



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS PARA  
EL DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA  
ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.”**

**OCAÑA MONTERO JIMMY RAÚL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
Tipo: Proyecto Técnico**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2018**

---

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

**2018-05-10**

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**OCAÑA MONTERO JIMMY RAÚL**

Titulado:

**“PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS PARA EL  
DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA  
AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño  
**DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Adonías Patricio López López  
**DIRECTOR**

---

Ing. Juan Carlos Cayán Martínez  
**ASESOR**

---

**EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE: OCAÑA MONTERO JIMMY RAÚL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN: “PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS PARA EL DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A”**

**Fecha de Examinación: 2018-05-10**

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza <b>PRESIDENTE TRIB.DEFENSA</b>			
Ing. Adonías Patricio López López <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Juan Carlos Cayán Martínez <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación técnica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Ocaña Montero Jimmy Raúl**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Jimmy Raúl Ocaña Montero, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

**Ocaña Montero Jimmy Raúl**  
Cedula de Identidad: 180461806-2

## **DEDICATORIA**

Dedicó mi logro principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento importante de mi formación académica, además de haber estado siempre en cada paso que doy en el camino de la vida, guiándome para ser mejor cada día ya sea de forma espiritual e intelectual.

A mis padres y hermanos que son mi motivación para poder alcanzar cualquier meta que me lo proponga en la vida, ya que me han inculcado buenos valores y principios, que siempre han estado ahí en los momentos difíciles de la vida, apoyándome y aconsejándome para ser un hombre de bien.

A mis amigos que siempre estuvieron en este largo camino compartiendo momentos, consejos, dándome ánimos para poder culminar.

**Jimmy Raúl Ocaña Montero**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la fortaleza para cumplir con mis metas y estar siempre conmigo, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mi papá que confió en mí y me permitió darme la oportunidad de ser alguien en la vida, dándome un título con el cual pueda defenderme, lamentablemente no estas con nosotros, pero sé que lo estás viendo desde cielo que pude concluir con lo que tu comenzaste.

A mi mamá por ser lo mejor de mi vida, la inspiración de todo lo que hago, por su apoyo incondicional que siempre estuvo conmigo en los momentos malos y buenos, la persona que me apoyo siempre a pesar de las adversidades, gracias viejita.

A mis familiares y amigos que de una u otra forma han contribuido para el logro de mis objetivos.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por darme la oportunidad de obtener una profesión, y ser una persona útil a la sociedad.

Al Ing. Patricio López e Ing. Juan Carlos Cayán, por brindarme su amistad y asesoramiento de la tesis, para de esta manera poder culminar el presente documento ya que con la ayuda de su conocimiento y experiencia se logró realizar de la mejor manera.

A la Empresa Eléctrica Regional Centro Norte S.A. que me abrieron las puertas para poder realizar el tema de titulación, de esta manera ayudándome a concluir con uno de los requisitos para poder ser ingeniero.

Al Ing. Iván Altamirano Correa, por brindarme su amistad y haberme guiado e ilustrado académicamente, compartiendo sus amplios conocimientos en el sector eléctrico.

**Jimmy Raúl Ocaña Montero**

## RESUMEN

La realización de un Plan de Prevención de los Riesgos Eléctricos en el Departamento de Distribución de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., mediante la aplicación del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, debido a que es exclusivamente para garantizar la protección de las personas contra los riesgos de origen eléctrico, el cual sirve para evaluar e identificar qué tipo de riesgo es, para luego poder establecer medidas de control, de acuerdo a la dimensión del riesgo, y además contempla todos los factores que afectan al trabajador, este método se basa en la relación entre consecuencia y la frecuencia de que se suscite dicho riesgo, teniendo la necesidad de visitar el lugar de trabajo, en el cual realizan los distintos procesos pertinentes al departamento de distribución, donde se pudo evidenciar los riesgos de origen eléctrico a los que están expuestos los trabajadores. El plan proveerá condiciones de trabajo seguro, para los que se encuentran ejerciendo actividades en este departamento y como resultado tendremos un trabajo de mayor calidad en el servicio brindado por la empresa. Se concluye que el plan de prevención creado para las necesidades del departamento de distribución, los trabajadores van a poder ejercer sus actividades de manera segura y eficiente, ya que tienen una guía a fin de que puedan desarrollarlas correctamente. Se recomienda realizar una identificación y evaluación de todos los riesgos en campo, para poder ver con exactitud los riesgos a los que están expuestos los trabajadores y darles la seguridad adecuada que requieren.

**Palabras clave:** <PLAN DE PREVENCIÓN>, <SEGURIDAD INDUSTRIAL>, <RIESGOS ELÉCTRICOS>, <IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS>, <MATRIZ DE EVALUACIÓN>.

## **ABSTRACT**

The Prevention of Electric Risks Plan in the Distribution Department from Empress Electrical Ambato Regional Centro Norte S.A., through the application of Technical Regulations of Electrical Installations (RETIE in Spanish), designed exclusively to guarantee the protection of the people against the risks from the electrical source, which serves for evaluating and identifying what kind of risk exists, for establishing control measures later, according to the risk dimension; besides to consider all the factors that affect to the worker. This method is based on the relation between consequence and frequency in which such risk occurs, having the necessity to visit the place of work, in which the pertinent processes are carried out in the distribution area, where the risks from electric source could be evidenced to which the workers are exposed. The plan will provide conditions of safety work for who perform activities in this Department and as a result, we will have a higher quality work in the service offered by the Company. It is concluded that in the created prevention plan for the necessities of the distribution department, the workers could perform their activities in an efficient and safe way because they will count with a guide for handling them appropriately. It is recommended to do an identification and evaluation of all the risks in the field, for providing to the workers with the correct safety according to their requirements.

**KEY WORDS:** <PREVENTION PLAN>, <INDUSTRIAL SECURITY>, <ELECTRIC RISKS>, <IDENTIFICATION AND EVALUATION OF RISKS>, <EVALUATION MATRIX>.

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. Justificación teórica .....	3
1.3.2. Justificación Metodológica .....	3
1.3.3. Justificación Practica .....	4
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivos Generales .....	4
1.4.2. Objetivos Específicos .....	4
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>6</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1. Definiciones Generales.....	6
2.1.1. Prevención .....	6
2.1.2. Peligro .....	6
2.1.3. Riesgo .....	6
2.1.4. Riesgo Laboral.....	7
2.1.5. Incidente.....	7
2.1.6. Lugar de trabajo .....	7
2.1.7. Condiciones de trabajo .....	7
2.1.8. Evaluación del riesgo .....	7
2.1.9. Acción preventiva .....	7
2.1.10. Identificación de peligros .....	7
2.1.11. Deterioro de la salud.....	7
2.1.12. Acción correctiva .....	8
2.1.13. Acometida.....	8
2.1.14. Actos inseguros .....	8
2.1.15. Aislador .....	8
2.1.16. Carga.....	8
2.1.17. Central o planta de generación .....	8
2.1.18. Electrocutión. ....	8
2.1.19. Línea eléctrica.....	9
2.1.20. Fotocontrol o control foto eléctrico .....	9
2.1.21. Línea viva.....	9
2.1.22. Línea muerta.....	9
2.1.23. Necrosis eléctrica.....	9
2.1.24. Puesta a tierra .....	9
2.1.25. Reglamento técnico.....	9
2.1.26. Subestación de transmisión .....	9
2.1.27. Tetanización.....	10
2.1.28. Balasto.....	10
2.1.29. Corriente alterna.....	10
2.1.30. Frecuencia .....	10
2.1.31. Densidad de corriente eléctrica .....	10
2.1.32. Resistencia eléctrica.....	10
2.1.33. Voltaje o tensión eléctrica .....	10
2.1.34. Intensidad de corriente eléctrica .....	10

<b>2.2.</b>	<b>Marco Legal.....</b>	<b>11</b>
2.2.1.	<i>Constitución del Ecuador.....</i>	11
2.2.2.	<i>Instrumento Andino de Seguridad y Salud del Trabajo.....</i>	12
2.2.3.	<i>Ley de Seguridad Pública y del Estado.....</i>	12
2.2.4.	<i>Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores.....</i>	12
2.2.5.	<i>Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.....</i>	12
2.2.6.	<i>Resolución No. C.D. 513.....</i>	12
<b>2.3.</b>	<b>Marco Metodológico.....</b>	<b>13</b>
2.3.1.	<i>Investigación de campo.....</i>	13
2.3.2.	<i>Investigación exploratoria.....</i>	13
2.3.3.	<i>Investigación explicativa.....</i>	13
<b>2.4.</b>	<b>Método de evaluación del riesgo eléctrico.....</b>	<b>13</b>
2.4.1.	<i>Estimación del riesgo.....</i>	14
2.4.1.1.	<i>Severidad de que ocurra el daño.....</i>	14
2.4.1.2.	<i>Frecuencia del daño.....</i>	14
2.4.2.	<i>Criterios para determinar el alto riesgo.....</i>	15
2.4.3.	<i>Valoración del riesgo.....</i>	16
2.4.4.	<i>Factores de riesgo de origen eléctrico.....</i>	17
2.4.4.1.	<i>Arco eléctrico.....</i>	17
2.4.4.2.	<i>Ausencia de electricidad.....</i>	17
2.4.4.3.	<i>Contacto directo.....</i>	17
2.4.4.4.	<i>Contacto indirecto.....</i>	18
2.4.4.5.	<i>Cortocircuito.....</i>	18
2.4.4.6.	<i>Electricidad estática.....</i>	18
2.4.4.7.	<i>Equipo defectuoso.....</i>	19
2.4.4.8.	<i>Rayo.....</i>	19
2.4.4.9.	<i>Sobrecarga.....</i>	20
2.4.4.10.	<i>Tensión de contacto.....</i>	20
2.4.4.11.	<i>Tensión de paso.....</i>	20
<b>2.5.</b>	<b>Niveles de voltaje.....</b>	<b>21</b>
2.5.1.	<i>Grupo nivel de alta tensión (AT).....</i>	21
2.5.2.	<i>Grupo nivel de media tensión (MT).....</i>	21
2.5.3.	<i>Grupo nivel de baja tensión (BT).....</i>	21
<b>2.6.</b>	<b>Efectos de la corriente alterna.....</b>	<b>21</b>
2.6.1.	<i>Fibrilación ventricular.....</i>	21
2.6.2.	<i>Tetanización.....</i>	22
2.6.3.	<i>Asfixia.....</i>	22
2.6.4.	<i>Quemaduras.....</i>	22
2.6.4.1.	<i>Zona 0.....</i>	22
2.6.4.2.	<i>Zona 1.....</i>	23
2.6.4.3.	<i>Zona 2.....</i>	23
2.6.4.4.	<i>Zona 3.....</i>	23
2.6.5.	<i>Efectos de la corriente alterna.....</i>	23
2.6.5.1.	<i>Zona 1 o Umbral de percepción.....</i>	23
2.6.5.2.	<i>Zona 2 o Umbral de no soltar.....</i>	24
2.6.5.3.	<i>Zona 3 o Umbral de fibrilación ventricular.....</i>	24
2.6.5.4.	<i>Zona 4.....</i>	24
2.6.5.5.	<i>Zona 5.....</i>	24
2.6.5.6.	<i>Zona 6.....</i>	24
2.6.6.	<i>Factor de corriente del corazón.....</i>	24
2.6.7.	<i>Impedancia del cuerpo Humano.....</i>	26
<b>2.7.</b>	<b>Ley de Ohm.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>28</b>

<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.</b>	<b>Información general .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.</b>	<b>Organigrama Estructural EEASA.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.</b>	<b>Misión y Visión. ....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.1.</b>	<i>Misión.....</i>	<i>30</i>
<b>3.3.2.</b>	<i>Visión. ....</i>	<i>30</i>
<b>3.4.</b>	<b>Diagnóstico de la situación actual. ....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.</b>	<b>Análisis de la sección de transformadores y líneas energizadas.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5.1.</b>	<i>Área de líneas energizadas. ....</i>	<i>31</i>
<b>3.5.1.1.</b>	<i>Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.....</i>	<i>31</i>
<b>3.5.1.2.</b>	<i>Actividades que realizan en el área.....</i>	<i>32</i>
<b>3.5.1.3.</b>	<i>Nivel de riesgo expuesto de los trabajadores .....</i>	<i>34</i>
<b>3.5.2.</b>	<i>Área de transformadores .....</i>	<i>35</i>
<b>3.5.2.1.</b>	<i>Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.....</i>	<i>36</i>
<b>3.5.2.2.</b>	<i>Actividades que realizan en el área.....</i>	<i>36</i>
<b>3.5.2.3.</b>	<i>Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores.....</i>	<i>37</i>
<b>3.6.</b>	<b>Análisis de la sección de reparaciones y alumbrado público .....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.1.</b>	<i>Área de alumbrado público. ....</i>	<i>38</i>
<b>3.6.1.1.</b>	<i>Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.....</i>	<i>38</i>
<b>3.6.1.2.</b>	<i>Actividades que realizan en el área.....</i>	<i>39</i>
<b>3.6.1.3.</b>	<i>Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores.....</i>	<i>39</i>
<b>3.6.2.</b>	<i>Área de reparaciones. ....</i>	<i>40</i>
<b>3.6.2.1.</b>	<i>Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.....</i>	<i>40</i>
<b>3.6.2.2.</b>	<i>Actividades que realizan en el área.....</i>	<i>41</i>
<b>3.6.2.3.</b>	<i>Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores.....</i>	<i>42</i>
<b>3.7.</b>	<b>Análisis de la sección de operación y mantenimiento .....</b>	<b>42</b>
<b>3.7.1.</b>	<i>Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.....</i>	<i>43</i>
<b>3.7.2.</b>	<i>Actividades que realizan en la sección.....</i>	<i>43</i>
<b>3.7.3.</b>	<i>Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores .....</i>	<i>44</i>
<b>3.8.</b>	<b>Análisis de la sección de redes subterráneas.....</b>	<b>45</b>
<b>3.8.1.</b>	<i>Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.....</i>	<i>46</i>
<b>3.8.2.</b>	<i>Actividades que realizan en la sección.....</i>	<i>46</i>
<b>3.8.3.</b>	<i>Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores .....</i>	<i>47</i>
	<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>50</b>
<b>4.</b>	<b>PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.1.</b>	<i>Identificación .....</i>	<i>51</i>
<b>4.1.2.</b>	<i>Actividad.....</i>	<i>51</i>
<b>4.1.3.</b>	<i>Nómina del personal.....</i>	<i>52</i>
<b>4.5.</b>	<b>Objetivos del plan de prevención .....</b>	<b>53</b>
<b>4.6.</b>	<b>Estructura organizativa del departamento de distribución. ....</b>	<b>53</b>
<b>4.7.</b>	<b>Funciones y responsabilidades .....</b>	<b>53</b>
<b>4.7.1.</b>	<i>Presidente Ejecutivo .....</i>	<i>53</i>
<b>4.7.2.</b>	<i>Directores departamentales .....</i>	<i>54</i>
<b>4.7.3.</b>	<i>Jefe de área seguridad y salud ocupacional .....</i>	<i>54</i>
<b>4.7.4.</b>	<i>Medico ocupacional.....</i>	<i>54</i>
<b>4.7.5.</b>	<i>Jefe de área .....</i>	<i>55</i>
<b>4.7.6.</b>	<i>Jefe de Grupo.....</i>	<i>55</i>
<b>4.7.7.</b>	<i>Electricista .....</i>	<i>56</i>
<b>4.7.8.</b>	<i>Chofer.....</i>	<i>56</i>
<b>4.8.</b>	<b>Instrumentos esenciales .....</b>	<b>57</b>
<b>4.8.1.</b>	<i>Evaluación de riesgos eléctricos (Anexo A).....</i>	<i>57</i>
<b>4.8.2.</b>	<i>Planificación de actividades preventivas .....</i>	<i>57</i>

