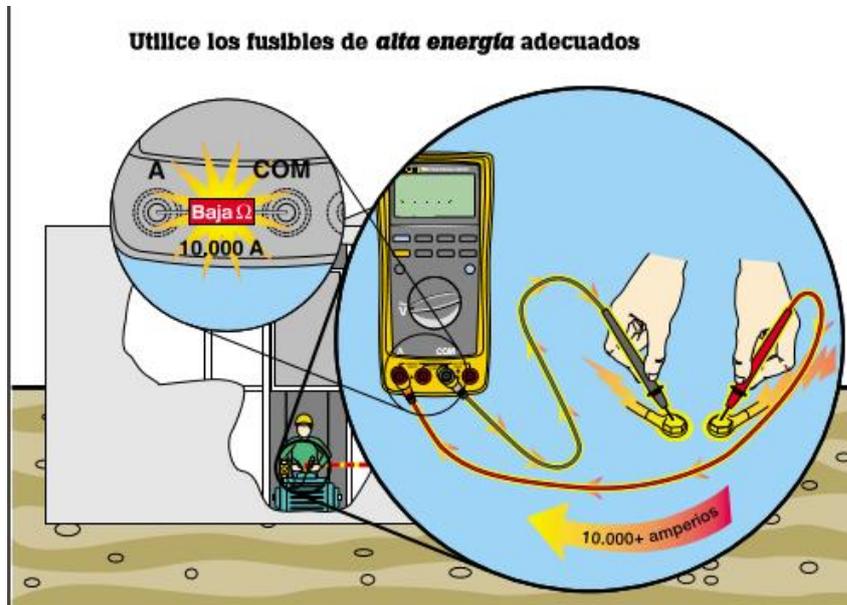


Figura 2. 13: Mal uso del dispositivo de medición en modo amperímetro.
Fuente: (Fluke Corporation, 2003)

2.7. Reconocimiento del peligro en las personas.

Es necesario conocer cuáles son los efectos que produce la circulación de la corriente a través del cuerpo humano para poder realizar un buen análisis y evaluación del riesgo eléctrico presente en la industria.

Las personas afectadas son el personal técnico o electricistas de la planta, así como los operadores de producción. En el grupo de los electricistas o personal eléctrico se encuentran muchas veces las personas que son encargadas de realizar cualquier trabajo y resolver los problemas que se susciten. Se ha encontrado casos que en ocasiones el electricista no tiene la experiencia suficiente ni mucho menos el conocimiento necesario para realizar ciertos tipos de trabajos, para lo cual esto representa un riesgo inminente.

En el segundo grupo que es afectado por los accidentes son el personal operario de planta, los cuales realizan sus trabajos cotidianos y saben sobre el peligro que representa la electricidad pero desconocen el riesgo y se exponen muchas veces al peligro.

Por lo tanto este sub capítulo toma la información necesaria para conocer cómo se comporta nuestro cuerpo al estar expuesto a tensiones eléctricas y por donde circula la corriente, saber cuáles son las consecuencias que abarcan estos accidentes como además la presencia de un arco eléctrico.

2.7.1. Factores que determinan el daño por contacto eléctrico

Cuando se produce un contacto eléctrico ya sea de manera directa o indirecta, fluye la corriente a través del cuerpo el cual se comporta como conductor, a esta circunstancia se la puede considerar como un accidente eléctrico. Leve o grave se lo determinará analizando los factores a continuación.

- Intensidad de corriente que circula a través del cuerpo humano.
- Tiempo de duración del contacto.
- Resistencia que presenta el cuerpo de las personas.
- Tipo de recorrido de la corriente a través del cuerpo.
- La frecuencia de la corriente.

2.7.1.1. Intensidad de corriente que circula a través del cuerpo humano.

En la figura 2.14 se muestra como en un sistema de corriente alterna a baja frecuencia, a medida que el valor de la corriente incrementa esta produce mayor daño a nuestro cuerpo y con tan solo con medidas de miliamperios provocan efectos que pueden llegar a ocasionar la muerte.

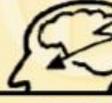
CORRIENTE ALTERNA - BAJA FRECUENCIA			
I mA	EFEECTO	MOTIVO	
1 a 3	PERCEPCIÓN	El paso de la corriente produce cosquilleo. No existe peligro.	
3 a 10	ELECTRIZACIÓN	El paso de la corriente produce movimientos reflejos.	
10	TETANIZACIÓN	El paso de la corriente provoca contracciones musculares, agarrotamiento.	
25	PARO RESPIRATORIO	Si la corriente atraviesa el cerebro.	
25 a 30	ASFIXIA	Si la corriente atraviesa el torax.	
60 a 75	FIBRILACIÓN VENTRICULAR	Si la corriente atraviesa el corazón.	

Figura 2. 14: Efectos que produce la intensidad de corriente en el cuerpo humano.
Fuente: (Universidad de la Rioja, 2015)

2.7.1.2. Tiempo de duración del contacto.

A medida que el cuerpo humano se encuentre mayor tiempo en contacto, incrementará el rango de daño ocasionado por la corriente, para esto existen protecciones que cortan el paso de la corriente y deben actuar de manera rápida y automática. Para esto se presenta la tabla 2.7 que muestra una relación entre la intensidad de corriente vs el tiempo que puede causar la muerte.

Tabla 2. 7: Relación de intensidad de corriente y el tiempo que provoca la muerte.

INTENSIDAD	TIEMPO
15 mA	2 mín.
20 mA	60 seg.
30 mA	35 seg.
100 mA	3 seg
500 mA	110 mseg.
1 A	30 mseg.

Fuente: (Universidad de la Rioja, 2015)

2.7.1.3. Resistencia que presenta el cuerpo de las personas.

El cuerpo humano presenta una resistencia a la corriente desde dos puntos de contacto y en donde intervienen algunos factores para lo cual existen tres tipos de resistencia. Como la resistencia que presenta de manera propia el cuerpo humano ya sea por espesor, dureza, cutis húmedo, superficies de contacto, etc. Otro tipo de resistencia es la de contacto en donde intervienen el material aislante en donde se realizaría un contacto así como ropa especial o guantes. Y por último la resistencia de salida en donde puede intervenir el tipo de calzado que se utiliza como las botas dieléctricas y el tipo de suelo o pavimento.

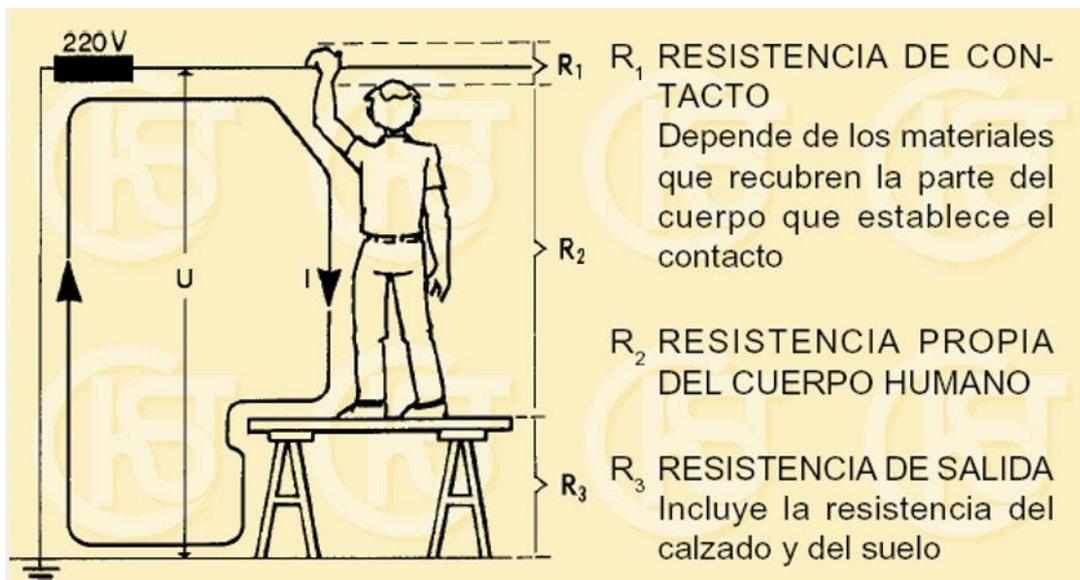


Figura 2. 15: Electricidad según la resistencia del cuerpo.

Fuente: (Universidad de la Rioja, 2015).

La resistencia del cuerpo humano también se da por el tipo de piel que la persona tenga o en el medio que se encuentre como se muestra:

- Piel seca 2000 Ohm
- Piel húmeda 1300 Ohm
- Piel mojada 700 Ohm
- Piel sumergida 320 Ohm

(López Rosales Juan Carlo, 2003)

2.7.1.4. Tipo de recorrido de la corriente a través del cuerpo.

El recorrido de la corriente a través del cuerpo generalmente suele darse de mano – mano o mano – pie. De acuerdo a los órganos que atraviese la corriente se presenta que tan grave pueden llegar a ser sus consecuencias.

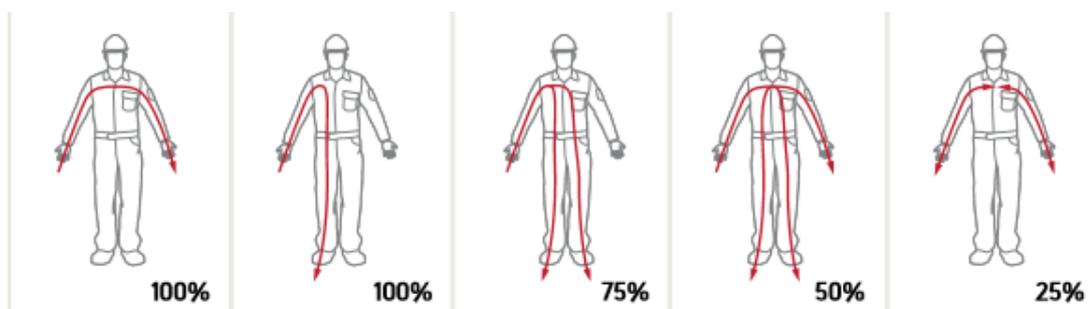


Figura 2. 16: Trayectoria de la corriente a través del cuerpo.

