



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

## Programa Posgrados en Riesgos Laborales

Evaluación de Riesgos Químicos en la Central Térmica Esmeraldas II

Tesis de grado previo a la obtención del título de Magíster en Gestión de  
Riesgo, mención prevención de Riesgo Laborales

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión de Riesgos y Productividad Empresarial

**Autor:** Ing. Diego Ángel Méndez Castillo

**Asesor:** Mgt. Luis Hidalgo Solórzano

Esmeraldas, 2020

Tribunal de graduación Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por los reglamentos de grado de la PUCESE previo a la obtención del título de Magíster en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales.

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

**Tema: Evaluación de Riesgos Químicos en la Central Térmica Esmeraldas II**

**Autor: Diego Méndez Castillo**

**Mgt. Luis Hidalgo Solórzano  
ASESOR DE TESIS**

f. \_\_\_\_\_

**PhD. Isabel Maldonado  
LECTORA 1**

f. \_\_\_\_\_

**Mgt. Orlin Álava  
LECTORA 2**

f. \_\_\_\_\_

**Mgt. Luis Hidalgo Solórzano  
COORDINADORA DE POSGRADOS**

f. \_\_\_\_\_

**Mgt. Alex Guashpa Gómez  
SECRETARIO GENERAL PUCESE**

f. \_\_\_\_\_

**Esmeraldas, Ecuador, 2020**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo, Diego Ángel Méndez Castillo, portador de la cédula de ciudadanía N°. 1720409505, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presenté como trabajo final de maestría, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión de Riesgos, Mención prevención de Riesgos Laborales, son totalmente originales, auténticos y personales.

Por lo expuesto, declaro que el contenido, conclusiones, recomendaciones y los efectos legales y académicos que se desprendan de este trabajo de investigación, son y serán de mi exclusiva responsabilidad.

Diego Ángel Méndez Castillo  
C.I. 1720409505  
AUTOR

## CERTIFICACIÓN

Yo Mgt. Luis Hidalgo Solórzano, certifico haber realizado la revisión del trabajo de investigación de maestría titulado: “Estudio Descriptivo Para la Evaluación de Riesgos Químicos e Implementación de Medidas Preventivas en la Central Térmica Esmeraldas II”, del autor Diego Ángel Méndez Castillo, el cual cumple con los requisitos de originalidad, calidad y demás requisitos exigibles y que se han incorporado todas sugerencias del Tribunal, al trabajo final.

Mgt. Luis Hidalgo Solórzano  
ASESOR DE TESIS

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios, padre celestial.

Dedico este trabajo de investigación a mi madre Daisy Castillo, que siempre ha sido mi más grande motivación de constante superación, sé que desde el cielo verá con orgullo este, su fruto, a mi tía GreynaBone, que con su ejemplo emprendedor, perseverancia y múltiples enseñanzas, ha tenido ese mensaje positivo en el momento preciso, a mi amada esposa Jessica, que con su tiempo, y gran amor se ha convertido en mi cómplice ideal para continuar con mi formación, a mis hijos Santiago y Mateo que han traído toda la alegría posible a mi vida, y con cada una de sus ocurrencias me enseñan que jamás se deja de aprender.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco, a Dios.

Agradezco, a mi Padre, que siempre ha sido portador de calma y paciencia, capaz de sobrellevar todo de la mejor manera posible, a mi familia, Mayra, Viky, Ariana, Gary y Oscar que de diversas maneras han sido una razón más para continuar en busca de este crecimiento profesional y lograr la consecución de esta maestría.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, que a través de su programa de maestría permite, que cada vez más esmeraldeños podamos avanzar en formación de cuarto nivel, con altos estándares de calidad.

A los catedráticos, que se han permitido ir más allá del pensum académico para compartir sus experiencias de vidas y anécdotas profesionales, que sin duda alguna han contribuido de manera sustancial al enriquecimiento de nuestra formación académica, profesional, ética moral y social.

Al Mgt. Luis Hidalgo, que contribuyó de manera activa en la revisión de mi investigación, compartiendo toda su experiencia y su gran calidad humana.

A CELEC EP Termoesmeraldas y sus directivos, que me brindaron todas las facilidades permitiéndome realizar el presente trabajo de investigación, una mención especial para el Ing. Evert Lastra en su calidad de Jefe de Seguridad Industrial.

A los compañeros de aula, que durante año y medio compartieron todas sus inquietudes y experiencia, momentos únicos que dejaron en evidencia su firme deseo de superación.

Al tiempo, como testigo silencioso de todo el esfuerzo, compromiso y empeño dejado en cada uno de las tareas y actividades académicas.

# TÍTULO

Evaluación de riesgos químicos en la Central Térmica Esmeraldas II.