<b>4.9.</b>	<b>Procesos, procedimientos y prácticas.</b>	<b>57</b>
<b>4.9.1.</b>	<b>Sección de transformadores y líneas energizadas</b>	<b>58</b>
4.9.1.1.	Área de líneas energizadas	58
4.9.1.2.	Área de transformadores	58
<b>4.9.2.</b>	<b>Sección de reparaciones y alumbrado público</b>	<b>58</b>
4.9.2.1.	Área de alumbrado publico	58
<b>4.9.3.</b>	<b>Sección de operación y mantenimiento</b>	<b>58</b>
<b>4.9.4.</b>	<b>Sección de líneas subterráneas</b>	<b>58</b>

**CAPÍTULO V..... 59**

**5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 59**

**5.1. Conclusiones .....59**

**5.2. Recomendaciones.....59**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Matriz para análisis de riesgo .....	15
<b>Tabla 2-2:</b> Decisiones y acciones para controlar el riesgo .....	16
<b>Tabla 3-2:</b> Factor de corriente de corazón “F” para diferentes trayectos de corriente .....	25
<b>Tabla 1-4:</b> Índices reactivos .....	51

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Piramide de Kelsen .....	11
<b>Figura 2-2:</b> Arco eléctrico.....	17
<b>Figura 3-2:</b> Ausencia de electricidad .....	17
<b>Figura 4-2:</b> Contacto directo .....	18
<b>Figura 5-2:</b> Contacto indirecto.....	18
<b>Figura 6-2:</b> Cortocircuito .....	18
<b>Figura 7-2:</b> Electricidad estatica .....	19
<b>Figura 8-2:</b> Equipo defectuoso.....	19
<b>Figura 9-2:</b> Rayo.....	19
<b>Figura 10-2:</b> Sobrecarga .....	20
<b>Figura 11-2:</b> Tension de contacto .....	20
<b>Figura 12-2:</b> Tension de paso.....	20
<b>Figura 13-2:</b> Gráfica de las zonas de alteracion de la piel humana.....	22
<b>Figura 14-2:</b> Gráfica de la corriente alterna, efecto en el organismo.....	23
<b>Figura 15-2:</b> Factor de corriente “F” para diferentes trayectos de corriente .....	25
<b>Figura 16-2:</b> Gráfica de la impedancia total en funcion de la tension y frecuencia .....	26
<b>Figura 17-2:</b> Gráfica de la impedancia del cuerpo en funcion de la superficie de contacto .....	27
<b>Figura 1-3:</b> Organigrama estructural de la EEASA .....	29
<b>Figura 2-3:</b> Identificación de las redes en los postes .....	30
<b>Figura 3-3:</b> Aislador pin y perno tacho.....	32
<b>Figura 4-3:</b> Desbroce de vegetacion .....	32
<b>Figura 5-3:</b> Línea monofásica subterránea sin energia y energizada .....	33
<b>Figura 6-3:</b> Línea trifásica para cruce y aislamiento de línea .....	33
<b>Figura 7-3:</b> Iluminaria antigua y actual.....	34
<b>Figura 8-3:</b> Reubicación de red monofásica .....	35
<b>Figura 9-3:</b> Prueba de relación de transformación .....	36
<b>Figura 10-3:</b> Montaje de transformadores. ....	37
<b>Figura 11-3:</b> Mantenimiento de alumbrado público en el día y noche .....	39
<b>Figura 12-3:</b> Verificacion de la conexión de los cables de la acometida .....	41
<b>Figura 13-3:</b> Montaje de postes de hormigón. ....	43
<b>Figura 14-3:</b> Desconexión de cables del poste de hormigón .....	44
<b>Figura 15-3:</b> Montaje de poste ornamental .....	46
<b>Figura 16-3:</b> Puesta a tierra.....	47

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Nivel de los factores de riesgo del área de líneas energizadas .....	34
<b>Gráfico 2-3:</b> Porcentaje de las causas de riesgos eléctricos del área de líneas energizadas .....	35
<b>Gráfico 3-3:</b> Nivel de los factores de riesgo del área de transformadores .....	37
<b>Gráfico 4-3:</b> Porcentaje de las causas de riesgos eléctricos del área de transformadores .....	38
<b>Gráfico 5-3:</b> Nivel de los factores de riesgo del área de alumbrado público .....	39
<b>Gráfico 6-3:</b> Porcentaje de las causas de riesgos eléctricos del área de alumbrado público .....	40
<b>Gráfico 7-3:</b> Nivel de los factores de riesgo del área de líneas energizadas .....	42
<b>Gráfico 8-3:</b> Porcentaje de las causas de riesgos eléctricos del área de líneas energizadas .....	42
<b>Gráfico 9-3:</b> Nivel de los factores de riesgo del área de operación y mantenimiento .....	44
<b>Gráfico 10-3:</b> Porcentaje de las causas de riesgos eléctricos del área de operación y mtto .....	45
<b>Gráfico 11-3:</b> Nivel de los factores de riesgo de la sección de redes subterráneas .....	47
<b>Gráfico 12-3:</b> Porcentaje de las causas de riesgos eléctricos de la sección de red subterránea .	48
<b>Gráfico 13-3:</b> Porcentaje de riesgos eléctricos existentes en el departamento .....	48
<b>Gráfico 1-4:</b> Porcentaje de las personas existentes en el departamento .....	52

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo A:** Matriz RETIE

**Anexo B:** Procedimiento de trabajo seguro para líneas energizadas en MT

**Anexo C:** Procedimiento de trabajo seguro para cambio de transformadores

**Anexo D:** Procedimiento de trabajo seguro para mantenimiento de alumbrado público

**Anexo E:** Procedimiento de trabajo seguro para montaje de postes de hormigón

**Anexo F:** Procedimiento de trabajo seguro para cambio de iluminaria con red subterránea

**Anexo G:** Programa de capacitación

**Anexo H:** Programa uso de EPPs

**Anexo I:** Programa orden y limpieza

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

La electricidad es una de las energías más utilizadas en todas las actividades cotidianas, sin ella no se podría beneficiar, de todos sus usos como son la iluminación, transporte, calefacción, procesamiento de alimentos, levantamiento de cargas, etc. Debido a la importancia que tiene la electricidad en todas las actividades es necesario que se tome en cuenta los riesgos de trabajar con ella, así como el determinar procedimientos que permitan eliminar o reducir la posibilidad de tener un accidente.

El riesgo eléctrico al que los profesionales están expuestos del sector, es conocido por estar siempre presente en sus actividades, hay que tener en cuenta que los problemas suelen surgir cuando, por una deficiente organización preventiva, por la imposición de elevados ritmos de trabajo o por la confianza en la propia experiencia, no se adoptan las medidas preventivas que protegen o anulan el riesgo. Muchos accidentes se deben a esta omisión de precauciones.

Sin embargo, siempre coincide un segundo motivo, la inadecuación de la instalación, por lo que un buen diseño inicial y un adecuado mantenimiento serán determinantes para asegurar su correcto funcionamiento evitando lesiones a las personas o daños materiales indeseados.

Los procedimientos desempeñados en el departamento de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Norte S.A. (EEASA), tienen asociados múltiples riesgos que son fuentes potenciales de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales, pérdidas materiales y de muertes.

El sector eléctrico ecuatoriano se encuentra en un proceso de reestructuración ocupacional, lo que implica una actualización hacia los renovados referentes normativos y legales en pro de la salud humana, la disminución de incidentes accidentes laborales, enfermedades profesionales y de muertes, así como la preservación de los bienes materiales utilizados en el sector.

Esta inclusión normativa en el contexto laboral implica la identificación, evaluación y control de los riesgos, la puesta en marcha de las medidas cautelares necesarias para eliminar o disminuir el riesgo, así como una continua actualización, divulgación, inducción y capacitación entorno a estas. En este sentido, el plan de prevención de riesgos eléctricos deberá incorporarse en las actividades claves del sector eléctrico, orientada a disminuir y eliminar estos impactos.

### **1.1. Antecedentes**

La presente investigación se basa en la necesidad que tiene el departamento de distribución de la EEASA., de prevenir los accidentes en las diferentes áreas mediante la identificación y evaluación de riesgos eléctricos, que garantice las condiciones óptimas y seguras de trabajo con el fin de prevenir afecciones a la salud de los trabajadores y precautelar los equipos y herramientas de la empresa.

El responsable de seguridad (supervisor de seguridad industrial), no cuenta con ningún estudio anterior de la prevención de riesgos eléctricos, teniendo en cuenta que la principal actividad de la empresa es la prestación del servicio eléctrico, donde van a estar expuestos a los diferentes riesgos, de sufrir un accidente que podrían tener consecuencias fatales provocados por la energía eléctrica, por tal razón el estudio se enfocara en la prevención de riesgos eléctricos, dando solución para disminuir los accidentes provocados por la energía eléctrica.

Dada la necesidad de los riesgos de origen eléctrico, es analizado de forma individual dentro de los riesgos físico, de tal forma es que se crea un propio Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), dentro del cual se establezcan los requisitos que garantice los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctricos.

### **1.2. Planteamiento del problema**

En la sociedad, la electricidad es la forma energética más utilizada, esto unido al hecho de que no es perceptible por la vista ni el oído, hace que sea una **Fuente** importante de accidentes, causando lesiones de gravedad variable, desde un leve cosquilleo inocuo, hasta la muerte por un paro cardiaco, asfixia o grandes quemaduras. Aproximadamente el 8% de los accidentes de trabajo mortales son de origen eléctrico.

El riesgo eléctrico está presente en cualquier tarea que implique manipulación o maniobra de instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, operaciones de mantenimiento de las mismas, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas.

En el departamento de distribución de la EEASA, se realizan actividades como: la instalación de transformadores, condensadores, interruptores, pararrayos, luminarias, acometidas, medidores, regulación y calibración de líneas y/o redes, desarrolladas por los trabajadores en las que se encuentran presentes riesgos eléctricos.

Los trabajadores del departamento de distribución están expuestos a condiciones de trabajo inseguro, riesgos y siniestros, provocados por el manejo de herramientas inadecuadas, eventuales descargas atmosféricas en forma de rayo, precipitaciones, lluvias, tormentas, uso inadecuado de elementos de protección personal, estos peligros pueden ocasionar heridas, esguinces en extremidades, contusiones, enfermedades respiratorias, también pueden dar lugar a tensiones eléctricas de paso, lo que ocasionan, quemaduras, fibrilación ventricular o la muerte.

### **1.3. Justificación**

#### ***1.3.1. Justificación teórica***

El presente trabajo se realiza con el fin de proteger de amenazas y ciertas situaciones peligrosas, a los trabajadores del departamento de distribución de la EEASA, esto implica la identificación y evaluación de riesgo eléctricos, que ayuden a disminuir y eliminar dichas situaciones.

Los accidentes por motivos eléctricos tienen sus orígenes tanto en la falta de instrucciones como en los procedimientos incorrectos que utilizan al trabajar, así mismo, en las condiciones físicas inseguras en el lugar de trabajo.

Los peligros inherentes a un flujo de corriente eléctrica para una persona son principalmente por contacto, es decir, la electricidad pasa por el cuerpo y ese paso de corriente ocasiona lesiones, que, dependiendo de factores como la tensión, la intensidad de la corriente, la resistencia y el tiempo del contacto puede ocasionar daños leves, severos y la muerte por electrocución.

#### ***1.3.2. Justificación Metodológica***

En el trabajo se utilizó datos de **Fuente** primaria y secundaria, se aplica investigación de campo, con un método explicativo, debido a que pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o

fenómenos de los riesgos eléctricos y en qué condiciones se manifiesta en las actividades que realizan los trabajadores del departamento de distribución de la EEASA.

Se utiliza el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctrica, debido a que es exclusivamente para garantizar la protección de las personas contra los riesgos de origen eléctrico, el cual sirve para evaluar e identificar qué tipo de riesgo es, para luego poder establecer medidas de control, de acuerdo a la dimensión del riesgo.

Para resolver el problema planteado, se hará uso de los conocimientos logrados en los estudios referentes a la seguridad e higiene industrial, metodología de valorización y riesgos y demás cátedras.

### ***1.3.3. Justificación Práctica***

Este trabajo tiene el fin de disminuir y eliminar, accidentes, lesiones de gravedad desde un leve cosquilleo hasta la muerte por un paro cardíaco, asfixia o grandes quemaduras en las actividades desarrolladas por los trabajadores en el departamento de distribución de la EEASA, que son generados por los riesgos de origen eléctrico que se encuentran latentes en las actividades cotidianas de dichos trabajadores.

Con este trabajo se va a dar condiciones de trabajo seguro para los que se encuentran ejerciendo actividades en este departamento y como resultado será un trabajo de mayor calidad en el servicio brindado por la empresa.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivos Generales***

Planear la prevención de Riesgos Eléctricos en el Departamento de Distribución de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.

### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

Realizar un estudio de la situación actual, como desarrollan las actividades en el departamento de distribución de la EEASA.

Identificar los riesgos de cada puesto de trabajo en el departamento de distribución.

Evaluar los riesgos de cada puesto de trabajo en el departamento de distribución.

Elaborar un plan de prevención de riesgos eléctricos para el departamento de distribución de la EEASA.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

La seguridad industrial se basa en el cuidado de la integridad física de un determinado trabajador, previene la existencia de riesgos laborales, mediante la elaboración de procedimientos, técnicas y elementos seguros destinados a un puesto de trabajo.

Se encarga de reducir los riesgos de accidentes laborales mediante la identificación, evaluación y control de riesgos, en un determinado ambiente de trabajo.

La normativa de seguridad industrial ha sido modificada e implementada en diferentes etapas hasta la actualidad, su objetivo principal es proporcionar conocimientos para la implementación de ambientes seguros de trabajos.

#### 2.1. Definiciones Generales

##### 2.1.1. *Prevención*

“El conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo” (LPRL, 2007a, p. 10).

##### 2.1.2. *Peligro*

“**Fuente**, situación o acto con potencial para causar daño, en términos de daño humano o deterioro de la salud, o una combinación de estos” (OHSAS 18001, 2007a, p. 4).

##### 2.1.3. *Riesgo*

“Combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la severidad del daño o deterioro de la salud que puede causar el suceso o exposición” (OHSAS 18001, 2007b, p. 6).

#### **2.1.4. Riesgo Laboral**

“Posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Su gravedad depende de la probabilidad de que se produzca el daño y de la severidad del mismo” (Cortés, 2007a, p. 36).

#### **2.1.5. Incidente**

“Suceso o sucesos relacionados con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño, o deterioro de la salud, o una fatalidad” (OHSAS 18001, 2007c, p. 4).

#### **2.1.6. Lugar de trabajo**

“Cualquier lugar físico en el que se desempeñan actividades relacionadas con el trabajo bajo el control de la organización” (OHSAS 18001, 2007d, p. 6).

#### **2.1.7. Condiciones de trabajo**

“Cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador” (Cortés, 2007b, p. 37).

#### **2.1.8. Evaluación del riesgo**

“Proceso de evaluar el riesgo o riesgos que surgen de unos o varios peligros, teniendo en cuenta lo adecuado de los controles existentes y decidir si el riesgo o riesgos son o no aceptables” (OHSAS 18001, 2007e, p. 6).

#### **2.1.9. Acción preventiva**

“Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial, o cualquier otra situación potencial indeseable” (OHSAS 18001, 2007f, p. 6).

#### **2.1.10. Identificación de peligros**

“Proceso mediante el cual se reconoce que existe un peligro y se definen sus características” (OHSAS 18001, 2007g, p. 4).

#### **2.1.11. Deterioro de la salud**

“Condición física o mental identificables y adversa que surge y/o empeora por la actividad laboral y/o por situación relacionadas con el trabajo” (OHSAS 18001, 2007h, p. 4).

#### **2.1.12. Acción correctiva**

“Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable” (OHSAS 18001, 2007i, p. 3).

#### **2.1.13. Acometida**

Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. En aquellos casos en que el dispositivo de corte esté aguas arriba del medidor, para los efectos del presente reglamento, se entenderá la acometida como el conjunto de conductores y accesorios entre el punto de conexión eléctrico al sistema de uso general (STN, STR o SDL) y los bornes de salida del equipo de medición (RETIE, 2013a, p.17).