Fuente: (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

2.7.1.5. La frecuencia de la corriente.

La frecuencia más peligrosa es la de corriente alterna que justamente es la misma que se utiliza en la industria y en el hogar. Mientras que la corriente continua es más fácil soltarse en el caso que se llegue a producir un contacto y por ende es menos peligrosa. Entonces para el caso de la corriente alterna hay mayor índice de riesgo que exista alteraciones en el ritmo cardiaco y fibrilación ventricular que en el contacto a corriente continua.

2.8. Efectos del paso de la corriente a través del cuerpo humano.

Como punto adicional se muestra los efectos que puede producir la corriente a través de nuestro cuerpo con el objetivo no de provocar miedo al lector sino más bien concientizar a las personas sobre el riesgo al que está expuesto sino no se toma las medidas indicadas para tratar de minimizarlos. Estos accidentes son provocados por el choque eléctrico o electrización.

2.8.1. Efectos inmediatos.

Como su nombre lo indica estos se producen en un momento corto de tiempo por no así decirlo en el momento exacto que ocurre el accidente eléctrico, produciendo severos daños a nuestra piel u organismos, como por ejemplo: Paros respiratorio o asfixia, Paro cardíaco por fibrilación ventricular, músculos contraídos, pérdida de extremidades por tetanización, lesiones por

caídas y golpes, quemaduras internas y externas. (Dr. Eduardo Andrade Terán, 2014)



Figura 2. 17: Efectos de la corriente en el cuerpo, por descarga de 220 V y 40 KV.
Fuente: (Dr. Eduardo Andrade Terán, 2014)

2.8.2. Efectos no inmediatos.

Estos pueden ocurrir luego de un lapso de tiempo como pueden ser días, semanas, e incluso años. Como por ejemplo: Daños renales, daños en el metabolismo. Trombosis, aneurismas. Pérdida o daños en la memoria; necrosis muscular. Edema y hemorragia cerebral, lesiones medulares, produciendo a la larga incapacidad muscular, neuropatía periférica, etc.

(Dr. Eduardo Andrade Terán, 2014)

CAPÍTULO 3: TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJOS

En este capítulo se presenta algunas técnicas muy efectivas que sirven ciertamente para todo el personal de planta pero con mayor enfatización para las personas que realizan los trabajos eléctricos en una planta industrial y también para los ingenieros encargados de dirigir obras y velar por el cuidado de la planta y el personal, procurando de esta manera proporcionar ayuda a su equipo de trabajo, realizando reuniones y capacitarlos para que se ejecuten los trabajos de índole eléctrico siempre teniendo en cuenta el riesgo que estos representan y adoptando estas técnicas en su labor diaria.

Además para el estudio de este capítulo se presenta información sobre como el personal debe actuar frente a algún accidente eléctrico, como la provocación de incendios por estos mismos, así que también es importante conocer el uso correcto de extinguidores de fuego, como se clasifican y cuáles son los indicados para ser utilizados en caso de un incendio en lugares donde haya además niveles de voltaje y las demás actividades que se deben realizar para que el equipo de trabajo las ejecuten como costumbre y poder reducir el riesgo que pueda provocar un accidente debido a actos inseguros realizados por el personal.

Existen diversas técnicas y procedimientos a ejecutar en el momento previo a realizar un trabajo eléctrico o que presente riesgos de éste índole. Para esto se los clasificará en dos tipos de trabajos los cuales son trabajos sin tensión en donde se requiere seguir ciertos procedimientos y trabajos ejecutados a tensión donde actúan los equipos de protección personal.

3.1. Técnica P.O.P.A.

Esta técnica resulta de mucha ayuda para las personas que se encaminen a realizar un trabajo donde se presente riesgo eléctrico alguno, pues se debe ejecutar esta técnica de trabajo antes de realizar cualquier maniobra.

Como un ejemplo claro para poder analizar esta técnica se describe el siguiente caso.

En una empresa, el supervisor de trabajo en su rutina diaria por la planta se da cuenta que de un tablero de distribución que se encuentra dentro de un cuarto de transformador sale humo, y además se percibe por medio del olor una sensación de quemado, dando a conocer este acontecimiento al jefe a cargo del área eléctrico, el cual avisa al personal técnico que se dirija inmediatamente a revisar y solucionar el problema. El personal que asiste está muy confiado de sus conocimientos, y entra de manera apresurada al cuarto de transformador el cual tiene poca iluminación e ingresa directo a abrir el tablero de distribución sin darse cuenta que estaba uno de los conductores de salida del transformador suelto y haciendo contacto con este y la carcasa del tablero, circulando la corriente a través de él produciendo un accidente.

Una vez presentado el caso se procede al análisis de la técnica POPA que se pudo haber realizado y evitar este accidente con tan solo seguir estos cuatro pasos que se presentan como medio de prevención para que el personal los ejecuten todo un siempre en cualquier actividad.

PARA, antes de ingresar al área de trabajo donde se encuentra el problema, hay que estar con la mente despejada, tranquilizarse y no ir de manera apresurada por más conocimientos que se tengan o por más común que se presenten casos ya conocidos y que ya se han solucionado con anterioridad. Parar y darse cuenta del riesgo al cual se va exponer la persona por más mínimo que se muestre, es decir estar atento con todos los sentidos.

En el caso mostrado el técnico que asistió a realizar el trabajo fue de manera apresurada y con una gran arrogancia de los conocimientos que tenía pues entró alterado y quizás con todas las energías que tenía pero sin el mayor cuidado y realizar esta técnica.

OBSERVA, una vez que ya se realizó el primer acto de parar, se procede a observar con mucha atención el entorno de trabajo y los riesgos posibles, incluso reconocer el área donde se va a trabajar, letreros de seguridad, áreas de poca iluminación, o espacios reducidos donde se dificulta realizar trabajos. Si el técnico hubiera observado se hubiera dado cuenta que el área estaba con poca iluminación y además del peligro que representaba el conductor del transformador que estaba desconectada.

PLANIFICA, el trabajador o grupo de trabajo debe realizar una planificación de cómo se va a realizar las maniobras para solucionar el problema, como elección de las herramientas que se van a utilizar, cantidad de trabajadores necesarios, equipos de seguridad, etc. Para el caso mostrado se notó claramente que el técnico accidentado no realizó ninguna planificación ya que no alcanzo ni a completar el primer punto.

ACTUA, ya completado los tres primeros pasos se procede a actuar con las maniobras para resolver el problema con todas las protecciones necesarias y disminuyendo el riesgo que aún está presente pero teniendo conocimiento de él, reduciendo el porcentaje de que ocurra un accidente. (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

3.2. Trabajos sin tensión

En instalaciones eléctricas en las cuales se van a realizar operaciones o maniobras por algún tipo de trabajo y con la necesidad de dejarlas sin tensión, antes de dejarlas sin tensión y así de igual manera al momento de su reconexión se deberá tomar algunas medidas muy aparte del tipo de personal que realizará el trabajo. Esto depende del tipo de trabajo operativo que se va a realizar, como puede ser un trabajador autorizado para ejecutar trabajos de baja tensión y en el caso de media o alta tensión lo deberán realizar trabajadores cualificados y previamente autorizados.

3.2.1. Las 5 reglas de Oro.

Ya identificado el área de trabajo y los equipos o elementos que conforman la instalación, es de importancia tener claras las 5 reglas de oro que se siguen como pasos a ejecutar para dejar sin tensión a la instalación a maniobrar

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.
2. Enclavar, bloquear y prevenir realimentación.
3. Verificación de ausencia de Tensión.
4. Puesta a tierra y en corto circuito todas las posibles fuentes de tensión.
5. Proteger las zonas energizadas cercanas al área de trabajo y señalar su ubicación. (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

No se podrá autorizar la ejecución del trabajo hasta que no se haya cumplido los cinco pasos antes mencionados, ya que si no se respetan estos cinco pasos existe un alto riesgo a producir un accidente eléctrico y por esta razón se lo seguirá considerando en tensión o energizada la zona de trabajo o instalación eléctrica donde se requiere ejecutar el trabajo. (REAL DECRETO; Leodegario Fernández Sánchez, Director del INSHT, 2001)

3.2.2. Análisis de las cinco reglas de oro a seguir para trabajos sin tensión

A. Abrir el corte visible de todas las fuentes de tensión

Esta primera regla nos explica que el personal que vaya a realizar un trabajo en cierta parte de una instalación eléctrica, este debe dejarlo completamente aislado de cualquier tipo de alimentación ya sea por una distancia de aire ente los puntos de conexión o bien un aislante que se interponga en la conexión y garantice su función. Así también como los condensadores o algún elemento adicional de la instalación que se mantengan energizados deben ser descargados con dispositivos adecuados.

Esta desconexión se la puede hacer por medio de interruptores, seccionadores, interruptores automáticos e incluso extracción de fusibles y todo método que pueda realizar una alimentación, el conductor neutro también debe ser incluido para la desconexión en el caso de que exista. Esto se puede dar para aislar máquinas, líneas, transformadores y otros circuitos que sin importar la existencia de interruptores se debe instalar seccionadores que muestren una segura posición o en otros casos se dispone de un sistema seguro para su posición correcta al momento de realizar el corte.