#### **2.1.14. Actos inseguros**

“Violación de una norma de seguridad ya definida” (RETIE, 2013b, p.17).

#### **2.1.15. Aislador**

“Elemento de mínima conductividad eléctrica, diseñado de tal forma que permita dar soporte rígido o flexible a conductores o a equipos eléctricos y aislarlos eléctricamente de otros conductores o de tierra” (RETIE, 2013c, p.17).

#### **2.1.16. Carga**

“La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito” (RETIE, 2013d, p.19).

#### **2.1.17. Central o planta de generación**

“Conjunto de equipos electromecánicos debidamente instalados y recursos energéticos destinados a producir energía eléctrica, cualquiera que sea el procedimiento empleado o la **Fuente** de energía primaria utilizada” (RETIE, 2013e, p.19).

#### **2.1.18. Electrocuación.**

“Paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano, cuya consecuencia es la muerte” (RETIE, 2013f, p.22).

#### **2.1.19. Línea eléctrica**

“Conjunto compuesto por conductores, aisladores, estructuras y accesorios destinados al transporte de energía eléctrica” (RETIE, 2013g, p.25).

#### **2.1.20. Fotocontrol o control foto eléctrico**

“Dispositivo utilizado, normalmente, para conectar y desconectar en forma automática luminarias de alumbrado público en función de la variación del nivel luminoso.” (RETILAP, 2010a, pp.18-19).

#### **2.1.21. Línea viva**

“Término aplicado a una línea con tensión o línea energizada.” (RETIE, 2013h, p.25).

#### **2.1.22. Línea muerta**

“Término aplicado a una línea sin tensión o desenergizada.” (RETIE, 2013i, p.25).

#### **2.1.23. Necrosis eléctrica**

“Tipo de quemadura con muerte de tejidos” (RETIE, 2013j, p.26).

#### **2.1.24. Puesta a tierra**

“Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados” (RETIE, 2013k, p.29).

#### **2.1.25. Reglamento técnico**

“Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria” (RETIE, 2013l, p.29).

#### **2.1.26. Subestación de transmisión**

Es un conjunto de equipos de conexión y protección, conductores y barras, transformadores y otros equipos auxiliares que están conectados a una o más líneas de transmisión. Podrán incluir equipos de protección para líneas de voltajes inferiores a 90 KV pero no incluirán ninguna porción de dichas líneas (Decreto Ejecutivo 2066, 2007a, p. 3).

### **2.1.27. Tetanización**

“Rigidez muscular producida por el paso de una corriente eléctrica” (RETIE, 2013m, p.31).

### **2.1.28. Balasto**

Unidad insertada en la red y una o más bombillas de descarga, la cual, por medio de inductancia o capacitancia o la combinación de inductancias y capacitancias, sirve para limitar la corriente de la(s) bombilla(s) hasta el valor requerido. El balasto puede constar de uno o más componentes. (RETILAP, 2010b, p.16).

### **2.1.29. Corriente alterna**

“Es la que producen los alternadores en las centrales eléctricas, es la forma más común de transportar la energía eléctrica y de consumirla en nuestros hogares y en la industria en general, su símbolo es (~)” (Alcalde, 2004a, p. 10).

### **2.1.30. Frecuencia**

“Es el número de ciclos realizados en un segundo” (García, 2009a, p. 79).

### **2.1.31. Densidad de corriente eléctrica**

“Es el número de amperios que circula por cada mm<sup>2</sup> de conductor, esto es intensidad por unidad de sección” (Guzmán et al., 2004, p. 12).

### **2.1.32. Resistencia eléctrica**

“Es la dificultad que presenta un material al paso de la corriente eléctrica, tiene como unidad al ohmio ( $\Omega$ )” (Olmo, 2005a, p. 10).

### **2.1.33. Voltaje o tensión eléctrica**

“Es la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos de un circuito, el flujo de electrones circula desde el punto de menor al de mayor potencial, la unidad es el voltio (V)” (Olmo, 2005b, p. 10).

### **2.1.34. Intensidad de corriente eléctrica**

“Es la cantidad de electricidad que atraviesa la sección de un conductor eléctrico en la unidad de tiempo, la unidad es el amperio (A)” (Olmo, 2005c, p. 10).

## 2.2. Marco Legal

### 2.2.1. Constitución del Ecuador

**Art. 424.-** La Constitución es la norma suprema y prevalece sobre cualquier otra del ordenamiento jurídico. Las normas y los actos del poder público deberán mantener conformidad con las disposiciones constitucionales; en caso contrario carecerán de eficacia jurídica (Constitución del Ecuador, 2008a, p. 189).

**Art. 425.-** El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; (Constitución del Ecuador, 2008b, p. 189) las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos. Gráficamente quedaría representada así:



**Figura 1-2:** Pirámide de Kelsen

**Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=-XD3m19V6rE>

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

1. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar (Constitución del Ecuador, 2008c, p. 152)

### **2.2.2. Instrumento Andino de Seguridad y Salud del Trabajo**

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

### **2.2.3. Ley de Seguridad Pública y del Estado**

**Art. 11.-** De los órganos ejecutores. - Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Pública y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos, conforme lo siguiente:

- a) De la gestión de riesgos. - La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales.

### **2.2.4. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo.**

**Art. 3.-** Del ministerio de trabajo. - Corresponde a este Ministerio, en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, las facultades siguientes:

1. Impulsar, realizar y participar en estudios e investigaciones sobre la prevención de riesgos y mejoramiento del medio ambiente laboral; y, de manera especial en el diagnóstico de enfermedades profesionales en nuestro medio.

**Art. 5.-** Del instituto ecuatoriano de seguridad social. - El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, por intermedio de las dependencias de Riesgos del Trabajo, tendrá las siguientes funciones generales:

3. Realizar estudios e investigaciones sobre prevención de riesgos y mejoramiento del medio ambiente laboral.

### **2.2.5. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.**

**Art. 1.-** Objeto. – El objeto fundamental de este reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

### **2.2.6. Resolución No. C.D. 513.**

**Art. 53.-** Principios de la acción preventiva. – En materia de riesgos del trabajo la acción preventiva se fundamenta en los siguientes principios:

- b) Planificación para la prevención, integrando a ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales.
- c) Identificación de los peligros, medición, evaluación y control de los riesgos en los ambientes laborales.

### **2.3. Marco Metodológico**

El Ministerio de Trabajo establece que la evaluación de riesgos es de libre elección de la(s) personas que realicen dichas evaluaciones, siempre y cuando los parámetros establecidos sean cumplidos.

Para la realización de este estudio se ha utilizado el siguiente esquema de investigación:

#### **2.3.1. Investigación de campo**

Se visitó el lugar de trabajo en el cual realizaban los distintos procesos, pertinentes al departamento de distribución, donde se pudo evidenciar los riesgos de origen eléctrico a los que están expuestos los trabajadores por lo cual se ha visto la necesidad de desarrollar un plan de prevención de riesgos eléctricos.

#### **2.3.2. Investigación exploratoria**

Mediante esta investigación se ha podido determinar las variables tanto dependientes e independientes en este caso la seguridad laboral de los trabajadores, condiciones de trabajo y el estado de orden y las cuales conllevan a incrementos de los riesgos laborales de origen eléctrico en la empresa.

#### **2.3.3. Investigación explicativa**

La falta de cultura en prevención de accidentes debido a la falta de compromiso, despreocupación por parte de la empresa.

La Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., no cuenta con una adecuada y necesaria evaluación de riesgos de origen eléctrico, teniendo en cuenta que es una empresa de servicio eléctrico, en el cual tienen tendencia a tener mayor peligro de dicho origen.

### **2.4. Método de evaluación del riesgo eléctrico**

Para realizar la evaluación de riesgos de origen eléctrico se utilizó el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), debido a que es el único para evaluar exclusivamente los riesgos

eléctricos y contempla todos los factores que afectan al trabajador, este método se basa en la relación entre consecuencia y la frecuencia de que se suscite dicho riesgo.

De acuerdo con la (RETIE, 2013n, p. 44), con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones (Tabla 1-2), la metodología a seguir en un caso en particular, es la siguiente:

- a) Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
- b) Determinar las consecuencias para las personas. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
- c) Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
- d) Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
- e) Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla 2-2.

#### **2.4.1. Estimación del riesgo**

##### *2.4.1.1. Severidad de que ocurra el daño*

En la severidad que ocurra el daño tiene 4 categorías que son por daños en las personas, económicos, ambientales y en la imagen de la empresa, en el presente trabajo solo se considerara los daños en la persona.

Para determinar la potencial severidad del daño en las personas, debe considerarse:

- Una o más muertes.
- Incapacidad Parcial Permanente.
- Incapacidad Temporal (>1 día).
- Lesión Menor (sin incapacidad).
- Molestia funcional (afecta rendimiento laboral).

##### *2.4.1.2. Frecuencia del daño*

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde no ha ocurrido en el sector hasta sucede varias veces al mes en la empresa.

- Sucede Varias veces al mes en la empresa (A).
- Sucede varias veces al año en la empresa (B).
- Ha ocurrido en la empresa (C).
- Ha ocurrido en el sector (D).
- No ha ocurrido en el sector (E).

El cuadro siguiente da un método simple para estimar los niveles de riesgo de origen eléctrico de acuerdo a su frecuencia estimada y a sus consecuencias esperadas.

**Tabla 1-2:** Matriz para análisis de Riesgo

		FRECUENCIA				
		E	D	C	B	A
C O N S E C U E N C I A S	En persona	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

**Realizado por:** Elaboración propia, 2018

**Fuente:** (RETIE, 2013)

#### 2.4.2. Criterios para determinar el alto riesgo

De acuerdo con la (RETIE, 2013o, pp. 45-46) para determinar la existencia de alto riesgo, la situación debe ser evaluada por un profesional competente en electrotecnia y basarse en los siguientes criterios:

- Que existan condiciones peligrosas, plenamente identificables, especialmente carencia de medidas preventivas específicas contra los factores de riesgo eléctrico; equipos, productos o conexiones defectuosas; insuficiente capacidad para la carga de la instalación eléctrica; violación de distancias de seguridad; materiales combustibles o explosivos en lugares donde se pueda presentar arco eléctrico; presencia de lluvia, tormentas eléctricas y contaminación.
- Que el peligro tenga un carácter inminente, es decir, que existan indicios racionales de que la exposición al factor de riesgo conlleve a que se produzca el accidente. Esto significa que la muerte o una lesión física grave, un incendio o una explosión, puede ocurrir antes de que se haga un estudio a fondo del problema, para tomar las medidas preventivas.
- Que la gravedad sea máxima, es decir, que haya gran probabilidad de muerte, lesión física grave, incendio o explosión, que conlleve a que una parte del cuerpo o todo, pueda ser

lesionada de tal manera que se inutilice o quede limitado su uso en forma permanente o que se destruyan bienes importantes de la instalación o de su entorno.

- d) Que existan antecedentes comparables, el evaluador del riesgo debe referenciar al menos un antecedente ocurrido con condiciones similares.

### 2.4.3. Valoración del riesgo

Los niveles de riesgos mostrados en la Tabla 1-2, forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones. En la Tabla 2-2, se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión.

**Tabla 2-2:** Decisiones y acciones para controlar el riesgo

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	Inadmisibles para trabajar. Hay que eliminar <b>Fuentes</b> potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES)
	Alto	Minimizarlo. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancias, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo
	Medio	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP) Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimientos establecidos.
	Bajo	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Según los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: ¿Qué puede salir mal o fallar? ¿Que puede causar que algo salga mal o falle? ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afectar la secuencia de las actividades.

Realizado por: Elaboración propia, 2018

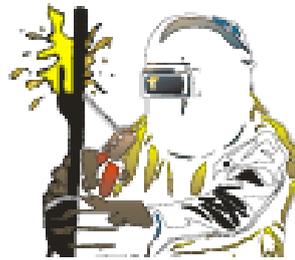
Fuente: (RETIE, 2013)

#### **2.4.4. Factores de riesgo de origen eléctrico**

De acuerdo con la (RETIE, 2013p, p. 46), todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos factores, que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes, los factores de origen eléctrico más comunes son:

##### **2.4.4.1. Arco eléctrico**

“Haz luminoso producido por el flujo de corriente eléctrica a través de un medio aislante, que produce radiación y gases calientes” (RETIE, 2013q, p.18).



**Figura 2-2:** Arco eléctrico

Fuente: RETIE, 2013

##### **2.4.4.2. Ausencia de electricidad**

“Es la interrupción del paso de alimentación de corriente en un circuito eléctrico” (Piers Nivans, 2014).

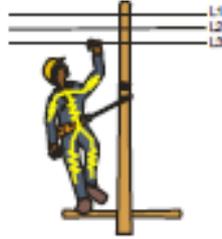


**Figura 3-2:** Ausencia de electricidad

Fuente: RETIE, 2013

##### **2.4.4.3. Contacto directo**

“Es el contacto de personas o animales con conductores activos o partes energizadas de una instalación eléctrica” (RETIE, 2013r, p.20).



**Figura 4-2:** Contacto directo  
Fuente: RETIE, 2013

#### 2.4.4.4. *Contacto indirecto*

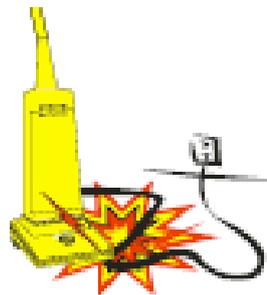
“Es el contacto de personas o animales con elementos o partes conductoras que normalmente no se encuentran energizadas. Pero en condiciones de falla de los aislamientos se puedan energizar” (RETIE, 2013s, p.20).



**Figura 5-2:** Contacto indirecto  
Fuente: RETIE, 2013

#### 2.4.4.5. *Cortocircuito*

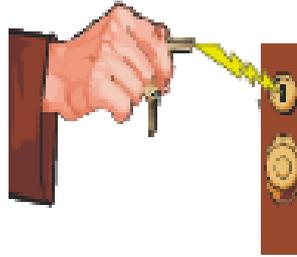
“Unión de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial del mismo circuito” (RETIE, 2013t, p.21).



**Figura 6-2:** Cortocircuito  
Fuente: RETIE, 2013

#### 2.4.4.6. *Electricidad estática*

“Una forma de energía eléctrica o el estudio de cargas eléctricas en reposo” (RETIE, 2013u, p.22).



**Figura 7-2:** Electricidad estática  
Fuente: RETIE, 2013

#### 2.4.4.7. *Equipo defectuoso*

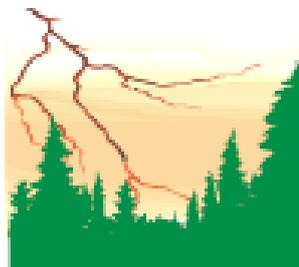
Equipo o dispositivo que no se encuentra en condiciones favorables para su uso, tanto en calibración como en condiciones externas.



**Figura 8-2:** Equipo defectuoso  
Fuente: RETIE, 2013

#### 2.4.4.8. *Rayo*

“La descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo, es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera” (RETIE, 2013v, p.29).



**Figura 9-2:** Rayo  
Fuente: RETIE, 2013

#### 2.4.4.9. Sobrecarga

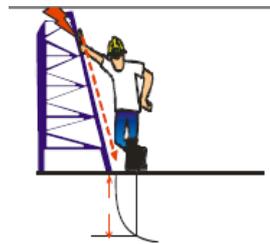
Funcionamiento, de un equipo por encima de su capacidad nominal de plena carga, o de un conductor por encima de su capacidad nominal de conducción de corriente, que cuando persiste durante un tiempo suficiente largo, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga. (NFPA 70E, 2004a, p.27).



**Figura 10-2:** Sobrecarga  
Fuente: RETIE, 2013

#### 2.4.4.10. Tensión de contacto

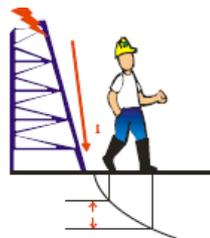
“Una diferencia de gradiente de potencial a tierra, que puede producir flujo de corriente de una mano a otra, o mano a pie, a través del cuerpo” (NFPA 70E, 2004b, p.27).



**Figura 11-2:** Tensión de contacto  
Fuente: RETIE, 2013

#### 2.4.4.11. Tensión de paso

“Una diferencia de gradiente de potencial a tierra, que puede hacer que fluya corriente de un pie a otro a través del cuerpo” (NFPA 70E, 2004c, p.27).



**Figura 12-2:** Tensión de paso  
Fuente: RETIE, 2013

## **2.5. Niveles de voltaje**

De conformidad con el artículo 17 de la Codificación del Reglamento de Tarifas Eléctricas por el nivel de tensión, existen tres grupos: alta tensión, media tensión y baja tensión.

### **2.5.1. Grupo nivel de alta tensión (AT)**

- Grupo 1 – AT1

Para voltajes de suministro en el punto de entrega superiores a 138 kV.

- Grupo 2 – AT2.

Para voltajes de suministro en el punto de entrega mayor a 40 kV y hasta 138 kV.

### **2.5.2. Grupo nivel de media tensión (MT)**

Para voltajes de suministro en el punto de entrega entre 600 V y 40 kV. Dentro de este grupo se incluyen los consumidores que se conectan a la red de Media Tensión a través de Transformadores de Distribución de propiedad de la Empresa de Distribución o de propiedad del consumidor.

### **2.5.3. Grupo nivel de baja tensión (BT)**

Para voltajes de suministro en el punto de entrega inferiores a 600 V.

## **2.6. Efectos de la corriente alterna**

“Una persona se electriza cuando la corriente eléctrica circula por su cuerpo, es decir, cuando la persona forma parte del circuito eléctrico, pudiendo, al menos, distinguir dos puntos de contacto: uno de entrada y otro de salida de la corriente” (NTP 400, INSHT).

### **2.6.1. Fibrilación ventricular**

“Consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual, deja de enviar sangre a los distintos órganos y, aunque esté en movimiento, no sigue su ritmo normal de funcionamiento” (NTP 400, INSHT).

### 2.6.2. Tetanización

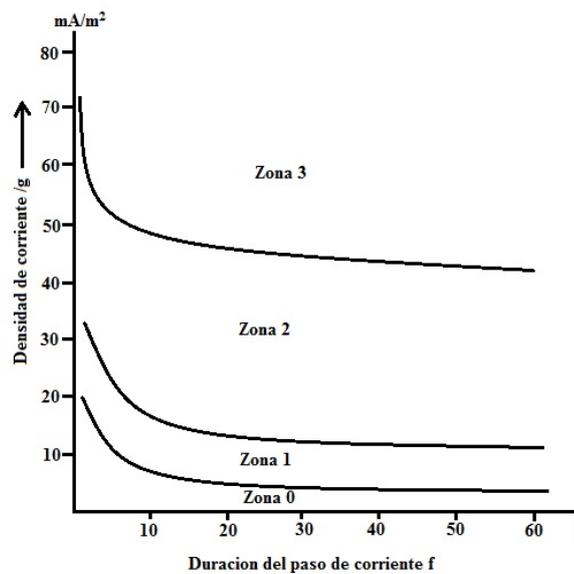
“Es el movimiento incontrolado de los músculos como consecuencia del paso de la energía eléctrica, dependiendo del recorrido de la corriente perderemos el control de las manos, brazos, músculos pectorales, etc.” (NTP 400, INSHT).

### 2.6.3. Asfixia

“Se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio” (NTP 400, INSHT).

### 2.6.4. Quemaduras

“Se han establecido unas curvas (Figura 13-2) que indican las alteraciones de la piel humana en función de la densidad de corriente (Observar Figura 16-2) que circula por un área determinada ( $\text{mA}/\text{mm}^2$ ) y el tiempo de exposición a esa corriente” (NTP 400, INSHT).



**Figura 13-2:** Gráfica de las zonas de alteraciones de la piel humana  
Fuente: UNE 20572-1, AENOR

#### 2.6.4.1. Zona 0.

“Por debajo de  $10 \text{ mA}/\text{mm}^2$ , no se observa ninguna alteración de la piel, salvo que el tiempo de exposición sea de varios segundos, la piel en contacto con el electrodo puede ponerse de color grisáceo con superficie rugosa” (UNE 20572-1, AENOR).

#### 2.6.4.2. Zona 1.

“Entre 10 mA/mm<sup>2</sup> y 20 mA/mm<sup>2</sup>, aparece un enrojecimiento en la piel con un hinchamiento en forma de onda a lo largo de los bordes del electrodo” (UNE 20572-1, AENOR).

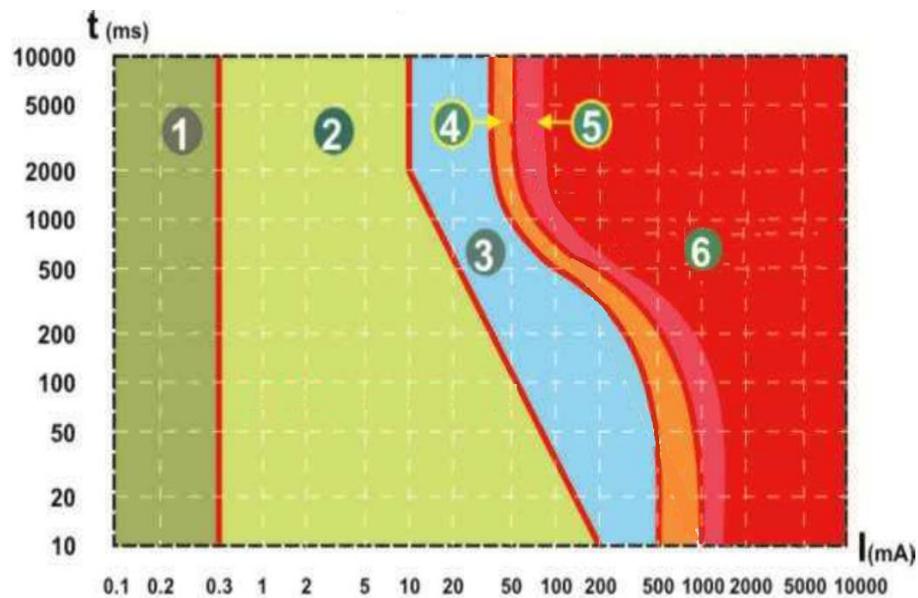
#### 2.6.4.3. Zona 2.

“Entre 20 mA/mm<sup>2</sup> y 50 mA/mm<sup>2</sup>, se produce un color pardo de la piel que está situado bajo el electrodo, si la duración es de varias decenas de segundos se produce una clara hinchazón alrededor del electrodo” (UNE 20572-1, AENOR).

#### 2.6.4.4. Zona 3.

“Por encima de 50 mA/mm<sup>2</sup>, se puede producir una carbonización de la piel” (UNE 20572-1, AENOR).

#### 2.6.5. Efectos de la corriente alterna de frecuencia comprendida entre 15Hz y 100Hz con un recorrido “mano izquierda – los dos pies”



**Figura 14-2:** Gráfica de la corriente alterna, efecto en el organismo  
Fuente: RETIE, 2013

##### 2.6.5.1. Zona 1 o Umbral de percepción.

De acuerdo con la (UNE 20572-1, AENOR), en este umbral depende de varios parámetros como la superficie del cuerpo en contacto con un electrodo (superficie de contacto), las condiciones de

contacto (secas, húmedas, presión, temperatura) así como de las características fisiológicas del individuo, no tiene ninguna reacción.

#### *2.6.5.2. Zona 2 o Umbral de no soltar.*

De acuerdo con la (UNE 20572-1, AENOR), en este umbral depende de varios parámetros, tales como la superficie de contacto, la forma y las dimensiones de los electrodos, así como las características fisiológicas de la persona, habitualmente ningún efecto fisiológico peligroso.

#### *2.6.5.3. Zona 3 o Umbral de fibrilación ventricular.*

De acuerdo con la (UNE 20572-1, AENOR), en este umbral depende tanto de parámetros fisiológicos (anatomía del cuerpo, estado de las funciones cardiacas, etc.) como de parámetros eléctricos (duración y recorrido de la corriente), habitualmente ningún daño orgánico, con duración superior a 2 segundos se puede producir contracciones musculares dificultando la respiración, paradas temporales del corazón sin llegar a la fibrilación ventricular.

#### *2.6.5.4. Zona 4.*

“Riesgo de fibrilación hasta aproximadamente un 5%” (RETIE, 2013w, p. 43).

#### *2.6.5.5. Zona 5.*

“Riesgo de fibrilación hasta aproximadamente un 50%” (RETIE, 2013x, p. 43).

#### *2.6.5.6. Zona 6.*

“Paro cardíaco, paro respiratorio y quemaduras severas, riesgo de fibrilación por encima del 50%” (RETIE, 2013y, p. 43).

### **2.6.6. Factor de corriente del corazón.**

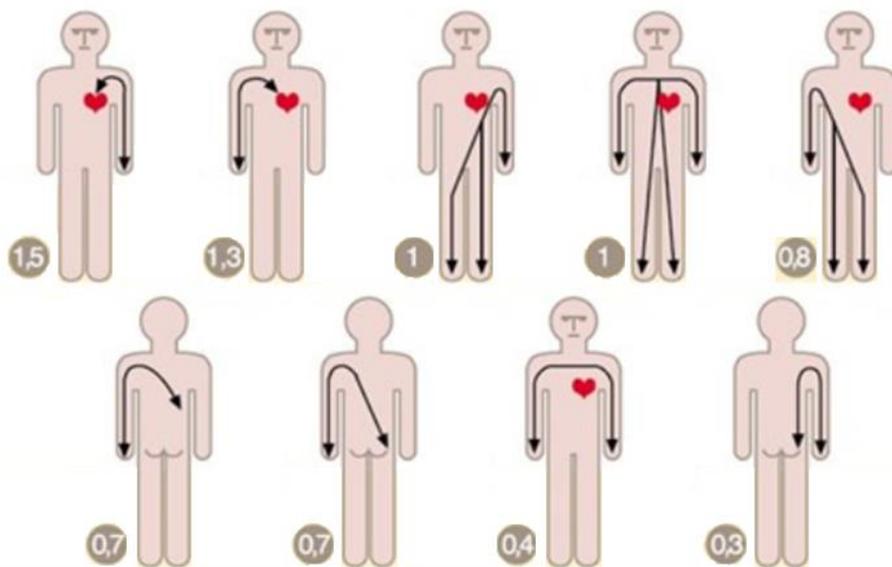
De acuerdo con la (UNE 20572-1, AENOR) es la relación entre la intensidad del campo eléctrico (densidad de corriente) en el corazón para el trayecto de la mano izquierda a los dos pies y el campo eléctrico en el corazón para una corriente de la misma intensidad que siga un trayecto dado.

El factor de corriente de corazón permite calcular las corrientes ( $I_h$ ) para recorridos diferentes del de mano izquierda a los dos pies, que representan el mismo peligro de fibrilación ventricular que aquella que corresponde a la corriente de referencia ( $I_{ref}$ ) entre mano izquierda y los dos pies.

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F}$$

Donde

- $I_{ref}$  es la corriente de la mano izquierda a los dos pies.
- $I_h$  es la corriente que pasa por el cuerpo para los trayectos indicados en Tabla 3-2.
- F es el factor de corriente de corazón indicado en la Tabla 3-2.



**Figura 15-2:** Factor de corriente de corazón "F" para diferentes trayectos de corriente

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/9267048/>

**Tabla 3-2:** Factor de corriente de corazón F para diferentes trayectos de corriente.

Trayectoria de la corriente	Factor de corriente de corazón F
Mano izquierda a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies	1,0
Dos manos a los dos pies	1,0
Mano izquierda a mano derecha	0,4
Mano derecha a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies	0,8
Espalda a la mano derecha	0,3
Espalda a la mano izquierda	0,7
Pecho a la mano derecha	1,3
Pecho a la mano izquierda	1,5
Glúteo a la mano izquierda, a la mano derecha o las dos manos	0,7
Pie izquierdo a pie derecho (2005)	0,04

Realizado por: Elaboración propia, 2018

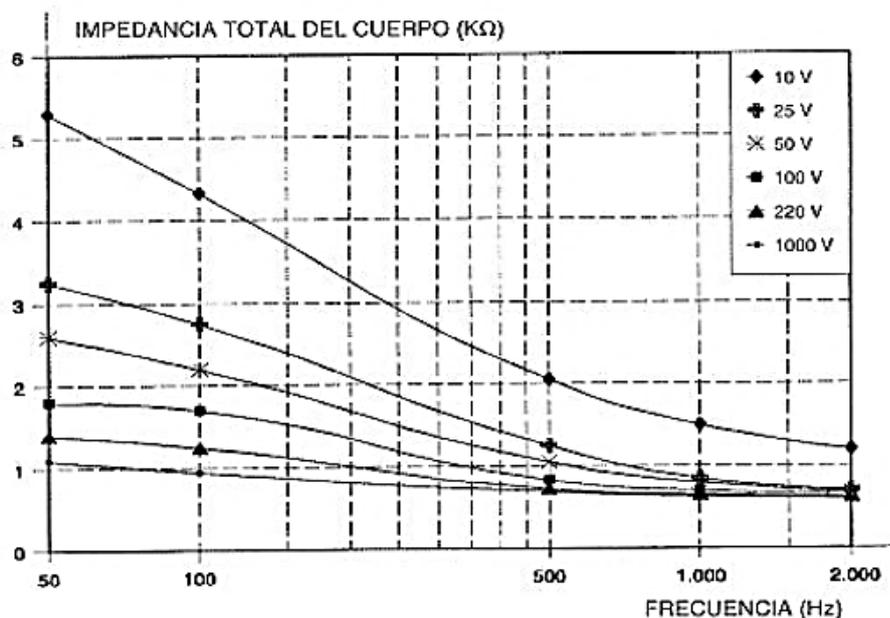
Fuente: UNE 20572-1, AENOR

### 2.6.7. Impedancia del cuerpo Humano.

De acuerdo con la (NTP 400, INSHT) las diferentes partes del cuerpo humano, tales como la piel, los músculos, la sangre, etc., presentan para la corriente eléctrica una impedancia compuesta por elementos resistivos y capacitivos. Durante el paso de la electricidad la impedancia de nuestro cuerpo se comporta como una suma de tres impedancias en serie:

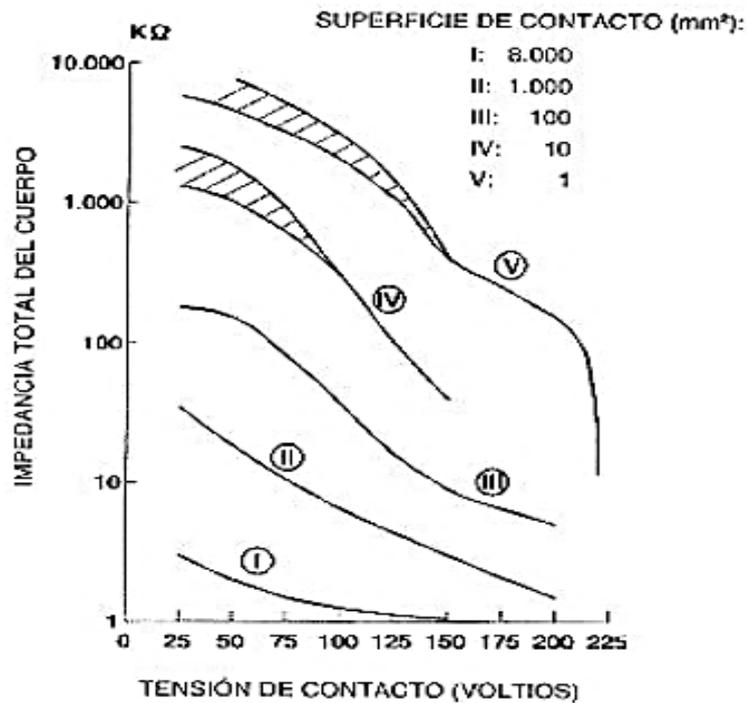
- Impedancia de la piel en zona de entrada.
- Impedancia interna del cuerpo.
- Impedancia de la piel en la zona de salida.