Existen instalaciones que ciertas veces forman parte de un lazo cerrado para esto es necesario que en los paneles eléctricos o lugares de trabajo se tenga el diagrama de la instalación eléctrica y así también poder reconocer las fuentes de tensión. Para su desconexión se deberá hacerla de ambos lados como se muestra en la figura 3.1.

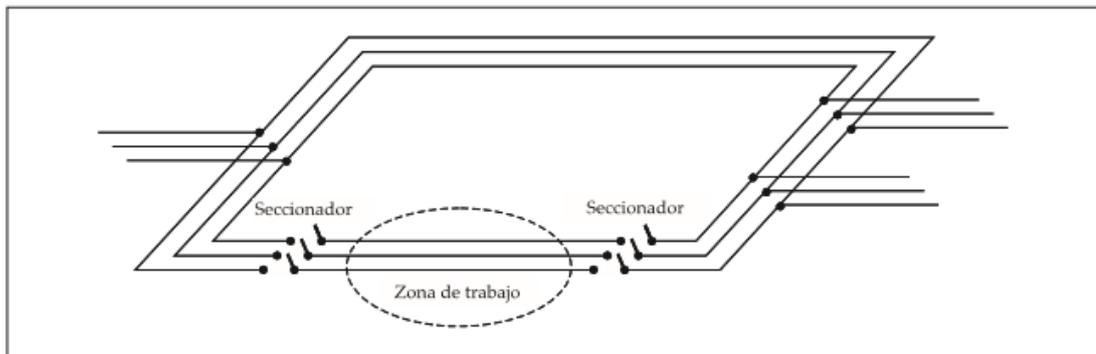


Figura 3. 1: Desconexión de seccionadores en instalación tipo lazo.

Fuente: (REAL DECRETO; Leodegario Fernández Sánchez, Director del INSHT, 2001)

B. Enclavar, bloquear y prevenir realimentación.

La segunda regla de oro indica que se debe impedir la realimentación ya sea por cualquier motivo que se pueda presentar como lo es un descuido por no utilizar un dispositivo de bloqueo o el no señalar la prohibición de maniobrar, se lo puede ejecutar ya sea con candados, cerraduras, cadenas o cualquier elemento que pueda inmovilizar el dispositivo de alimentación. Y la señalización por medio de etiquetas que advierten la reactivación del dispositivo como se muestra a continuación en las siguientes figuras.

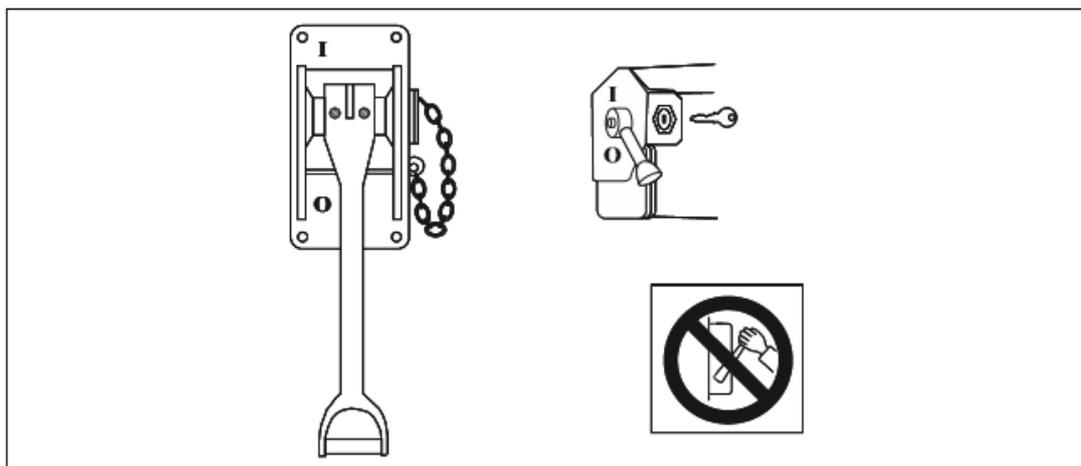


Figura 3. 2: Sistemas de enclavamiento y señal de restricción

Fuente: (REAL DECRETO; Leodegario Fernández Sánchez, Director del INSHT, 2001)



Figura 3. 3: Carteles de señalización para evitar maniobras

Fuente: (REAL DECRETO; Leodegario Fernández Sánchez, Director del INSHT, 2001)

C. Verificación de ausencia de tensión

Para la regla número 3 hay que tener en cuenta de manera muy importante el estado en el que se encuentre el comprobador eléctrico ya que puede encontrarse en mal estado o puede que no sea el indicado para ejecutar el trabajo de verificar la inexistencia de tensión, para esto es necesario que una vez realizada la comprobación de la inexistencia de tensión el personal que realizará el trabajo eléctrico no se confíe plenamente de la medida que le presenta el comprobador sino más bien asegurarse con una segunda y tercera medición. Segunda medición realizada en un sistema energizado y comprobar que existe tensión, y una tercera revisión en el sistema que se desconectó.

Así verificaremos de manera segura que el equipo comprobador se encuentra en buen estado y no nos está dando una medida errónea que muchas veces es por un simple desgaste de sus baterías o daño del equipo. Este método de comprobación se lo debe realizar con cualquier equipo de trabajo que sirve mediante fuente de energía independiente. Y si es posible realizar una cuarta prueba pues más vale prevenir que lamentar. (Electro Sur Este S.A.A., 2010)

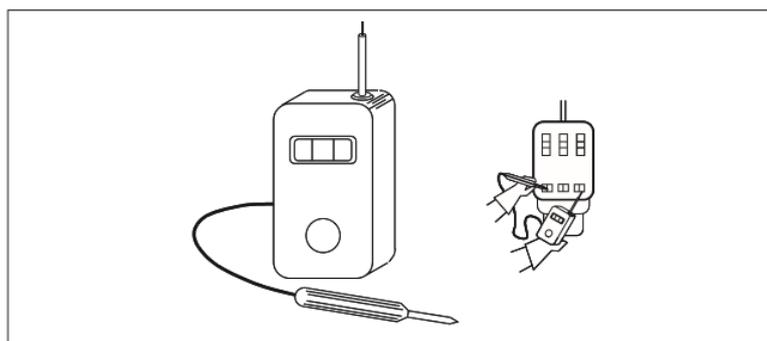


Figura 3. 4: Discriminador de tensión

Fuente: (REAL DECRETO; Leodegario Fernández Sánchez, Director del INSHT, 2001)

D. Puesta a tierra y en cortocircuito

En todo tipo de instalación o línea eléctrica se puede presentar los efectos que se derivan de la puesta en tensión como lo puede ser por alguna descarga eléctrica por un rayo, por acción de los campos electromagnéticos que pueden producir otras fuentes energizadas y que se encuentran próximas al lugar donde se efectuará el trabajo, también en el caso de las líneas eléctricas puede producirse un contacto o rotura de la misma línea que intervenga donde se esté trabajando, y por alguna otra fuente que pueda retornar.

Ante todos estos problemas, es necesario realizar primordialmente un estudio del área de trabajo. Si el trabajo es en alta y media tensión, la puesta a tierra del área a trabajar es obligatorio mientras que para realizar trabajos en baja tensión no lo será a menos que una vez estudiado el lugar de trabajo se entienda que puede ponerse en tensión ya sea por inducción u otras razones.

E. Proteger las zonas energizadas cercanas al área de trabajo y señalar su ubicación

Esta quinta regla muchas veces es entendida de manera errónea ya que se suele confundir con delimitar el área de trabajo y tan solo realizar una señalización del lugar donde se está ejecutando el trabajo. Esto no quiere decir que esa señalización este mal ejecutada, ya que si se la debe hacer pero a más de eso también se debe señalar las zonas que se encuentran próximas al lugar de trabajo y que además se encuentran aún

energizadas debido a que no se encuentran dentro del rango donde se realizó el corte y dejar sin tensión al sistema eléctrico.

Entonces no se trata tan solo de delimitar la zona de trabajo y prohibir el acceso de otras personas sino también señalar los puntos energizados para que así el personal que se encuentra realizando la maniobra no sea afectado produciendo un accidente. En la siguiente figura se muestra ejemplos de elementos de un equipo portátil de puesta a tierra que se utilizarían en caso que no se presenten tomas de tierra que se puedan utilizar en el área de trabajo. (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

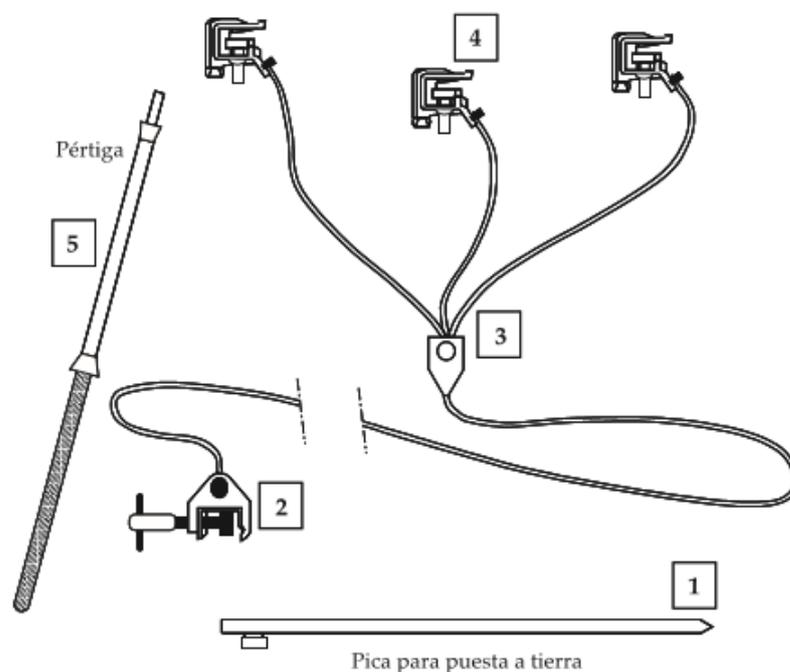


Figura 3. 5: Elementos de equipo portátil de puesta a tierra.