La impedancia interna del cuerpo puede considerarse esencialmente como resistiva, con la particularidad de ser la resistencia de los brazos y las piernas mucho mayor que la del tronco. Además, para tensiones elevadas la impedancia interna hace prácticamente despreciable la impedancia de la piel.



**Figura 16-2:** Gráfica de la impedancia total en función de la tensión y la frecuencia  
Fuente: NTP 400, INSHT

Las variaciones de la impedancia del cuerpo humano en función de la superficie de contacto, se representan en la figura 17-2, se considera que la resistencia del cuerpo entre mano y pie es de 2.500 ohm.



**Figura 17-2:** Gráfica de la impedancia del cuerpo en función de la superficie de contacto  
Fuente: NTP 400, INSH T

Para tensiones de contacto de algunas decenas de voltios, la impedancia de la piel decrece proporcionalmente cuando aumenta la frecuencia. Sin embargo, a muy altas frecuencias disminuye el riesgo de fibrilación ventricular, pero prevalecen los efectos térmicos.

## 2.7. Ley de Ohm.

De acuerdo con (Olmo, 2005d, p. 12) la intensidad de la corriente eléctrica que recorre un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado en sus extremos e inversamente proporcional a la resistencia que dicho circuito presenta al paso de la corriente eléctrica, matemáticamente se expresa del siguiente modo:

$$I = \frac{V}{R}$$

Donde:

- I es la intensidad de la corriente eléctrica expresada en amperios (A)
- V es la tensión, voltaje o diferencia del potencial, se expresa en voltios (V)
- R es la resistencia eléctrica del circuito, se expresa en ohmios ( $\Omega$ )

## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1. Información general

El departamento de distribución de la EEASA cuenta con 6 secciones las cuales son:

- Operación y mantenimiento
- Electrificación urbana
- Electrificación rural
- Redes subterráneas
- Reparaciones y Alumbrado público
- Transformadores y Líneas energizadas

La sección de reparación y alumbrado público se divide en dos áreas internamente:

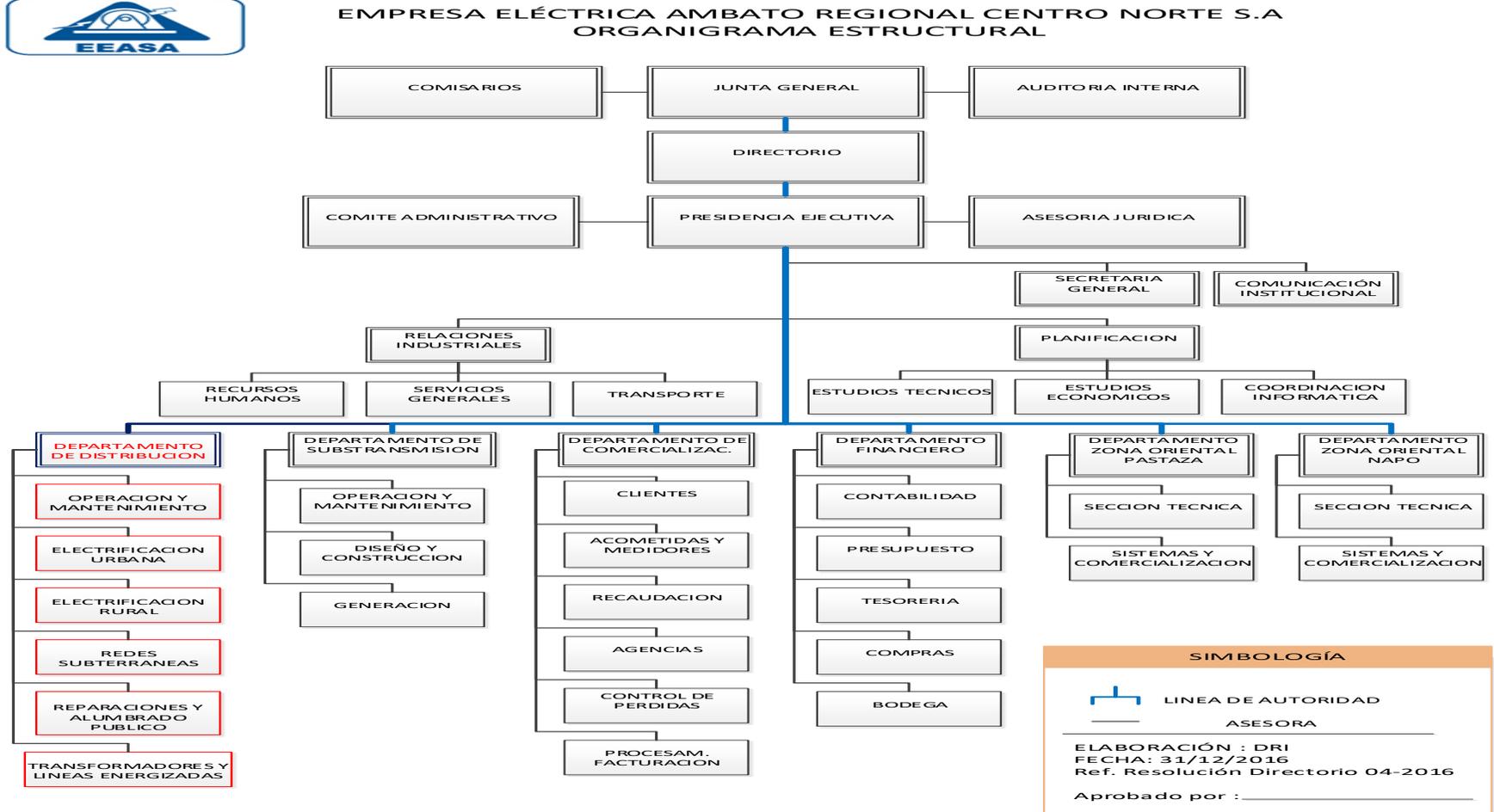
- Reparaciones
- Alumbrado público

La sección de transformadores y líneas energizadas se divide en dos áreas internamente:

- Transformadores
- Líneas energizadas

El departamento de distribución tiene estas divisiones, debido a las actividades que realizan y la cantidad de trabajadores, los cuales suman un total de 98 trabajadores en el departamento.

### 3.2. Organigrama Estructural de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.



DR

**Figura 1-3:** Organigrama Estructural de la EEASA  
Fuente: EEASA, 2017

### 3.3. Misión y Visión.

#### 3.3.1. Misión.

Suministrar energía eléctrica, con las mejores condiciones de calidad y continuidad, para satisfacer las necesidades de los clientes en su área de concesión, a precios razonables y contribuir al desarrollo económico y social.

#### 3.3.2. Visión.

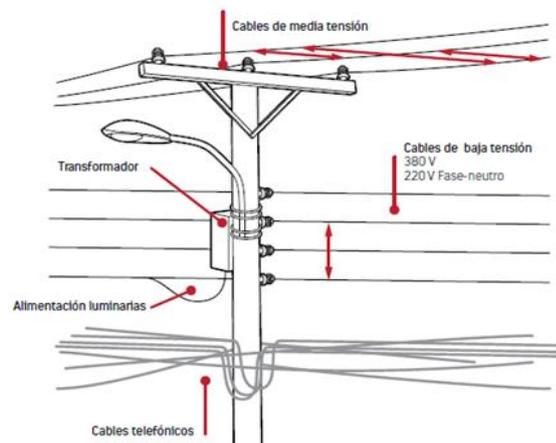
Constituirse en empresa líder en el suministro de energía eléctrica en el país.

### 3.4. Diagnóstico de la situación actual.

El departamento analizado no cuenta con ningún estudio de seguridad, tampoco cuenta con ningún plan de prevención de riesgos eléctricos en caso de suscitarse algún evento adverso, es decir que las personas (directores, jefes de grupo, jefes de área, jefes de sección, jefes de unidad operativa, electricistas y choferes) que realizan sus labores cotidianas en este departamento no cuentan con conocimientos necesarios para hacer frente a los riesgos eléctricos que se encuentran expuestos por sus actividades diarias.

Para determinar la red de MT puede identificarse de la siguiente forma:

- Red primaria trifásica de 13.8 kV, 60 Hz, 3 hilos.
- Red primaria bifásica de 13.8 kV, 60 Hz, 2 hilos.
- Red secundaria monofásica de 13.8kV, 60 Hz, 1 hilo neutro físico.



**Figura 2-3:** Identificación de las redes en los postes.

Fuente: [http://www.achs.cl/portal/Comunidad/Documents/2\\_Manual\\_de\\_Riesgos\\_Electricos.pdf](http://www.achs.cl/portal/Comunidad/Documents/2_Manual_de_Riesgos_Electricos.pdf)

### **3.5. Análisis de la sección de transformadores y líneas energizadas.**

#### **3.5.1. Área de líneas energizadas.**

En el área de líneas energizadas se encuentran el grupo 1 y 2, el cual consta de 10 personas con dos puestos de trabajo que son jefe de grupo y electricista de líneas energizadas. cuyo objetivo es hacer las reparaciones en las instalaciones eléctricas sin interrumpir el servicio eléctrico.

Realizan trabajos con líneas energizadas (vivas o caliente) con media tensión, el voltaje es de 13,8Kv y frecuencia de 60 Hz, para los trabajos ocupan el vehículo canasta que les ayuda para trasladarse a elevadas alturas.

Utilizan el método de trabajo a contacto que de acuerdo con la (RETIE, 2013z, pp. 82) el operario se aísla del conductor en el que trabaja y de los elementos tomados como masa por medio de elementos de protección personal, dispositivos y equipos aislantes.

##### *3.5.1.1. Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.*

- Arco eléctrico  
Se pueden producir por descuido en los trabajos de mantenimiento, al unirse las líneas energizadas por producto del viento, sin tener las mantas dieléctricas.
- Contacto directo  
Podrían producirse por violación de las distancias de seguridad que debe tener entre líneas.
- Contactos indirectos  
En la movilización de la canasta, podría tener contacto con las líneas de MT y fallar el aislamiento de los cables.
- Cortocircuitos  
El aislador pin puede haber perdido las propiedades de aislamiento u oxidarse, debido a lo que se encuentra a la intemperie.
- Rayos  
Se desarrollan las actividades en condiciones ambientales poco favorables, ya que se encuentran realizando cuando se forman nubes de tormenta.
- Tensión de contacto  
Cuando se realiza el empalme del eslabón con la línea energizada, se encuentra en contacto con elementos metálicos que normalmente esta sin tensión como es la protección de la línea subterránea.

➤ Tensión de paso

El aislamiento del cable que protege la línea subterránea puede fallar y dispersarse la corriente en el terreno.

*3.5.1.2. Actividades que realizan en el área.*

Los trabajadores en esta área tienen un sin número de actividades que realizan a diario, las cuales son programadas con anterioridad y se comunican a los trabajadores en las reuniones diarias que se realizan antes de empezar las actividades laborales, entre las cuales se encuentran:

➤ Cambio de aislador pin y perno tacho.

Los aisladores cumplen la función de sujetar mecánicamente el conductor eléctrico, manteniéndolo aislado de tierra y de otros conductores, son construidos de porcelana.



**Figura 3-3:** Aislador pin y perno tacho.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los aisladores tipo pin en una estructura suelen estar expuestos a condiciones climáticas severas, que pueden provocar daños irreparables en los aisladores, haciendo necesario un cambio de este.

➤ Desbroce de vegetación.

El desbroce de vegetación se realiza para limpiar las ramas que se encuentran cerca de las redes eléctricas y así evitar posibles inconvenientes con la entrega del servicio, problemas que eventualmente se presentan en cuanto a fluido eléctrico debido a que las ramas al hacer contacto con las líneas ocasionan cortocircuitos, lo que deriva en la suspensión del servicio eléctrico.



**Figura 4-3:** Desbroce de vegetación

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Energización subterránea de línea monofásica.

Para la energización de la línea subterránea realizan un estribo de la línea trifásica, la cual se conectaba con la línea subterránea monofásica.



**Figura 5-3:** Línea monofásica subterránea sin energía y energizada.

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Aislamiento de líneas energizadas para cruce de red trifásica.

El aislamiento se realiza con el cobertor de línea y las mantas dieléctricas sobre las líneas energizadas, para poder pasar las tres nuevas líneas hacia el siguiente poste.



**Figura 6-3:** Línea trifásicas para cruce y aislamiento de líneas.

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Cambio de iluminarias públicas.

El cambio es debido a las características de la iluminaria, tanto en capacidad de iluminación como en ahorro de energía, este trabajo lo realizan debido a que se encuentra la iluminaria cerca de las líneas de MT y necesitan tener la protección adecuada para realizar el cambio.



Figura 7-3: Iluminaria antigua y actual.  
Fuente: Elaboración propia, 2018

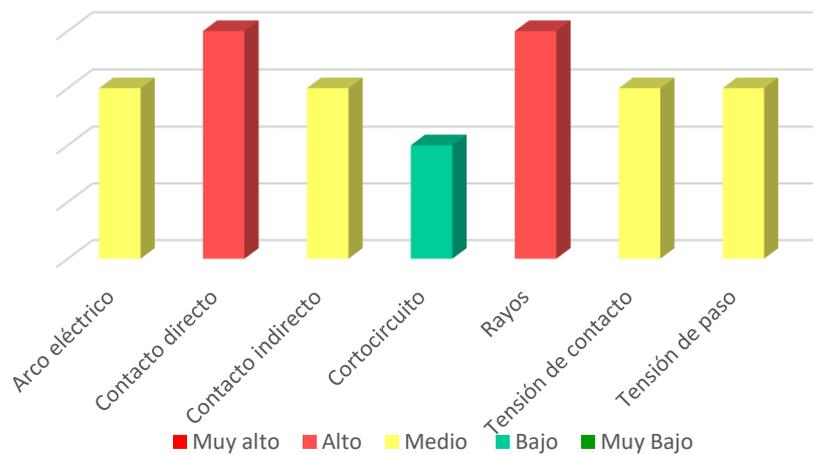
➤ Reubicación de red monofásica.

Se realiza el cambio debido a que se encuentra mal diseñado el sistema, por motivo que es antigua, por lo cual dicha línea no se encuentra en una posición adecuada.



Figura 8-3: Reubicación de red monofásica.  
Fuente: Elaboración propia, 2018

3.5.1.3. Nivel de riesgo expuesto de los trabajadores



Gráfica 1-3: Nivel de los factores de riesgo del área de líneas energizadas  
Fuente: Elaboración propia, 2018

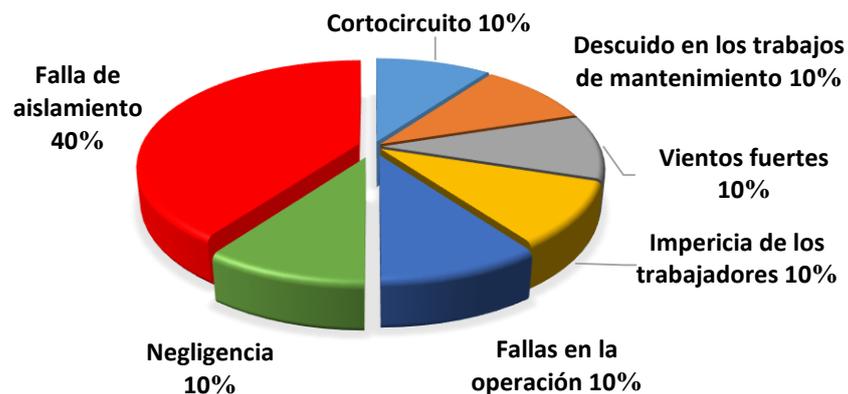
➤ **Análisis**

La evaluación se realiza a 5 personas en los diferentes puestos de trabajo, las cuales están expuestas a diferentes niveles de riesgo como se muestra en la gráfica 3-1, siendo valorizadas de acuerdo al nivel de frecuencia y consecuencia.

➤ **Interpretación**

Los contactos directos y rayos son los que tiene nivel alto de riesgo, provocados por diferentes causas que en la gráfica 2-3 se muestra, de acuerdo a la frecuencia que se presentan en las actividades realizadas.

La falla de asilamiento puede darse en los EPP, por su tiempo de vida útil o pueden tener algún daño diminuto siendo estos el medio por donde ingrese la electricidad hacia el cuerpo, teniendo en cuenta que en esta área se trabaja en MT.



**Gráfica 2-3:** Porcentajes de las causas de riesgos eléctricos del área de líneas energizadas

Fuente: Elaboración propia, 2018

**3.5.2. Área de transformadores**

En esta área se posee laboratorio, en cual se realizan las pruebas de los transformadores y todas las actividades concernientes a transformadores en campo, este grupo tiene tres puestos de trabajo que son ayudante de laboratorio, chofer y electricista, el objetivo que tienen es dar mantenimiento a los transformadores.

Para el cambio de transformadores utilizan el método de trabajo a distancia que de acuerdo con la (RETIE, 2013za, pp. 82), el operario ejecuta el trabajo con la ayuda de herramientas montadas en el extremo de pértigas aislantes.

### 3.5.2.1. Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.

- Arco eléctrico  
En la apertura de los transformadores presentan una diferencia de potencia entre la línea de MT y el transformador, convirtiéndose el aire en conductor.
- Contacto directo  
Cuando se coloca el transformador en el poste, se manipula las líneas de BT.
- Contactos indirectos  
En la colocación del transformador en el poste se pueden violar las distancias mínimas de seguridad con la línea de MT
- Cortocircuitos  
Cuando se conecta la grapa caliente a la línea de MT, por falla de aislamiento
- Sobrecarga  
Los cables de la fase y/o neutro pueden estar flojos por las condiciones ambientales que está sometido el transformador.
- Tensión de contacto  
La grúa puede tocar la línea de MT, por violación de las distancias mínimas de seguridad, dando como resultado tensión a todo el vehículo.

### 3.5.2.2. Actividades que realizan en el área.

Los trabajadores en esta área se encargan específicamente del mantenimiento de los transformadores, estas actividades son programadas con anterioridad.

- Mantenimiento de los transformadores.

El mantenimiento de los transformadores se lo realiza en el laboratorio de la empresa, las pruebas son la de PVC, relación de transformación, vacío, cortocircuito, etc., las cuales sirven para ver el estado que se encuentran los transformadores, para luego de haberlos dado un mantenimiento adecuado se los vuelve a instalar donde se requiera.



**Figura 9-3:** Prueba de relación de transformación  
Fuente: Elaboración propia, 2018

➤ Montaje de transformador

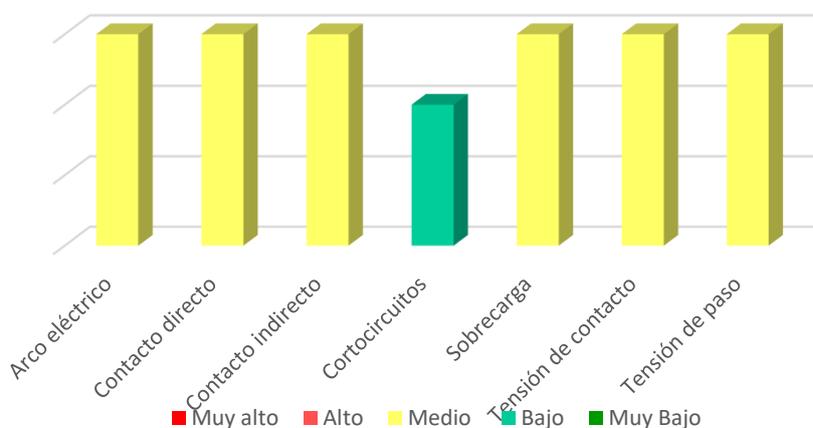
El cambio de transformadores se lo realiza debido a que tiene algún desperfecto, también cuando el transformador no abastece para todo el sector designado, se le reemplaza por uno de mayor capacidad, además se realizan la instalación de transformadores para eventos y luego se los retira.



**Figura 10-3:** Montaje de transformador

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.5.2.3. Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores



**Gráfica 3-3:** Nivel de los factores de riesgo del área de transformadores

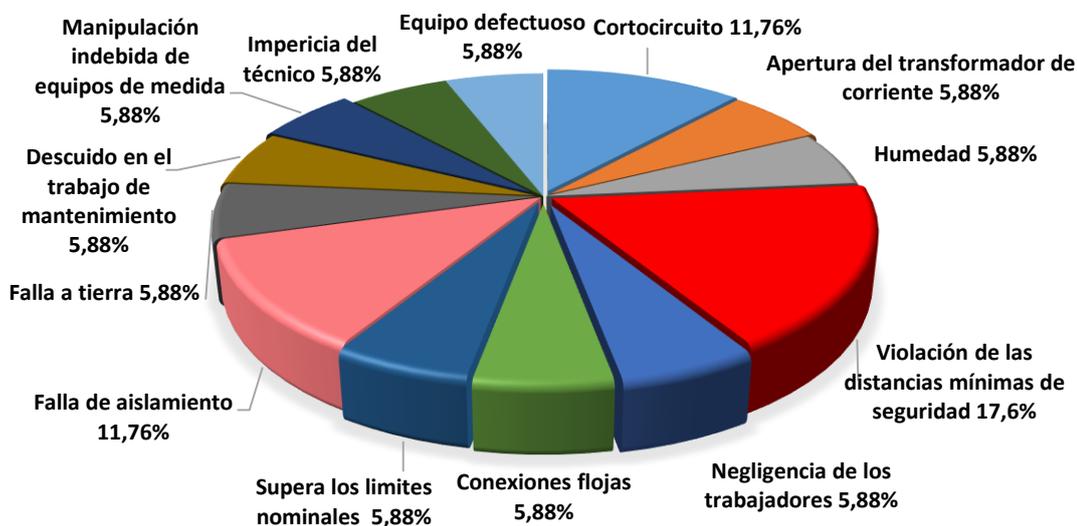
Fuente: Elaboración propia, 2018

➤ Análisis

La evaluación se realiza a 3 personas en los diferentes puestos de trabajo, los cuales están expuestos a distintos niveles de riesgo como se muestra en la gráfica 3-3, siendo valorizadas de acuerdo al nivel de frecuencia y consecuencia.

➤ Interpretación

En esta área en la mayoría es de nivel medio, debido a que trabajan con el transformador desconectado de la línea de MT, las causas que provocan los diferentes factores de riesgos se muestran en la gráfica 4-3, de acuerdo a la frecuencia que se presentan en las actividades.



**Gráfica 4-3:** Porcentajes de las causas de riesgos eléctricos del área de transformadores

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 3.6. Análisis de la sección de reparaciones y alumbrado público

#### 3.6.1. Área de alumbrado público.

En esta área se encuentra el grupo 5, 6 y 10, los cuales están integrados por 2 personas, que tiene tres puestos de trabajo que son jefe de grupo, chofer y electricista, cuyo objetivo es dar mantenimiento en el alumbrado público, el cual realizan dos turnos uno en el día y otro en la noche, utilizan el método de trabajo a contacto.

##### 3.6.1.1. Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.

➤ Tensión de contacto

El electricista manipula las líneas de BT energizadas para poder trasladarse con la canasta, en el cual puede fallar el aislamiento de los cables o de los guantes de BT dando como resultado tensión a todo el vehículo.

➤ Cortocircuitos

Cuando se destornilla el balasto, puede fallar el aislamiento del destornillador, provocando contacto de un metal con una parte energizada.

### 3.6.1.2. Actividades que realizan en el área.

Los trabajadores en esta área son los encargados de dar mantenimiento en el alumbrado público, lo realizan a diario, estas actividades son programadas con anterioridad y se comunican a los trabajadores en las reuniones diarias que se realizan antes de empezar las actividades laborales, entre las cuales se encuentran:

- Mantenimiento de alumbrado público

En esta actividad se encargan de reparar las iluminarias que se encuentran averiadas o con algún desperfecto, provocando la ausencia de la iluminación, debido a que se puede quemar o tener algún desperfecto el foco, balasto, inyector o el control fotoeléctrico.



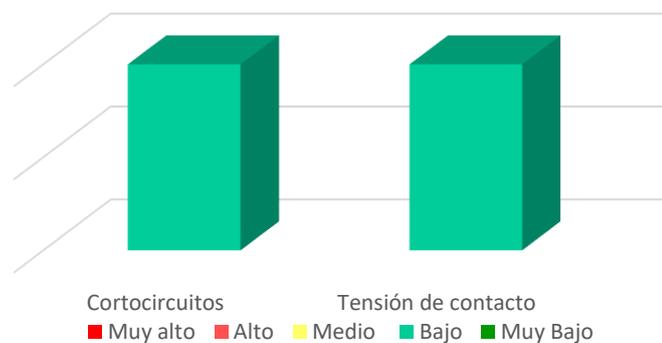
**Figura 11-3:** Mantenimiento de alumbrado público en el día y la noche

Fuente: Elaboración propia, 2018

- Señalar en el alumbrado público con desperfecto

El turno que se encuentra en la noche se encarga de señalar el alumbrado público que no esté encendida o que se encuentre con algún desperfecto, para que al siguiente día los grupos de la mañana se encarguen de las reparaciones pertinentes.

### 3.6.1.3. Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores



**Gráfica 5-3:** Niveles de los factores de riesgos eléctricos del área de alumbrado publico

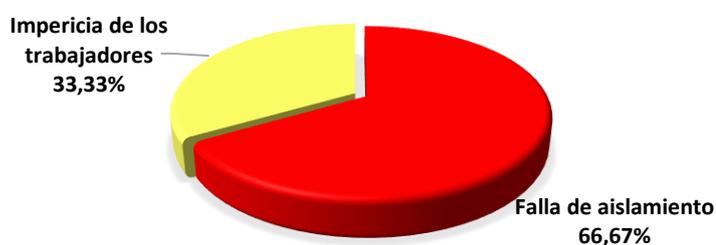
Fuente: Elaboración propia, 2018

➤ **Análisis**

La evaluación se realiza a 4 personas, las cuales están expuestas a distintos niveles de riesgo como se muestra en la gráfica 5-3, siendo valorizadas de acuerdo al nivel de frecuencia y consecuencia.

➤ **Interpretación**

En esta área se encontró dos factores de riesgo que son cortocircuito y tensión de contacto, con nivel bajo, debido a que trabajan con el alumbrado público en BT y no tienen mayor contacto con líneas energizadas, las causas que provocan los diferentes factores de riesgos se muestran en la gráfica 6-3, de acuerdo a la frecuencia que se presentan en las actividades.



**Gráfica 6-3:** Porcentajes de las causas de riesgos eléctricos del área de alumbrado público

Fuente: Elaboración propia, 2018

**3.6.2. Área de reparaciones.**

En esta área se encuentra tres puestos de trabajo que son jefe de grupo, chofer y electricista, cuyo objetivo es la reparación inmediata de cualquier daño o corte de energía, tiene tres turnos los cuales se rotan, dando servicio las 24 horas, utilizan el método de trabajo a contacto y distancia dependiendo el requerimiento de la situación.

*3.6.2.1. Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.*

➤ **Arco eléctrico**

Puede producirse cuando se destornillan las borneras del medidor, en las cuales pueden encontrarse acumulación de óxido, impurezas o polvos por el uso.

➤ **Contactos indirectos**

El aislamiento de la pértiga puede fallar al tener contacto con las líneas energizadas cuando se realiza la apertura del breaker

➤ Cortocircuitos

Falla del aislamiento o impericia del trabajador al momento de destornillar la línea de fase de las borneras del medidor

*3.6.2.2. Actividades que realizan en el área.*

Los trabajadores en esta área son los encargados de dar soluciones rápidas, para proveer el servicio de la energía eléctrica, en los cortes producidos por algún cortocircuito, empalmes o contactos flojos que están interfiriendo en la línea energizada, produciendo variación de tensión, cortocircuitos, etc., lo realizan a diario, estas actividades son programadas con anterioridad y se comunican a los trabajadores en las reuniones diarias que se realizan antes de empezar las actividades laborales, entre las cuales se encuentra:

➤ Revisión de medidores

En esta actividad se encargan de la revisión del funcionamiento de los medidores, que los cables de la acometida estén perfectamente conectados al medidor, revisando la conexión y empalmes, el método utilizado es a contacto.



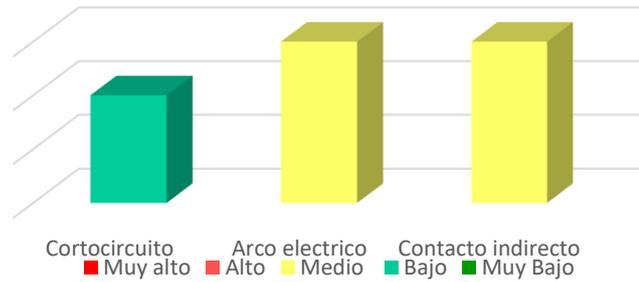
**Figura 12-3:** Verificación de conexión de los cables de la acometida

Fuente: Elaboración propia, 2018

➤ Reactivación de transformadores

En esta actividad se encargan de subir el breaker del transformador, ya que se baja cuando existe una sobrecarga en el transformador, para lo cual utilizan la pértiga telescópica y lo realizan procedimiento a distancia, el método utilizado es trabajo a distancia.

### 3.6.2.3. Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores



**Gráfica 7-3:** Nivel de los factores de riesgos eléctricos del área de reparaciones

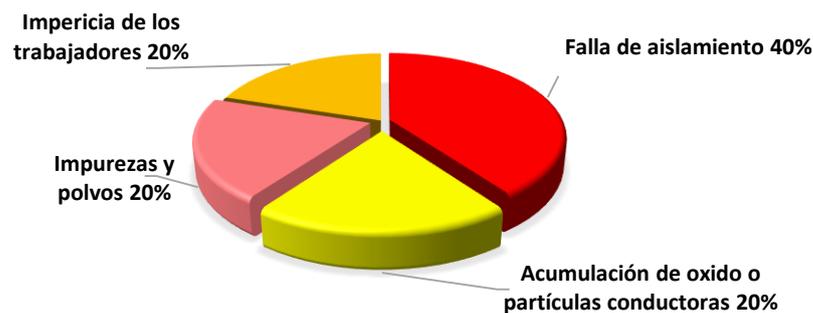
Fuente: Elaboración propia, 2018

#### ➤ Análisis

La evaluación se realiza a 2 personas en los diferentes puestos de trabajo, las cuales están expuestas a distintos niveles de riesgo como se muestra en la gráfica 7-3, siendo valorizadas de acuerdo al nivel de frecuencia y consecuencia.

#### ➤ Interpretación

En esta área se encontró tres factores de riesgo que son cortocircuito con nivel de riesgo bajo, arco eléctrico y contacto indirecto con nivel de riesgo medio, las causas que provocan los diferentes factores de riesgos se muestran en la gráfica 8-3, de acuerdo a la frecuencia que se presentan en las actividades.



**Gráfica 8-3:** Porcentajes de las causas de riesgos eléctricos del área de reparaciones

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 3.7. Análisis de la sección de operación y mantenimiento

En esta sección se encuentran los grupos 1, 3, 4, 11 y 12 integrados por 5 personas cada grupo, que tiene tres puestos de trabajo que son jefe de grupo, chofer y electricista, el objetivo principal

es el montaje o reubicación de los postes, utilizan el método de trabajo a contacto para realizar cualquier actividad.

### **3.7.1. Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.**

- Arco eléctrico  
En el cierre o apertura del seccionador con la pértiga, si no se lo realiza con precisión puede causar fácilmente un arco debido a que se encuentra en la línea de MT
- Contactos directo  
Al desprender las líneas de BT del poste
- Cortocircuitos  
Desprender la línea de BT del aislador pin el cual puede haber perdido las propiedades de aislamiento u oxidarse, debido a lo que se encuentra a la intemperie.
- Tensión de contacto  
La grúa puede tocar la línea de BT, por violación de las distancias mínimas de seguridad, dando como resultado tensión a todo el vehículo.