1.- Piqueta o electrodo de toma de tierra. 2.- Pinza o grapa de conexión a la toma de tierra. 3.- conductores de puesta a tierra y en corto circuito. 4.- Pinzas para conectar a los conductores de la instalación. 5.- Pértiga aislante adecuada a nivel de tensión nominal.

Fuente: (REAL DECRETO; Leodegario Fernández Sánchez, Director del INSHT, 2001)

3.2.3. Reposición de la tensión

Esta reposición no es nada más que la reanudación de la tensión, es decir volver a energizar la parte del sistema eléctrico donde se había cortado la tensión. Para realizar este acto también es necesario seguir ciertos pasos.

Una vez ya ejecutado todo el trabajo se debe principalmente realizar el retiro de todos los trabajadores que ya cumplieron con su función y no son indispensable en el área que se requiere volver a energizar, además también se requiere previamente recoger todos los materiales, herramientas y quipos que se hayan utilizado y dejar el área limpia y ordenada. Una vez realizado estos dos puntos se prosigue a ejecutar las mismas 5 reglas de oro pero en sentido contrario a las ya mencionadas.

1. Retirar la señalización y protecciones adicionales que se hayan puesto limitando el área de trabajo y los lugares energizados.
2. Retirar la puesta a tierra y en cortocircuito empezando por las pinzas que conectan a los elementos eléctricos conectados y después a la pinza de puesta a tierra.
3. Quitar la señalización de no reconexión u operar y también el bloqueo que se utilizó para los dispositivos de corte de tensión.
4. Cerrar los cortocircuitos y realizar el desbloqueo de los elementos o maquinarias que se hayan desconectado.
5. Reponer la tensión
(CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

3.3. Trabajos con tensión

El trabajo con tensión muchas veces se presenta de manera necesaria que se lo realice en plantas donde no se puede parar la producción o no se puede interrumpir la energización de las líneas, para realizar trabajos a tensión o también conocidos como trabajos en lugares energizados, es necesario tener en cuenta que existen métodos para este tipo de trabajo los cuales permitirán disminuir el riesgo de peligro al cual se enfrenta el trabajador. El riesgo está presente pero se puede prevenir un accidente tomando las medidas necesarias y poder solucionar un problema en el cual

no necesitemos interrumpir el paso de la corriente por los conductores y elemento que conforman un sistema eléctrico. (industria & León, 2011)

Los trabajos de medición, ensayos y verificaciones son las actividades que se realizan comúnmente para chequear si la instalación eléctrica está cumpliendo con las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad para su buen funcionamiento, y para estos tipos de mantenimientos que se requieren ejecutar comúnmente se necesita que el personal de trabajo cuente con los equipos de protección personal y además de ellos equipos de seguridad más adecuados como lo son:

- Guantes aislantes homologados
- Alfombras o banquetas aislantes
- Caperuzas aislantes
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes homologadas
- Material de señalización.

3.4. Equipos de Protección Personal. (EPP)

Existen riesgos presentes en toda industria y que muchas veces afectan al personal de trabajo que se encuentra expuesto a dichos riesgos. Afectando su seguridad y salud, pero estos accidentes se pueden evitar gracias a los equipos de protección personal que son todos los dispositivos, vestimenta o accesorios que el trabajador lleva consigo para realizar distintos tipos de trabajo y lo protegen de los riesgos presentes.

Para saber los equipos de protección necesarios a elegir se debe hacer un estudio previo de los lugares de trabajo que comúnmente recurre el personal, gracias a esto se puede realizar una evaluación de riesgo al que está expuesto el trabajador, acorde con el tiempo al que se encuentra expuesto, frecuencia y gravedad, las condiciones del entorno y la gravedad de los riesgos. (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

Los EPP para riesgos eléctricos que fundamentalmente se usan son:

- Casco aislante.
- Botas dieléctricas.
- Gafas inactivas.
- Arnés de seguridad.

- Mangas de seguridad.
- Traje o vestimenta ignífuga.
- Guantes dieléctricos.
- Guantes ignífugos.
- Guantes de protección mecánica.
- Protectores auditivos.

3.4.1. Protección para manos y brazos.

Los guantes que ayudan a la protección contra riesgos eléctricos son de material aislante, también son llamados dieléctricos, de caucho y de hilo. Los guantes dieléctricos son aquellos que nos protegen las manos contra contactos de tensión y son diseñados bajo la norma ASTM D120. Existen varios tipos de guantes dieléctricos como lo son los de clase 0, que sirven para ser usados en trabajos de hasta 1000 voltios, los de clase 2 que se los puede usar hasta un valor de 17 KV y los de clase 4 a un valor de 34 KV.

Para la protección de los brazos contra quemaduras y otro tipo de lesiones comunes como cortes y contactos eléctricos, se utilizan las mangas dieléctricas que proporcionan la resistencia necesaria antes estos tipos de riesgos existentes, por lo general se las usan por encima de los guantes dieléctricos y son fabricadas bajo la norma ASTM D1051. Por costumbre de los trabajadores y por falta de interés muchas veces no suelen utilizar las mangas dieléctricas y se confían plenamente solo en los guantes dieléctricos, pero ciertamente no le garantiza la protección suficiente el uso del guante sin la manga.

De ahí se dice que mientras más equipos de protección se utilicen mucho mejor será para ejecutar el trabajo y disminuir un mayor porcentaje del riesgo que se conoce que se encuentra presente. Para reconocer que tipo de guante utilizar acorde al trabajo que se va a desempeñar existen códigos de colores de los cuales se reconocen el voltaje de uso a los cuales se los puede utilizar como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. 1: Código de colores de guantes dieléctricos.

Código de colores			
Color	Clase	Tensión de prueba (V)	Voltaje de uso (Kv)
Rojo	0	5000	1
Blanco	1	10000	7.5
Amarillo	2	20000	17
Verde	3	30000	26.5
Naranja	4	40000	36

Fuente: (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

3.4.2. Protección para la cabeza

Los cascos son de gran importancia en las plantas industriales, a más de prevenir contra accidentes por golpes, también nos protegen de contactos eléctricos de acuerdo a la norma ANSI Z89.1:2009.

Tanto los guantes como las mangas eléctricas son construidos de caucho natural o sintético, que presentan una alta flexibilidad y comodidad y se fabrican de distintos tamaños y formas. (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

3.4.3. Protección en los pies.

En la parte eléctrica es conveniente el uso de calzado que garantice la protección y el aislamiento necesario entre la persona y el suelo. Y de acuerdo a la norma ASTM F 2413 este tipo de calzado son las botas dieléctricas que todo personal que ejecutan trabajos en áreas donde se presenta riesgo eléctrico debe utilizar.

3.4.4. Protección visual.

La protección para los ojos es también una de las más importantes, para esto las gafas inactivas de acuerdo a la norma ANSI Z87.1 dan la protección necesaria a las personas contra varios accidentes que se pueden suscitar como el deslumbramiento, metales fundidos por alguna explosión ocasionada por un arco eléctrico, protección contra sólidos, líquidos, humo, polvo, etc.

3.5. Los enchufes e interruptores

Como uno de los errores más comunes que se suelen encontrar en las plantas industriales es el uso de enchufes para domicilios utilizados para conexión de herramientas o motores eléctricos, lo cual no se debe hacer. Se debe colocar enchufes de industriales y como adicional que presenten un rango de grado IP como ya se lo estudio anteriormente.

Para el caso de los interruptores estos deben estar cubierto con su respectiva tapa de protección, llamados también de intemperie, pueden ser de un material aislante o recubiertos por una capa de pintura que presente esas características, no se los deben instalar en lugares donde haya presencia de líquidos o gases inflamables. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

3.6. Correcto uso de las extensiones eléctricas.

Muchas veces se requiere utilizar estas instalaciones temporales cuando se requiere realizar trabajos puntuales y que están en zonas distantes a las fuentes de energía como puntos de toma corriente. Para su uso correcto y prevenir así cualquier accidente se nombra a continuación los siguientes puntos:

- Su instalación de ser posible se debe realizar vía aérea
- En lo posible no hacer empalmes o uniones en los conductores, ya que puede haber presencia de corrientes de fuga.
- Como preferencia usar un cable nuevo o revisar que el aislamiento de los cables se encuentren en buen estado
- Evitar el arrastre de la extensión o con la herramienta utilizada, para prevenir posibles fisuras.
- Utilizar elementos que conforman la extensión de tipo industriales.
- En caso de haber uniones de los conductores o empates, estos deben estar cubiertos en lo posible con cinta auto-fundente y además aislante. Para prevenir shock eléctrico.
- Evitar su uso en lugares donde pueda hacer contacto con agua.
- Utilizar en lo posible extensiones que contengan línea de tierra de protección

- Evitar el calentamiento de los conductores, constatando que la capacidad de corriente de los conductores de la extensión sean mayor del aparato a conectar y a su máxima carga. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

3.7. Herramientas eléctricas y su uso correcto.

En las plantas industriales ciertamente se necesitan realizar trabajos que se requieren por necesidades que se suscitan día a día y el personal encargado a realizar trabajos eléctricos, debe saber cómo se usan correctamente las herramientas con las que trabaja y para esto debe ser capacitado a la prevención de evitar accidentes estando identificado con su uso. A continuación se nombra las herramientas eléctricas más comunes en el trabajo:

- Para construcción, las herramientas eléctricas más utilizadas son: pulidoras, esmeril, caladoras, taladros, sierra circular, máquina eléctrica para soldar, etc.
- El operador que realiza su trabajo con cualquiera de estas herramientas debe siempre adoptar la costumbre del uso de los equipos de protección necesarios que cada herramienta requiere como protección visual, auditiva, guantes, entre otros.
- Para la mantención de las herramientas las debe realizar el personal técnico autorizado y no personal de planta como operadores.
- No se debe conectar las herramientas de manera directa a los cables conductores sino a un enchufe.
- Hacer un chequeo a diario del estado de las herramientas, como por ejemplo revisar su estructura, aislamiento del cable y enchufe que se encuentren en buenas condiciones para su uso.
- Para su mantenimiento preventivo o correctivo, debe estar desconectada. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

3.8. Límites de proximidad

Muy aparte de los equipos de protección personal, el trabajador debe conocer cuáles son los límites de distancia a los cuales puede estar ante las

partes energizadas dentro de una planta. Para esto se muestra a continuación una tabla donde indican la medida de distancia desde la parte que se encuentra energizada o activa hasta la persona.