### **3.7.2. Actividades que realizan en la sección.**

Los trabajadores en esta sección son los encargados de ubicar postes de hormigón, estas actividades son programadas con anterioridad y se comunican a los trabajadores en las reuniones diarias que se realizan antes de empezar las actividades laborales, entre las cuales se encuentran:

- Montaje de Postes de hormigón

En esta actividad se encargan de la instalación de los postes, para lo cual realizan la excavación de una profundidad de 1,5 a 1,9 m dependiendo la necesidad, para instalar, además de los tensores, que es el mismo procedimiento en cuanto a la excavación para poder ubicar las losetas con la varilla y tensar el poste con la varilla con la ayuda del tecele de cadena.



**Figura 13-3:** Montaje de postes de hormigón

Fuente: Elaboración propia, 2018

➤ Reubicación de postes de hormigón

En esta actividad se encargan de cambiar el poste del sitio, para lo cual primero desconectan todos los cables que se encuentren en el poste, para que al momento de la reubicación no se rompa ningún cable.

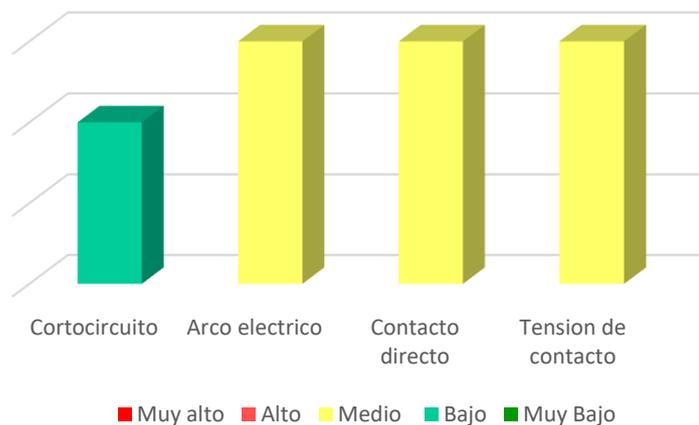


**Figura 14-3:** Desconexión de cables del poste de hormigón  
Fuente: Elaboración propia, 2018

➤ Reubicación de líneas de MT

La reubicación es debido a que se encuentra la línea de MT muy cerca de alguna obra en construcción, para lo cual desplazan la línea, utilizando crucetas de 1,5m o de mayor longitud, evitando futuras lesiones con los trabajadores de la construcción

### 3.7.3. Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores



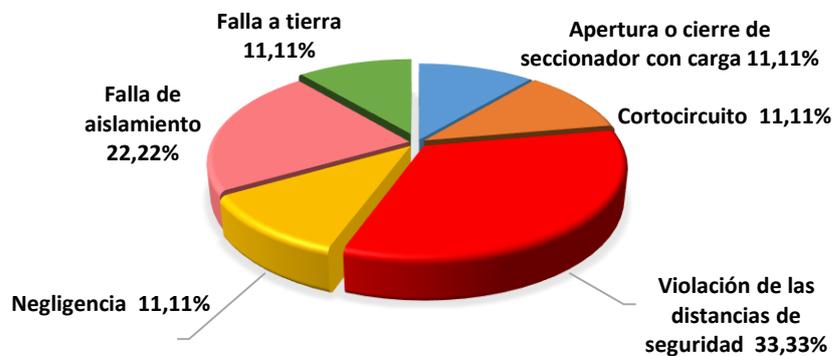
**Gráfica 9-3:** Nivel de los factores de riesgos eléctricos de la sección de operación y mtto.  
Fuente: Elaboración propia, 2018

➤ Análisis

La evaluación se realiza a 5 personas en los diferentes puestos de trabajo, las cuales están expuestas a distintos niveles de riesgo como se muestra en la gráfica 9-3, siendo valorizadas de acuerdo al nivel de frecuencia y consecuencia.

➤ Interpretación

En esta área se encontró cuatro factores de riesgo que son cortocircuito con nivel de riesgo bajo, arco eléctrico, tensión de contacto y contacto indirecto con nivel de riesgo medio, las causas que provocan los diferentes factores de riesgos se muestran en la gráfica 10-3, de acuerdo a la frecuencia que se presentan en las actividades.



**Gráfica 10-3:** Porcentajes de las causas de riesgos eléctricos de la sección de operación y mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 3.8. Análisis de la sección de redes subterráneas.

En esta sección es un grupo, el cual están integrados por 4 personas, que tiene dos puestos de trabajo que es jefe de grupo y electricista, cuyo objetivo principal es todo lo concerniente a trabajos en subterráneos como son colocación de postes ornamentales, puesta a tierra en cámaras y todo lo que es mantenimiento en las cámaras subterráneas como son transformadores, sistema de ventilación.

Para el mantenimiento de las cámaras subterráneas realizan un mantenimiento preventivo, ya que lo realizan cada 6 meses, utilizando el método a contacto.

### **3.8.1. Riesgos eléctricos a los que están expuestos los trabajadores.**

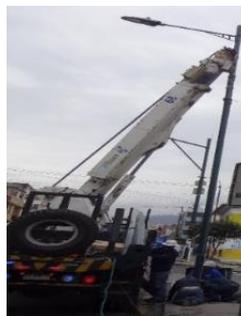
- Arco eléctrico  
Pueden producirse por sobrevoltajes, impurezas y polvos que se encuentran en los pozos, además de los descuidos en el trabajo de mantenimientos
- Contactos indirectos  
En los pozos existen algunos cables además de los de la EEASA, por lo que podría fallar el aislamiento de uno de ellos.
- Contacto directo  
Para realizar la conexión de las iluminarias tienen contacto directo con la línea de BT.
- Cortocircuitos  
La falla de aislamiento, la humedad que ingresa a los pozos.

### **3.8.2. Actividades que realizan en la sección.**

Los trabajadores en esta sección son los encargados de ubicar postes ornamentales, iluminarias, estas actividades son programadas con anterioridad comunicando a los trabajadores en las reuniones diarias que se realizan antes de empezar las actividades laborales, por lo general ellos trabajan en horarios rotativos de acuerdo el lugar de trabajo, debido a que estos postes ornamentales son de atractivo para la ciudad, se los colocan en el centro, o en sus principales calles en donde es muy conflictivo en cuestión del tránsito.

- Montaje de poste ornamental

En esta actividad se encargan de la instalación de los postes ornamentales, las principales avenidas de la ciudad y los cuales están conectados en pozos subterráneos las instalaciones eléctricas, para evitar el colgamiento de los cables en el aire, teniendo una ciudad libre de cables aéreos.



**Figura 15-3:** Montaje de poste ornamental

Fuente: Elaboración propia, 2018

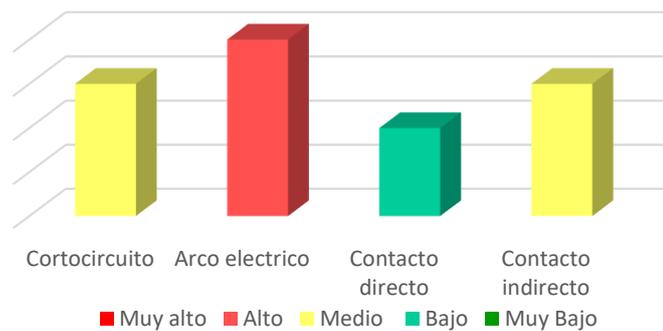
➤ Puesta a tierra en cámara subterránea

En esta actividad se encargan de la instalación de la puesta a tierra, realizando una malla con el cable y varillas de cobre alrededor de la cámara subterránea.



**Figura 16-3:** Puesta a tierra  
Fuente: Elaboración propia, 2018

### 3.8.3. Niveles de riesgo expuesto de los trabajadores



**Gráfica 11-3:** Nivel de los factores de riesgos eléctricos de la sección de redes subterráneas  
Fuente: Elaboración propia, 2018

➤ Análisis

La evaluación se realiza a 4 personas en los diferentes puestos de trabajo, las cuales están expuestas a distintos niveles de riesgo como se muestra en la gráfica 11-3, siendo valorizadas de acuerdo al nivel de frecuencia y consecuencia.

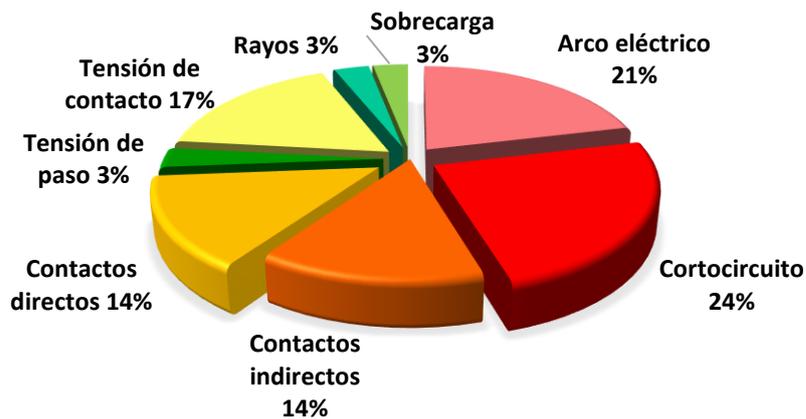
➤ Interpretación

En esta área se encontró cuatro factores de riesgo que son contacto directo con nivel de riesgo bajo, contacto indirecto y cortocircuito con nivel de riesgo medio, arco eléctrico con nivel de riesgo alto, las causas que provocan los diferentes factores de riesgos se muestran en la gráfica 12-3, de acuerdo a la frecuencia que se presentan en las actividades.



**Gráfica 12-3:** Porcentajes de las causas de riesgos eléctricos de la sección de redes subterráneas  
Fuente: Elaboración propia, 2018

Se realizó una matriz de identificación de los peligros y valorización de los riesgos eléctricos (Anexo A), dándonos como resultado los factores de riesgos de origen eléctrico que se encuentran expuestos los trabajadores en las actividades que desarrolla el departamento.



**Gráfica 13-3:** Porcentajes de riesgos eléctricos existentes en el departamento  
Fuente: Elaboración propia, 2018

De acuerdo con la matriz, el factor de riesgo de cortocircuito es el más ponderado con un 24%, seguido del factor de riesgo de arco eléctrico con un 21%, tensión de contacto con un 17%, contactos directos e indirectos con un 14% y por último tenemos sobrecarga, rayos, tensión de paso con 3%.

Debido a estos valores que se encontró, en la valorización de los riesgos eléctricos se puede evidenciar que es de vital importancia proponer un plan de prevención de riesgos eléctricos

Las causas más comunes, de los factores de riesgo eléctrico

- Cortocircuitos

- Falla de aislamiento
- Impericia del trabajador
- Humedad
- Equipo defectuoso
- Vientos fuertes
- Arco eléctrico
  - Impurezas y polvos
  - Sobrevoltaje a través de espacios estrechos
  - Falla de materiales aislantes
  - Descuido en los trabajos de mantenimiento
  - Cortocircuito
  - Manipulación indebida de equipos de medida
  - Apertura de transformadores de corriente
  - Apertura o cierre de seccionadores con carga
  - Acumulación de óxido o partículas conductoras
- Tensión de contacto
  - Falla de aislamiento
  - Violación de las distancias de seguridad
  - Falla a tierra
- Contactos indirectos
  - Falla de aislamiento
  - Violación de las distancias mínimas de seguridad
- Contactos directos
  - Violación de las distancias mínimas de seguridad
  - Negligencia de los trabajadores
- Sobrecarga
  - Conexiones flojas
  - Supera los límites nominales
- Rayos
  - Fallas en la operación
- Tensión de paso
  - Fallas de aislamiento

## CAPÍTULO IV

### **4. ELABORACIÓN DEL PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS PARA EL DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.**

Una vez concluido el trabajo de campo, determinando los recursos y vulnerabilidades que tiene el departamento de distribución de la empresa se propone el siguiente plan de prevención de riesgos eléctricos que se elaboró a continuación, el mismo que se basa en la ley de prevención de riesgos laborales.

De acuerdo con la (LPRL, 2007b, pp. 18-19), el plan de prevención de riesgos laborales debe incluir los siguientes elementos:

- Identificación, actividad y características
- Objeto y alcance
- Ámbito de aplicación
- Política preventiva
- Objetivos del plan de prevención
- Estructura organizativa
- Funciones y responsabilidades
- Instrumentos esenciales
- Procesos, procedimientos y prácticas.

Para realizar la acción de prevención de riesgos en la empresa, se debe basarse en la evaluación de riesgos laborales, la cual nos indicará sobre qué factores tomar acciones, de acuerdo al nivel de riesgo encontrado.

Las actividades de prevención de riesgos serán responsabilidad de planificación del departamento de distribución, incluyendo para cada actividad preventiva, el tiempo para llevarla a cabo, la designación de responsables y los recursos humanos y materiales necesarios para su ejecución.

# EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.

## DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCIÓN

### PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS

#### 4.1. Identificación, actividad y características del departamento de distribución.

##### 4.1.1. Identificación

- Departamento: Distribución
- Director del departamento: Ing. Cristian Marín
- Secciones: 6
- Cantidad de trabajadores: 98
- Índices reactivos

**Tabla 1-4:** Índices reactivos

No	Cargo	Actividad	Agente del accidente	Parte afectada	Lesión o daño aparente	Días Perdidos
1	Jefe de sección	Supervisión de trabajos a grupo de líneas energizadas y grupo de trabajo en frío	Luminaria de Sodio	Ojo y orbita	Traumatismo de ojo y orbita	36
2	Electricista	Maniobras en apertura y cierre de seccionadores en media tensión	Caña porta fusible	Rodilla izquierda	Traumatismo superficial rodilla izquierda	1
3	Jefe de sección	Desplazamiento al edificio institucional	Desconocido	Tobillo y pie	Traumatismo superficial del tobillo y pie	5
4	Electricista	Desplazamiento a sitio de actividades	Vehículos de transporte terrestre	Altura de la cintura	Inflamación de Nervio	1
5	Electricista	Mantenimiento de redes eléctricas en sitio de trabajo	Rueda del vehículo	Abdomen, cuello y hombros y cadera	Trauma abdominal cerrado + poli contusión	12
6	Electricista	Descenso del poste de media tensión	Trepadoras de hormigón	Tobillo, columna	Esguince de tobillo grado 2, traumatismo superficial de columna lumbar y dorsal	32
7	Electricista	Descenso de escalera	Piso irregular	Tobillo	Esguince de tobillo	3

**Realizado por:** Elaboración propia, 2018

**Fuente:** (EEASA, 2018)

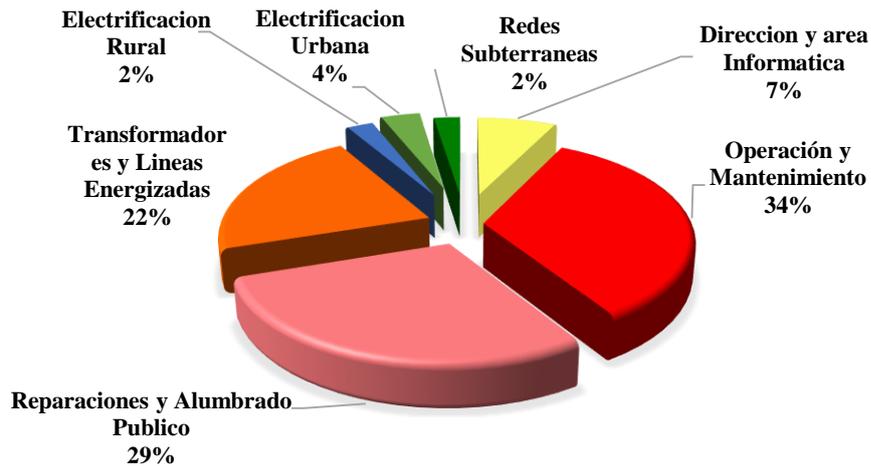
##### 4.1.2. Actividad

El departamento de distribución de la EEASA se encarga de atender, planificar, ejecutar el mantenimiento y operación de las redes de distribución, dando mejoras en los métodos, procedimientos para una mejor utilización de los recursos del sistema de distribución de la

empresa, procurando proporcionar el servicio eléctrico en las mejores condiciones de calidad, continuidad

#### 4.1.3. Nómina del personal

La nómina del personal del departamento de distribución está conformada por un total de 98 trabajadores, los cuales se reparten en las diferentes secciones.