Tabla 3. 2: Distancia segura de acuerdo a niveles de voltaje para A.C.

Límites de aproximación a "partes vivas" para la protección contra el shock eléctrico en sistema eléctrico de corriente alterna (C.A.)		
Todas las dimensiones son distancias desde "partes vivas" al trabajador (en metros)		
1	2	3
Rango de voltaje nominal	Exposición a conductores móviles	Límite aproximación prohibida, incluye movimientos inadvertidos
0 - 50 V	No especificado	No especificado
50 V - 300 V	3,0	Evitar el contacto
301 V - 750 V	3,0	0,3
751 V - 15 kV	3,0	0,7
15,1 kV - 36 kV	3,0	0,8
36,1 kV - 46 kV	3,0	0,8
46,1 kV - 72,5 kV	3,0	1,0
72,6 kV - 121 kV	3,3	1,0
138 kV - 145 kV	3,4	1,2
161 kV - 169 kV	3,6	1,3
230 kV - 242 kV	4,0	1,7
345 kV - 362 kV	4,7	2,8
500 kV - 550 kV	5,8	3,6
765 kV - 800 kV	7,2	4,9

Fuente: (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

3.9. Acciones para buen uso de elementos eléctricos

3.9.1. Frente a conductores eléctricos

Se ha mencionado que se debe tener un buen orden en el trabajo para realizar maniobras que determinen un mínimo rango de riesgo, y en el caso de los conductores eléctricos no hay excepción, el buen uso del color de los conductores como se explica con la tabla a continuación ayuda al personal encargado a realizar trabajos de mantenimiento de una manera ordenada, aunque en la práctica se suele encontrar los conductores conectados de distinta manera a lo indicado, se recomienda por lo menos que el cable de tierra siempre sea el de color verde.

Tabla 3. 3: Código de colores de los conductores.

CONDUCTOR	COLOR
Fase 1	Azul
Fase 2	Negro
Fase 3	Rojo
Neutro	Blanco
Tierra de Protección	Verde

Fuente: (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

3.9.1.1. Principales problemas al utilizar los conductores.

- Sección demasiado pequeña del cable, suele ocurrir cuando se utiliza cables que no son para la potencia que requieren los equipos a conectar, produciendo su calentamiento y disminuyendo su aislamiento.
- El uso de cables sin certificación, de mala calidad y puede producir fallas.
- Cortes en los cables, ya sea por desgaste del conductor o por aplastamiento.

- Puede producirse una electrocución a alguna persona con los tres problemas anteriores ya que en los tres se pierde su calidad de aislamiento, por lo que queda expuesto al riesgo de ser tocados accidentalmente.

3.9.1.2. Sección de los conductores

Para evitar el desgaste del aislamiento de los cables por elección de cable no adecuado debido a sección insuficiente, se muestra la siguiente figura donde se presenta la capacidad de los conductores más comunes utilizados en las plantas industriales.

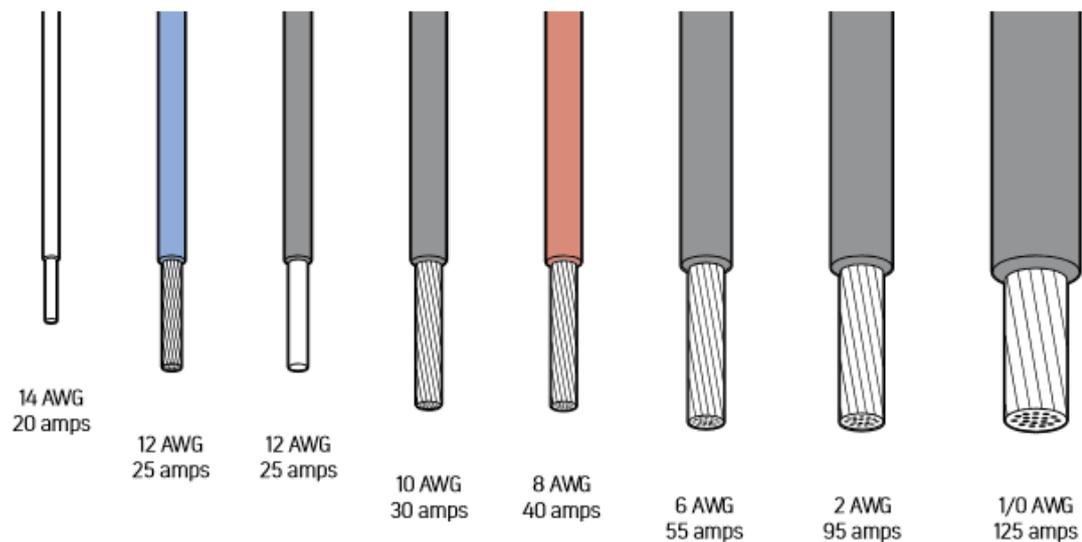


Figura 3. 6: Capacidad de corriente en los conductores
Fuente: (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

Además hay que tener en cuenta algunas medidas de cuidado para el uso de los conductores como lo es:

- los conductores que están a la vista, procurar canalizarlos a excepción de las subterráneas.
- No usar clavos o algún otro elemento metálico para sostener los conductores, ya que el roce producido entre el conductor y dichos elementos produce una corriente de fuga a tierra, y el desgaste del conductor perdiendo su recubrimiento aislante.

- Cuando realiza conexiones de conductores en el exterior, estos deben estar a una altura mínima de 4 m medidos desde el nivel del suelo, y en el caso de tránsito de vehículos como por ejemplo los montacargas, se debe ajuntar 1m mas de altura medidos desde el vehículo más alto. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

3.10. Para trabajos en los tableros eléctricos

La mayor parte de los trabajos eléctricos a diario se suscitan en los tableros que como se conoce son los equipos donde se ubican los equipos de protección y mando de los circuitos de las instalaciones. He aquí algunas recomendaciones

- El tablero general debe estar su ubicación hecha en un lugar donde haya fácil acceso.
- Los tableros deben contar con señalización de peligro en la puerta.
- Tener identificados todos los circuitos y sus protecciones.
- Tener circuitos independientes de fuerza y alumbrado.
- Su instalación debe ser en muros, postes, o bases diseñadas que presenten su debida resistencia.
- Los tableros deben presentar una resistencia contra corrosión, humedad, ser de un material no combustible.
- Tener doble puerta y encontrarse cerradas con conexión a tierra.
- Para su instalación y mantenimiento debe ser realizada por personal autorizado.
- Se debe tener extintores de CO2 cercanos a los tableros. (ACHS (Asociación Chilena de Seguridad), 2013)

3.11. Trabajos en altura.

En algunas ocasiones el personal encargado de los trabajos eléctricos dentro de la industria, realizan trabajos en altura, los cuales representan un riesgo que no hay que dejarlo desapercibido. Para realizar trabajos que sobrepasan los 1.80 metros el personal necesita tomar algunas indicaciones previas a realizar esos tipos de maniobras en altura. Para esto es necesario que se utilice un arnés de seguridad que tiene el fin de evitar la caída del que

se encuentre realizando el trabajo y además este arnés debe tener en buenas condiciones los elementos de acople para estar muy bien asegurado contra una caída.

En las industrias de producción se suele colocar los conductores que alimentan los distintos tableros y equipos eléctricos sobre una estructura que se encuentra a altura que son llamadas canaletas y de esta manera todos esos cables se los aíslan y alejan del personal que opera regularmente en las plantas, con la necesidad de realizar trabajos de mantenimientos ya sean preventivos o correctivos cerca de estos lugares es que se ha tomado en cuenta el arnés de seguridad y además también se incluye más adelante el uso básico y correcto de la escalera telescópica. A más de tomar en cuenta el riesgo y la prevención que hay que tener para evitar accidentes eléctricos como el contacto con algún punto energizado ya sea por el uso de escaleras u otra estructura como andamios o incluso el uso de montacargas, se puede analizar las características y condiciones que puede presentar en este caso la escalera telescópica y su correcta colocación. (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

3.12. Señalización para la seguridad

Las señales de seguridad son aquellos letreros o imágenes que se refieren a alguna situación, actividad o elemento que muestran indicación o una acción obligatoria que se debe cumplir para la seguridad y salud de los trabajadores. La técnica de las señalizaciones es de carácter preventivo, que empieza por darse cuenta de la existencia de un riesgo potencial, dando información a los receptores sobre cómo actuar y la conducta que se debe adoptar para evitar los accidentes en dichas áreas determinadas, pueden ser visuales, táctiles, sonoras, de ubicación.



Figura 3. 7: Señales de seguridad
Fuente: (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

Estas señales de seguridad se las puede clasificar en grupos acorde a su función, y es de gran ayuda que el personal que realiza los distintos trabajos dentro de las plantas industriales tengan conocimiento sobre el significado de cada una de ellas, para esto se puede realizar capacitaciones previas a ejecución de trabajos para estar familiarizados con las medidas preventivas necesarias tanto dentro y fuera de la planta.