**Gráfica 1-4:** Porcentajes del personal existente en el departamento

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.2. Objeto y alcance

El presente plan de prevención de riesgos eléctricos constituye la herramienta, que la cual se integró actividades preventivas para los trabajadores del departamento de distribución, estableciendo procedimientos de trabajos, identificando las funciones y responsabilidades que debe tener y asumirlas cada integrante del departamento, en todos los niveles jerárquicos.

Se identificó los procesos realizados por los trabajadores del departamento, el grado de seguridad que tenían al momento de realizar dichas actividades y cuáles eran los métodos de mitigación para dichos riesgos presentes en las actividades desarrolladas.

El plan de prevención de riesgos eléctricos ayudará a mitigar, tomar decisiones necesarias en cuanto se trate de garantizar la seguridad de los trabajadores, para mejorar las condiciones de trabajo y poder ser un referente para el resto de empresas en materia de riesgos eléctricos, buscando fomentar una cultura preventiva de riesgos.

#### **4.3.    Ámbito de aplicación**

Esta creado para las necesidades únicas de los trabajadores del departamento de distribución de la EEASA, ya que se los realizó con los trabajadores y en campo, cuando realizaban las actividades concernientes al departamento de distribución.

#### **4.4.    Política preventiva**

La empresa eléctrica Ambato regional centro norte S.A. proporciona el servicio de energía eléctrica, continua y confiable, buscando un alto compromiso con la prevención de riesgos laborales, partiendo fundamentalmente del principio de proteger la vida, integridad y salud de todos los trabajadores.

#### **4.5.    Objetivos del plan de prevención**

- Establecer guías generales de seguridad para prevenir los riesgos eléctricos en el trabajo
- Brindar ambientes adecuados y propicios a todos los trabajadores
- Garantizar la integridad, seguridad y bienestar de los trabajadores del departamento.
- Reducir los índices reactivos.
- Ser referente en el sector eléctrico, en la seguridad y bienestar de los trabajadores.
- Corregir procedimientos realizados por los trabajadores, dándoles mayor seguridad con procedimientos de trabajo seguro.

#### **4.6.    Estructura organizativa del departamento de distribución.**

El departamento de distribución de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. realiza sus funciones a través de secciones y áreas, donde se encuentran 6 secciones, con 8 áreas.

El departamento está integrado por director, jefe de grupo, secretaria, electricistas, jefe de área, jefe de unidad operativa, chofer, jefe de sección, ayudante de laboratorio, electricista – líneas energizadas.

#### **4.7.    Funciones y responsabilidades**

##### **4.7.1.   *Presidente Ejecutivo***

- Apoyar la aplicación de la política en materia de seguridad y salud laboral.

- Financiar los programas de prevención y protección de riesgos.

#### **4.7.2. *Directores departamentales***

- Disponer que, en la planificación de los trabajos a su cargo, se incluyan aspectos de seguridad laboral.
- Familiarizarse con las actividades de seguridad laboral y salud ocupacional, apoyando permanentemente, procurando su aplicación eficaz en el lugar de trabajo.

#### **4.7.3. *Jefe de área seguridad y salud ocupacional***

- Brindar el apoyo necesario para el cuidado de los implementos que brindan seguridad a cada uno de los integrantes de los grupos.
- Facilitar equipos, herramientas, elementos de señalización y procedimientos de trabajo seguro al personal de la empresa.
- Cooperar en las labores de primeros auxilios en caso de presentarse un accidente
- Prevenir, reconocer, evaluar y controlar los riesgos.
- Realizar inspecciones periódicas a los diferentes sitios de trabajo para determinar condiciones inseguras o actos inseguros que puedan causar accidentes o incidentes.
- Prestar asistencia técnica en aspectos relativos a la gestión de seguridad y salud ocupacional.

#### **4.7.4. *Medico ocupacional***

- Estudio y vigilancia de las condiciones ambientales en los sitios de trabajo, con el fin de obtener y conservar los valores óptimos posibles
- Realizar los exámenes pre-ocupacionales del personal que ingresa a la Empresa.
- Realizar visitas periódicas a los diferentes sitios de trabajo, con el objeto de determinar las condiciones de salud del trabajador y las condiciones del medio ambiente, a efectos de proponer recomendaciones, para eliminar los riesgos.
- Realizar los exámenes pre ocupacionales, pos ocupacional, periódico al personal de la empresa.
- Elabora conjuntamente con el jefe de Recursos Humanos los profesiogramas de los puestos de trabajo que cumplen actividades de riesgo laboral.
- Participar activamente en la implementación de las actividades inherentes a su área en el Sistema de Seguridad ocupacional.

#### **4.7.5. Jefe de área**

- Realizar una charla inductiva de 5 a 10 minutos de duración sobre los riesgos presentes en las actividades a realizar.
- Cumplir con la normativa del uso obligatorio del equipo de protección individual existente.
- Exigir a los electricistas el uso obligatorio de equipo de protección individual.
- Asegurarse de que los electricistas y jefe de grupo tengan condiciones de trabajo seguras.
- Suspender cualquier actividad que suponga un riesgo grave e inminente.
- Cooperar en las labores de primeros auxilios en caso de presentarse un accidente.
- Determinar con antelación los requerimientos de equipos, materiales y herramientas necesarios para la ejecución de las actividades
- Programar la limpieza e inspección visual de las herramientas utilizadas para los trabajos
- Detectar y controlar los riesgos asociados a los trabajos diarios, ejecutados por los grupos de trabajo
- Supervisar el trabajo conforme a los procedimientos establecidos e instrucciones impartidas

#### **4.7.6. Jefe de Grupo**

- Planificar, coordinar y dirigir el cumplimiento de los programas de trabajo asignados al equipo de trabajo desde su formulación hasta la finalización.
- Supervisar los trabajos con el propósito de asegurar que los mismos se apeguen a los protocolos de trabajo establecidos respecto al cumplimiento de las normas técnicas y de seguridad.
- Verificar que los integrantes del equipo cumplan con los requerimientos físicos y psicológicos necesarios, así como los elementos de seguridad y vestimenta.
- Velar por la correcta utilización, conservación de los equipos y herramientas de trabajo.
- Informar sobre los riesgos, las medidas de prevención y protección a los electricistas del grupo.
- Realizar una charla inductiva de 5 a 10 minutos de duración sobre los riesgos existentes en las actividades a realizar.
- Cumplir con la normativa del uso obligatorio del equipo de protección individual existente.
- Participar y colaborar en las actividades preventivas que se realicen dentro de su área de trabajo.
- Suspender cualquier actividad que suponga un riesgo grave e inminente.

- Cooperar en las labores de primeros auxilios en caso de presentarse un accidente.
- Comunicar al jefe de área de seguridad industrial los peligros que se hayan detectado en las actividades realizadas.
- El jefe del trabajo designado dirigirá y vigilará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad.
- Practicar orden y limpieza del área de trabajo
- Verificar y/o señalizar el área de trabajo.

#### **4.7.7. *Electricista***

- Exigir al jefe de grupo que informe sobre los riesgos y la normativa vigente en las instalaciones.
- Cumplir con la normativa del uso obligatorio del equipo de protección individual, muy independientemente de la actividad que se vaya a realizar.
- Informar al jefe de grupo sobre alguna novedad o condición anómala que pueda comprometer algún peligro durante la actividad.
- Cumplir estrictamente con los protocolos de trabajo y seguridad establecidos en los procedimientos de trabajo seguro en líneas energizadas.
- Atender y acatar las instrucciones, tareas y recomendaciones emitidas por el jefe de grupo o el ingeniero de líneas energizadas.
- Cooperar en las labores de primeros auxilios, en caso de presentarse un accidente.
- Practicar orden y limpieza del área de trabajo
- Verificar y/o señalizar el área de trabajo.

#### **4.7.8. *Chofer***

- Exigir al jefe de grupo que informe sobre los riesgos y la normativa vigente en las instalaciones.
- Maniobrar la grúa de la mejor manera, evitando movimientos bruscos, que puedan causar algún accidente laboral.
- Cumplir con la normativa del uso obligatorio del equipo de protección individual existente.
- Informar al jefe de grupo sobre alguna anomalía o condición anómala que pueda presentar el vehículo para evitar algún peligro.
- Ubicar la puesta a tierra de la unidad.
- Verificar y/o señalizar el área de trabajo
- Verificar el funcionamiento de la iluminaria adicional, para trabajos nocturnos.

#### **4.8. Instrumentos esenciales**

De acuerdo con la (LPRL, 2007b, p. 19), “los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del plan de prevención de riesgos, que podrán ser llevados a cabo por fases de forma programada, son la evaluación de riesgos laborales y la planificación de la actividad preventiva a que se refieren los párrafos siguientes:”

##### ***4.8.1. Evaluación de riesgos eléctricos (Anexo A)***

La evaluación de los riesgos eléctricos es el proceso enfocado en la estimación de la magnitud de afectación que podría tener en la seguridad y salud de los trabajadores, obteniendo la información necesaria para que el departamento de distribución esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y el tipo de medidas que deben adoptarse, para eliminar, reducir o controlar los riesgos encontrados.

Para la evaluación se tuvo muy en cuenta la información proporcionada por los trabajadores y el jefe de área de seguridad industrial, ya que ellos son los que se encuentran por varios años en sus cargos y han sufrido distintos riesgos con el pasar del tiempo, dicha información ayudo para la evaluación, debido a que la matriz se basa en hechos pasados, como referencia.

##### ***4.8.2. Planificación de actividades preventivas***

De acuerdo con los resultados de la evaluación hecha, pusieran en manifiesto situaciones de riesgo, el departamento de distribución realizara aquellas actividades preventivas necesarias para eliminar, reducir y controlar tales riesgos eléctricos encontrados.

Por lo que el departamento de distribución debe asegurarse de la efectiva ejecución de las actividades preventivas incluidas en planificación, con el seguimiento continuo y control periódico, se podrán realizar modificaciones de acuerdo como vayan siendo necesarias.

#### **4.9. Procesos, procedimientos y prácticas.**

Los trabajadores del departamento de distribución tienen el derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar, por lo que el departamento desarrollara protección frente a los riesgos eléctricos, para lo cual se ha realizado procedimientos de trabajo seguro en las actividades principales que realizan las áreas.

#### **4.9.1. Sección de transformadores y líneas energizadas**

##### *4.9.1.1. Área de líneas energizadas*

En esta área realizaban varias actividades con líneas energizadas de 13,8Kv, por lo que se realizó un procedimiento de trabajo seguro, para trabajos con líneas energizadas en MT. (Anexo B)

##### *4.9.1.2. Área de transformadores*

En esta área su principal función es todo lo concerniente a transformadores en cuanto a montaje o mantenimiento, por lo que se realizó un procedimiento de trabajo seguro, para cambio de transformador. (Anexo C)

#### **4.9.2. Sección de reparaciones y alumbrado público**

##### *4.9.2.1. Área de alumbrado publico*

En esta área su principal actividad es el mantenimiento de alumbrado público, se dedican estrictamente todo sobre iluminarias, por lo que se realizó un procedimiento de trabajo seguro, para mantenimiento de alumbrado público. (Anexo D)

#### **4.9.3. Sección de operación y mantenimiento**

En la sección se encargan de algunas actividades, pero la principal es el montaje de postes por lo cual se lo elaboro un procedimiento de trabajo seguro para montaje de postes de hormigón. (Anexo E)

#### **4.9.4. Sección de líneas subterráneas**

En la sección se encargan de varias actividades, la principal es trabajos subterráneos, como el montaje de postes ornamentales que son iluminarias, se realizó un procedimiento de trabajo seguro para cambio de iluminaria con red subterráneas. (Anexo F)

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

El análisis de la situación actual de los procesos que realizan los trabajadores del departamento de distribución, se determinó los riesgos a los que se encuentran expuestos en las actividades realizadas, ya que en su mayoría es cortocircuito con un 24%, arcos eléctricos 21% y contactos indirectos 17%, que son los porcentajes más alto de todos los riesgos eléctricos, debido a que los trabajos realizados lo hacen en su mayoría con línea viva en BT y MT. Los porcentajes pueden observarse en la gráfica 13-3.

La identificación y evaluación de los riesgos existentes en las actividades realizadas por los trabajadores del departamento de distribución, fue fundamental para determinar la situación actual y así tomar las medidas preventivas y correctivas pertinentes.

Se elaboró un plan de prevención para riesgos eléctricos basándose su estudio en la situación actual de las actividades desarrolladas, en el cual se logró identificar las falencias en la forma de ejecutar las actividades en el ámbito de la seguridad, para lo cual se pudo realizar procedimientos de trabajo seguro. Dando funciones y responsabilidades a todas las jerarquías de la empresa para prevenir cualquier incidente con el trabajador.

El plan de prevención de riesgos eléctricos para el departamento de distribución de la EEASA, tiene la finalidad de reducir los índices reactivos que se presentan dentro de la empresa.

#### 5.2. Recomendaciones

Establecer distancias de seguridad, puestas a tierra de las unidades vehiculares, aislamiento o recubrimiento de partes energizadas para reducir los porcentajes encontrados en la evaluación inicial.

Capacitar a los trabajadores del departamento de distribución sobre las medidas de protección frente a los factores de riesgo eléctricos.

Antes de realizar las actividades diarias, tener una charla inductiva sobre los riesgos a los que están expuestos en las actividades que realizan.

Implementar el plan de prevención de riesgos laborales que se propone, ya que ayudaría al departamento de distribución de la EEASA, a preservar la integridad física de los trabajadores.

Dotar de los EPP adecuados para las actividades realizadas en las distintas áreas, ya que cada área tiene distintas ocupaciones y actividades que realizan.

Realizar un permiso de trabajo para las distintas áreas, en cual conste los riesgos a los que están expuestos, además del procedimiento que se va a realizar para cada actividad.

## BIBLIOGRAFÍA

**B.O.E.** Ley de prevención de riesgos laborales electricas [en línea]. Ecuador 2018. [Consulta: 21 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/LeyPrevencion/PDFs/leydprevencionderiesgoslaborales.pdf>

**OSHAS 18001.** Sistema de gestion de la seguridad y salud en el trabajo. Parte 3: Terminos y definicones.

**DÍAZ CORTÉS, José María.** Técnicas de prevención de riesgos de trabajo Seguridad e Higiene del Trabajo. Madrid: Tebar, 2007. pp. 36 - 37.

**ALCALDE SAN MIGUEL, Pablo.** Electrotecnia. Madrid: Thomson, 2004. p. 10.

**RETIE.** Reglamento técnico de instalaciones eléctricas. Parte 3: Definiciones. pp. 17 - 26.

**GARCIA TRASANCOS, Jose.** Electrotecnia. Madrid: Paraninfo, 2009. p. 79.

**GUZMAN, Victorio; et al. VALVERDE Jose:** Practicas de electricidad. España: McGraw Hill, 2004, p. 12.

**OLMO ESCRIBANO, Julio.** Electricidad y electrotecnia. España: Artes Graficas Jomagar, 2005, pp. 10, 12.

**NFPA 70E.** Normas para seguridades electricas en lugares de trabajo. Parte 1: Definiciones

**NTP 400.** Corriente electrica: efectos al atravesar el organismo humano. Parte 3: Efectos de corriente.

**UNE 20572-1.** Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 3: Efectos de la corriente alterna de frecuencia comprendida entre 15 Hz y 100Hz.

**GTC 45.** Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Parte 2: Definiciones.

**ARCONEL.** Pliego tarifario para las empresas electricas [en línea]. Ecuador 2018. [Consulta: 11 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/2018-01-11-Pliego-y-Cargos-Tarifarios-del-SPEE-20182>.