3.12.1. Señales de prohibición

Se las reconoce porque presentan un fondo de color blanco, con un círculo y una línea inclinada de color rojo, y dentro de estos se encuentra de color negro los símbolos de seguridad, se los debe cumplir obligatoriamente y son para imponer una regla o norma fija que se deben cumplir para evitar los riesgos.

3.12.2. Señales de prevención

Se las utiliza para prevenir o precaución de peligro existente en dicha área y se las conoce por su fondo de color amarillo con el símbolo de color negro colocado dentro de una franja en forma de triángulo color negra.

3.12.3. Señales de obligación

Este tipo de señal es una voz de mando para señalar la obligación de utilizar las protecciones que se indican para realizar trabajos determinados dentro de áreas específicas, en las plantas por lo general se suelen indicar los

elementos de protección de carácter obligatorio. Estos letreros son de color azul oscuro de fondo y con una franja blanca sobre él y con la imagen que expresa la obligación también de color blanco.

3.12.4. Señales de salvamento

Estas señales son utilizadas para indicar el sentido de una ruta como también evacuación o puntos de encuentro en caso de emergencias. Se las reconoce porque presentan forma rectangular con un color de fondo verde con una franja blanco en todo alrededor del perímetro y la imagen de color blanco.

3.12.5. Señales contra incendios

Sirven para poder saber dónde se encuentran localizado los elementos para control de incendios, además de instructivos para el uso correcto de los extintores y son de forma cuadrada o rectangular con un color de fondo rojo y un símbolo de color blanco al igual que la franja que se muestra alrededor de todo el contorno de la señal. El personal de planta también debe ser capacitado para el uso correcto de estos elementos como por ejemplo saber cuándo utilizar mangueras contra incendios y los extintores que sean de CO₂.

3.12.6. Señales de información

Suelen utilizarse para dar a conocer alguna acción que se está ejecutando dentro de un lugar determinado, se los reconoce por el fondo color blanco y con un círculo o triángulo rojos y el símbolo de seguridad color negro y puesto en el centro de la señal.

3.13. Acciones que se debe tomar en caso de ocurrir incendios.

Antes de dar a conocer el correcto uso de los extintores es necesario tener en cuenta los tipos de fuego que existen y su clasificación acorde con su clase, de esta manera se sabrá qué tipo de extintor se debe usar. Las clases de fuego son:

- Fuego de clase A: este tipo de fuego se da en los materiales que son comunes a combustionar como lo es el papel, cartón, plástico, madera, etc.

- Fuego de clase B: son aquellos que tienen que ver los tipos de líquidos combustible como gasolina, pintura, petróleo e incluso el crudo de petróleo y los lubricantes inflamables como algunas grasas que se utilizan con frecuencia en los motores y maquinarias.
- Fuego de clase C: estos son también llamados fuegos eléctricos y como su nombre lo indica son aquellos que se suelen producir en las instalaciones o equipos eléctricos bajo carga, es decir que se presentan energizados, esta clase de fuego es la que se presenta con mayor interés para nuestro estudio, ya que el riesgo eléctrico presente que produjo un accidente, transcurre como un tipo de incendio a tomar en cuenta la clase de extintor que se debe utilizar en estos casos, ya que no se debe rociar agua o alguna sustancia que la contenga debido a que se produciría un mayor problema debido a la corriente que circula por los equipos e instalaciones.



Figura 3. 8: Clases de fuego

Fuente: (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

Para esta clase de incendios se utilizan extintores de CO₂ los cuales sirven para combatir fuegos de clase B y C, aunque es recomendable que en las industrias se tenga extintores de polvo químico seco (PQS) ya que estos protegen las áreas afectadas por fuegos de cualquiera de los 3 tipos de clase ya mencionadas. (Guia primeros auxilios.com, 2011)

3.14. Método de actuación ante accidentes.

Frente a una emergencia es necesario conservar la calma, pues es lo principal para poder tener conciencia de los que se puede hacer, actuar con eficiencia y entender cuál es la prioridad.

Con esta información se pretende que sea de ayuda para adquirir conocimientos básicos sobre cómo actuar frente a alguna catástrofe, dando atención al personal que se haya accidentado.

3.14.1. Análisis de técnica P.A.S.

Las siglas P.A.S. provienen de las palabras Proteger, Avisar y Socorrer las cuales son las acciones que se debe llevar a cabo frente a una víctima de accidente.



Figura 3. 9: Significado de las siglas PAS
Fuente: (CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure, 2015)

Para **PROTEGER** a la víctima se debe detener el paso de la corriente que está circulando a través del accidentado de las siguientes dos maneras:

- Impidiendo el paso de la corriente, haciendo un corte de la fuente.
- Separar a la víctima físicamente del lugar del accidente con ayuda de cualquier elemento aislante que pueda servir de ayuda como un palo, pértiga o cinturón de cuero, etc.



Figura 3. 10: Conducta ante un accidente eléctrico.

Fuente: (Guía primeros auxilios.com, 2011)

Como segundo punto se debe **AVISAR** al personal de enfermería de la planta en caso que lo hubiese, y de igual manera dar aviso al servicio de la cruz roja para que se acerque personal médico o paramédico.

Como último punto está el **SOCORRER** a la persona afectada, dar los primeros auxilios necesarios, he aquí la importancia que se nombra en el artículo 11 del capítulo II del reglamento de seguridad del trabajo contra riesgos en instalaciones de energía eléctrica. Que cita como norma general que el personal que intervienen en la operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas debe estar formado en la aplicación correcta de primeros auxilios, en especial la respiración artificial y masaje cardiaco externo.

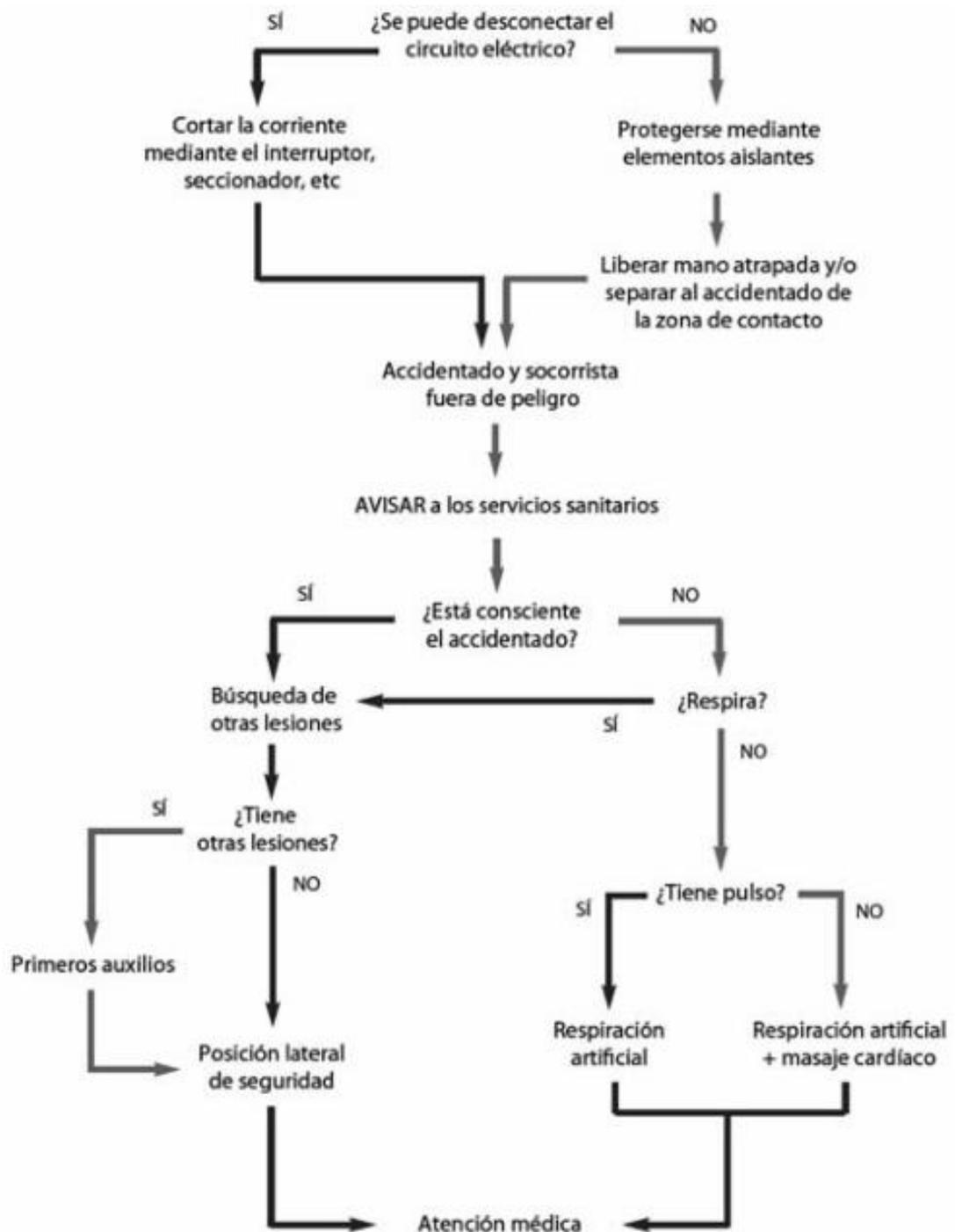


Figura 3. 11: Pasos a seguir ante un accidente.

Fuente: (industria & León, 2011)

3.15. Test de seguridad y casos prácticos.

Para el estudio de los hechos que suelen suscitarse dentro de una industria, realicé visitas técnicas a una empresa que se encarga de la elaboración de productos químicos, que sirven para construcción. Realizando un análisis de los casos de riesgos en los cuales están expuestos el personal

encargado del mantenimiento eléctrico dentro de la planta de producción y además realizando un test sobre los principales equipos que se operan, al igual que los materiales que utilizan.

3.15.1 Test de seguridad

1. Condiciones Generales

- **¿Conoce usted sobre los riesgos eléctricos presentes en la planta?**

Si

- **¿En las instalaciones que se realizan los materiales utilizados cumplen con algún tipo de normativa?**

Desconozco sobre el tema

- **¿Cumplen con el código de colores de los cables conductores?**

Si

- **¿Dentro de la planta la altura mínima del tendido eléctrico es de 4m?**

Si

- **¿Los puntos de toma cuentan con tapas protectoras?**

Si

- **¿Utilizan elementos de protección?**

Si

- **¿Cuentan con los materiales correctos para el tipo de trabajo?**

No para todos

- **¿Existe letreros de señalización en la planta?**

Si

2. Tableros eléctricos.

- **¿Existe señalización de los riesgos eléctricos?**

Si

- **¿En tableros provisionales, su instalación tiene un tablero general?**

Si

- **¿El tablero está a la vista y de fácil acceso?**

Si

- **¿Son independientes los circuitos de fuerza que de los de alumbrado?**

Si

- **¿Los tableros provisionales son de material no combustible, aislante y resistente a la humedad y corrosión?**

No

- **¿Tienen interruptores automáticos y protectores diferenciales los circuitos del tablero no provisional?**

No

- **¿Presentan señalización de peligro las puertas de los tableros provisionales?**

No

- **¿Son inspeccionados con frecuencia todos los tableros?**

Si

3. Extensiones eléctricas.

- **¿Los conductores que la conforman están en buen estado y sin demasiadas uniones?**

Si

- **¿Enchufes que la conforman son industriales?**

Si

- **¿Colocan las extensiones por vía aérea?**

Cuando se debe

- **¿Realizan revisión de las extensiones previas a su uso?**

No siempre

4. Herramientas y equipos de trabajo.

- **¿Presentan botones de marcha y paro los motores eléctricos?**

Si

- **¿Están en buen estado los conductores y enchufes de los equipos y herramientas?**

Si

- **¿Las herramientas de mano presentan carcasa en buen estado?**

Si

- **¿Se ha capacitado al personal de trabajo para la operación de herramientas?**

No

- **¿Los equipos y herramientas se inspeccionan con frecuencia?**

No frecuentemente

3.15.2. Casos y fotografías de los métodos de trabajo utilizados

El personal de planta está expuesto día a día a varios peligros, aunque están conscientes de la existencia del riesgo, pude observar cómo se exponen al peligro sin tomar medidas apropiadas, constatando también la ausencia de cualquier técnica previo a realizar algún tipo de trabajo, a continuación se muestran varias fotografías de algunas acciones buenas y malas observadas.



Figura 3. 12: Realización de encuestas a personal de mantenimiento.

Fuente: fotografía tomada en planta de producción de químicos.



Figura 3. 13: Señales de seguridad en la planta.

Fuente: Fotografía tomada en visita técnica.



Figura 3. 14: Trabajos de mantenimiento en planta y código de colores correcto.
Fuente: Fotografías tomadas visita técnica.

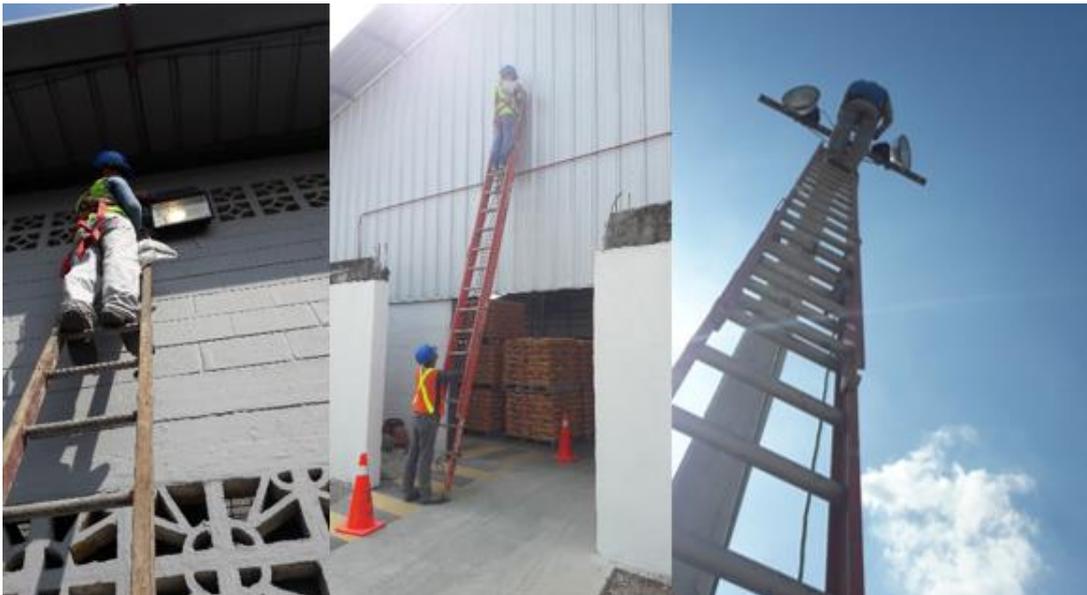


Figura 3. 15: Trabajos en altura con el uso correcto de arnés o faja de seguridad.
Fuente: Fotografías tomadas de visita técnica.



Figura 3. 16: Tablero provisional, botonera de control y caja de breaker en mal estado.

Fuente: Fotografías tomada en visita técnica.



Figura 3. 17: Calzado inadecuado del personal de trabajo.

Fuente: Fotografías tomadas en visita técnica.



Figura 3. 18: Presencia de enchufes y tomas industriales, extensiones eléctricas en buen estado.

Fuente: Fotografías tomadas en visita técnica.



Figura 3. 19: Delimitación del área de trabajo en soldadura eléctrica.
Fuente: Fotografía tomada en visita técnica.



Figura 3. 20: Tableros eléctricos con su debida señal de peligro.
Fuente: Fotografías tomadas en visita técnica.



Figura 3. 21: Orden y aseo, revisión de materiales de trabajo.
Fuente: Fotografías tomadas en visita técnica.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Con la información contenida en este trabajo de titulación, se permite al lector estar relacionado con los elementos y equipos que se utilizan para trabajos eléctricos dentro de una planta industrial y de esta manera comprender los riesgos a los cuales se encuentra expuesto día a día en sus rutinas de trabajo.

Gracias a las visitas realizadas a una empresa de producción de químicos para la construcción, se observó que en las instituciones no siempre se consta con la seguridad completa del trabajador, este proyecto logra concientizar al lector sobre el impacto que puede producir el paso de la corriente a través de nuestro cuerpo y las causas más comunes que provocan estos tipos de accidentes, llegando a poder disminuir su formación con el buen uso de las herramientas de trabajo, consejos prácticos en el uso de materiales para maniobras en las instalaciones eléctricas y además adoptando técnicas de trabajo que se deben realizar a diario para poder evitar catástrofes mayores.

De igual manera se concluyó que en el caso de ocurrir algún tipo de accidente eléctrico, el personal de trabajo sabrá qué medida tomar frente a los problemas suscitados, debido a la información básica entregada por el presente documento para ser ejecutada por el lector tanto dentro como fuera del trabajo.

Dentro de las maneras más efectivas para prevenir accidentes está la aplicación de técnicas como la P.O.P.A. y estar completamente a gusto en el lugar de trabajo, como la buena relación de comunicación que debe existir entre el personal de gerencia, jefes y trabajadores, para enfatizar sobre los problemas que se suscitan en la planta y saber tomar las medidas de prevención necesarias.

El buen mantenimiento de la planta así como del lugar de trabajo no es responsabilidad de una sola persona, la tarea la deben realizar todos con constancia y responsabilidad, ya que el trabajo que se realiza en ambientes

ordenados y limpios ayuda a la mejora de la producción, la calidad, además de la comodidad y evitar cualquier tipo de accidente.

Los trabajos y técnicas empleadas son responsabilidad de todos, abarcar amplios conocimientos referentes a la seguridad es de gran ayuda, ya que todos como un equipo de trabajo intervienen en la mejora del desempeño. La seguridad es un trabajo de todos, como se puede explicar con el dicho “yo te cuido, tú me cuidas, nosotros nos cuidamos.”

4.2. Recomendaciones

Para la prevención de los accidentes pertinentes a los riesgos presentes en las industrias se debe tener un autocuidado y así poder elegir la forma segura de trabajar. A continuación se presentan diversas recomendaciones que no pueden ser pasadas de improviso acorde con los temas estudiados en el presente documento.

Antes de realizar cualquier tipo de actividad o trabajo dentro de la planta, el personal debe observar cuidadosamente el entorno de trabajo, procurando y constatando que este se muestre seguro y cumpla con las normas de seguridad, si lo mencionado no se muestra en su observación previa, tiene el derecho a ser exigido el cumplimiento como por ejemplo realizar el análisis P.O.P.A. ya estudiado.

En la realización de trabajos que requieran ser desenergizados los equipos, recordar cumplir correctamente las 5 reglas de oro fundamentales que se deben tomar en cuenta ya que mientras no se cumpla cada una de ellas, el sistema se lo considera aún en tensión y por lo tanto se deberá utilizar todos los equipos de protección necesarios como si se estuviera realizando un trabajo en tensión.

Recuerde nunca confiarse de un circuito de control que esté desactivado, sino más bien realizar las medidas pertinentes y necesarias para comprobar su efectivo estado fuera de tensión. Esto incluso se lo debe realizar hasta para cambiar una bombilla ya que cortar el interruptor no es suficiente.

En trabajos realizados con tensión, es decir energizados se recomienda no olvidar el uso de los equipos de protección personal necesarios para la ejecución de dichos trabajos y poder evitar los accidentes disminuyendo la

probabilidad de que ocurran con el uso indicado y en buen estado de los equipos de protección bajo previa revisión.

Se recomienda que en toda planta donde se realice trabajos eléctricos, el personal encargado de los mismos, siempre utilice zapatos dieléctricos para prevenir el paso de la corriente y contactos por medio de las extremidades inferiores, produciendo accidentes por electrización o electrocución.

Para realizar trabajos en altura que superan alturas de 1,80 metros, se presentan las siguientes recomendaciones:

1. Informar y señalar el trabajo que se va a realizar, visualizar y evaluar el factor de riesgo al que se encontrará expuesto como líneas eléctricas, riesgos por humedad, paso de vehículos como lo pueden ser los montacargas, presencia de fuertes vientos y otros trabajos existentes.
2. Chequear los elementos de seguridad antes de realizar el trabajo, asegurarse de la calidad y el estado en que se encuentran estos.
3. Planificar con anterioridad el trabajo, especialmente si se requiere usar equipos u otro tipo de herramientas.
4. Siempre realizar los trabajos por lo mínimo entre dos personas, prestándose ayuda para levantar cargas o accesorios.
5. Inspeccionar el estado del arnés cada vez que se lo utilice, revisar los puntos de fijación y si es posible desecharlos en caso de cintas y uniones rotas o defectuosas.
6. Verificar los puntos de anclaje y utilizar siempre las cuerdas de seguridad o también llamadas la línea de vida.
7. Informarse de los pasos a seguir para el caso de rescate en emergencia por alturas.
8. Siempre mantenerse en el centro de la escalera, no subir hasta el último peldaño y siempre asegurarse al momento de llegar al punto donde se realizará el trabajo.

Existen otros medios de prevención que se recomiendan además de los ya mencionados y que también se requieren seguir como no trabajar en intemperie si existe presencia de vientos fuertes y lluvia, no usar arnés que estén remachados, tiene que estar completamente cocidos y en buen estado.

En el caso del uso de los equipos de protección se recomienda a más de cumplir con las señales de índole obligatoria, recordar que el trabajo del personal eléctrico representa riesgos muy importantes y el conocerlos y preverlos es cuidar la salud propia.

Se recomienda cumplir con las especificaciones dadas para el buen uso de las herramientas, enchufes, instalaciones, etc. Para evitar el riesgo producido por actos inseguros y las condiciones inseguras que se pueden presentar.

Estar familiarizado con las señales de seguridad que se encuentran dentro de la planta donde se desempeña el trabajo, es muy bueno conocer las señales de alerta y prevención contra riesgos eléctricos, así como también conocer incluso las rutas de evacuación o salidas en caso de presentarse alguna catástrofe, por ejemplo en la aparición de incendio debido a la presencia de un arco eléctrico.

Se recomienda realizar un curso o capacitación de primeros auxilios, los cuales deben saber todo el personal de planta en lo posible, como ejercicios de respiración, resucitación cardiopulmonar, etc.

En caso de accidentes que producen fuego se recomienda los siguientes puntos:

- Si se presenta fuego intenso que no se lo puede controlar por el personal, avisar inmediatamente llamando a emergencia a su dependencia o sustituto.
- Si se lo puede controlar proceder al uso de los equipos contra incendio, disponiendo de los conocimientos obtenidos en este proyecto en la parte del uso correcto de los extintores.
- Procurar que el fuego corte el paso para las posibles vías de escape, en caso de no poder controlarlo evacuar el lugar cerrando las puertas que se va dejando atrás.
- En espacios abiertos es recomendable que el personal que utiliza el extintor se ubique con el viento golpeando a sus espaldas, o en otras palabras con el viento a su favor.

- Recuerde no tratar de apagar el fuego con extintor que no son adecuados para la clase de fuego presente, porque este acto llega a ser contraproducente e inútil.

Para los otros tipos de accidentes eléctricos recordar el uso de la técnica P.A.S. que indica 3 pasos básicos y de gran ayuda ante algún tipo de accidente como lo es proteger, avisar y socorrer. No olvidar que para retirar a la víctima no se lo debe hacer por contacto directamente a la persona, sino más bien utilizar algún elemento aislante.

Se recomienda adoptar las buenas medidas de prevención de riesgos eléctricos a todo el personal que se encuentra relacionado al tema. Y trabajarlos a diario procurando tomarlos como trabajos previos rutinarios para cuidarse incluso mutuamente y adoptar la seguridad como un trabajo de todos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHS (Asociación Chilena de Seguridad). (2013). Prevención de Riesgos Eléctricos. Obtenido de http://www.achs.cl/portal/Comunidad/Documents/2_Manual_de_Riesgos_Electricos.pdf
- CRIEEL; Ing. Orly Guzman Kure. (2015). Curso Formación de linieros. Trabajos y maniobras con seguridad y protección ambiental en redes eléctricas de distribución. Guayaquil.
- Dr. Eduardo Andrade Terán. (29 de Enero de 2014). Salud ocupacional y riesgo eléctrico. Obtenido de http://ecuador.ahk.de/fileadmin/ahk_ecuador/Uploads-Webseite/Dienstleistungen/Dokumente/Projekte/2014/RIESGO_ELECTRICO_Y_SALUD_OCUPACIONAL_e_andrade.pdf
- Electro Sur Este S.A.A. (01 de 03 de 2010). Análisis de seguridad en el trabajo.
- Elizalde Apolo, M. A., & Negrete Argenzio, J. A. (2008). Repositorio ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL. Obtenido de http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-92366.pdf
- Fluke Cooperation. (06 de 2003). el ABC de la seguridad en las mediciones eléctricas. Obtenido de <http://dominion.com.mx/cat/fluke/seguridad/abc-de-seguridad-de-medicion-electrica.pdf>
- Guia primeros auxilios.com. (08 de agosto de 2011). Guia primeros auxilios.com. Obtenido de como actuar ante un accidente eléctrico: <http://www.guiaprimerosauxilios.com/como-actuar-ante-un-accidente-electrico/>
- industria, F. d., & León, J. d. (2011). Guía básica para la prevención del riesgo eléctrico. Obtenido de

http://www.todosobrelasbajaslaborales.com/datos/pdf/normativa/n004/guia_basica_para_la_preencion_del_riesgo_electrico.pdf

- López Rosales Juan Carlo. (2003). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Programa Cybertesis PERÚ. Obtenido de Programa en Microsoft Visual Basic 6.0 para el análisis de riesgos eléctricos en oficinas y centros de cómputo:
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1649>
- Ordoñez Sanclemente Jorge; Nieto Alvarado Leonardo. (Febrero de 2010). Repositorio UPS. Obtenido de Mantenimiento de sistemas eléctricos de distribución:
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2119/15/UPS-GT000156.pdf>
- REAL DECRETO; Leodegario Fernández Sánchez, Director del INSHT. (Junio de 2001). Guía Técnica para la Evaluación y prevención del Riesgo Eléctrico. Obtenido de
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_electr.pdf
- Universidad de la Rioja. (18 de Mayo de 2015). Servicios de Prevención de Riesgos Laborales. Obtenido de
https://www.unirioja.es/servicios/sprl/pdf/riesgos_electricos.pdf



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Zamora Tandazo, Anderson Celio**, con C.C: # 0924174964 autor del trabajo de titulación: **“Estudio y análisis de métodos prácticos aplicados para la prevención de accidentes eléctricos en trabajos ejecutados en plantas industriales”** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de septiembre del 2016

f. _____

Nombre: Anderson Celio Zamora Tandazo

C.C: 0924174964



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Estudio y análisis de métodos prácticos aplicados para la prevención de accidentes eléctricos en trabajos ejecutados en plantas industriales		
AUTOR(ES)	Zamora Tandazo, Anderson Celio		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de Septiembre del 2016	No. DE PÁGINAS:	92
ÁREAS TEMÁTICAS:	Seguridad Industrial, riesgo eléctrico, primeros Auxilios		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	EVALUACIÓN DE RIESGO, ELECTRIZACIÓN Y ELECTROCUCIÓN, TIPOS DE CONTACTO, PROTECCIÓN IP, TRABAJOS ELÉCTRICOS, EQUIPOS DE PROTECCIÓN		
RESUMEN/ABSTRACT			
<p>El presente trabajo de titulación está encaminado a presentar al lector un manual con amplia información, tanto para el personal administrativo encargado de la seguridad industrial y el personal técnico que ejecutan los trabajos de índole eléctrico en plantas de producción que comúnmente trabajan con niveles de voltaje de media y baja tensión para que así puedan tenerlos en cuenta priorizando la seguridad de las personas.</p> <p>Para esto se presenta de manera importante los conceptos básicos y fundamentación teórica a recordar sobre electricidad, sus magnitudes básicas. Además de un estudio y análisis de métodos que se pueden poner en práctica para elaborar trabajos donde se presenten riesgos eléctricos y tratar de minimizarlos, como la existencia de factores que se necesitan valorar ya que influyen de manera importante en estos tipos de accidentes.</p> <p>Después se realiza un análisis de las consecuencias de los accidentes eléctricos, su categorización, así mismo al finalizar se encuentran las medidas que se deben adoptar en caso de presentarse dichos accidentes, además de su prevención de cómo saber utilizar las herramientas con las que comúnmente se trabajan, saber cómo socorrer al personal en casos seguros, dando recomendaciones en la ejecución de trabajos y métodos de acción rápida y segura.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-981346935	E-mail: andrew1002009@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Philco Asqui, Luis Orlando		
	Teléfono: 0980960875		
	E-mail: orlando.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			