## Resumen

La manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias químicas, sumado a la concentración de contaminantes y la frecuencia de exposición, son variables directas que incrementan la posibilidad de materialización de un peligro, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar los riesgos químicos a los que fueron expuestos los trabajadores de la Central Térmica Esmeraldas II. Para ello se aplicó una metodología de corte descriptiva con un enfoque mixto cuali-cuantitativo, que permitió reconocer los factores de riesgo a los que se exponen los trabajadores en el desempeño de sus actividades laborales. La técnica de investigación empleada para la recolección de datos fue la observación de campo, entrevistas y aplicación del cuestionario NTP 749: evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos dirigida a 60 trabajadores del área de operación, mantenimiento y áreas administrativas, mediante la cual se dio cumplimiento a los objetivos específicos. Entre los resultados más relevantes de esta exploración tenemos la identificación de 10 peligros potenciales de causar daño, y los puestos de trabajo con mayor exposición a riesgos químicos son los operadores técnicos de laboratorio, con una evaluación de nivel de riesgo moderado en 7 de los 10 peligros identificados como potenciales y las afecciones del sistema respiratorio como la consecuencia con mayor frecuencia. Además se evidenció que existe desconocimiento de las normas de seguridad y carencia de un programa de monitoreo de las sustancias químicas que permita tomar decisiones preventivas o correctivas para minimizar la exposición del personal. A partir de estos hallazgos se trabajó en la implementación de medidas de control necesarias para reducir la exposición a los riesgos químicos, finalmente se realizó la sustitución del uso de hidracina por morfolina, eliminando así la exposición a compuestos cancerígenos en los operadores químicos.

**Palabras claves:** Riesgos químicos, Sustancias químicas, Prevención, Evaluación de riesgos, Central Térmica.

## **TITLE**

Assessment of chemical risks at the Esmeraldas II Thermal Power Plant

### **Abstract**

The handling, storage and transport of chemical substances, added to the concentration of pollutants and the frequency of exposure, are direct variables that increase the possibility of a hazard materializing, the present research work aimed to assess the chemical risks to which The operating workers were exposed at the Esmeraldas II Thermal Power Plant, which has an installed capacity of 96 MW, with twelve internal combustion engines in the generating sets. For this, a descriptive methodology was applied with a mixed qualitative-quantitative approach, which allowed us to recognize the risk factors to which workers are exposed in the performance of their work activities. The research technique used for data collection was field observation, interviews and application of the NTP 749 questionnaire: evaluation of the risk of accident by chemical agents directed to 36 workers in the area of operation through which the specific objectives were met . Among the most relevant results of this exploration we have the identification of 10 potential dangers of causing harm, and the jobs with the greatest exposure to chemical risks are laboratory technical operators, with a moderate level of risk in 7 of the 10 identified hazards as potential and respiratory system affections as the consequence most often. In addition, it was evidenced that there is a lack of knowledge of the safety regulations and the lack of a monitoring program for chemical substances that allows preventive or corrective decisions to be taken to minimize the exposure of personnel. Based on these findings, work was carried out on the implementation of necessary control measures to reduce exposure to chemical risks, finally the use of hydrazine was replaced by morpholine, thus eliminating exposure to carcinogenic compounds in chemical operators.

### **Keywords**

Chemical Risks, Chemical Substances, Prevention, Risk Assessment, Thermal Power Plant.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD .....	3
CERTIFICACIÓN .....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
TÍTULO .....	7
Resumen .....	7
Abstract .....	8
Keywords .....	8
Evaluación de riesgos químicos en la Central Térmica Esmeraldas II .....	14
.....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
Presentación del tema.....	15
Justificación.....	19
Objetivos .....	19
General .....	19
Específicos .....	19
CAPÍTULO I.....	20
1. MARCO TEÓRICO .....	20
1.1 Fundamentación teórico-conceptual .....	20
1.1.2.1 Factores de riesgos .....	21
1.1.2.1.1 Riesgos químicos.....	21
1.1.7Accidente Químico.....	22
1.1.8 Contaminante químico en el trabajo.....	25
1.1.9 Zona de respiración .....	26
1.1.10 Exposición a sustancias químicas peligrosas .....	26
1.1.10.1Exposición diaria (ED).....	26
1.1.10.2 Límite de exposición ponderado por tiempo (VLA-ED) .....	27
1.1.10.3Exposición de corta duración (EC) .....	27
1.1.10.4 Límite de exposición a corto plazo (VLA-EC) .....	28

1.1.11 Valores límites ambientales (VLA).....	28
1.1.11.1 Morbilidad.....	28
1.1.13 Centrales termoeléctricas y los riesgos químicos.....	30
1.2 Antecedentes .....	30
1.3 Fundamentación Legal .....	33
CAPÍTULO II .....	35
2. METODOLOGÍA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.1 Tipo de estudio.....	35
2.3 Población y muestra .....	36
2.4 Técnica de instrumentos.....	37
2.5 Recolección de información.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.6 Análisis de datos .....	37
CAPÍTULO III.....	38
3. RESULTADO .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.1 resultados del cuestionario de exposición a riesgos químicos.....	38
3.1 Confiabilidad del instrumento .....	40
3.2 Identificación de sustancias químicas. ....	44
3.2.1 Clasificación de riesgos de sustancias químicas .....	45
3.3 Identificación de riesgos químicos.....	46
3.4 Identificación de sustancias químicas. ....	47
3.5 Actividades laborales .....	48
3.7 Evaluación de riesgos químicos .....	51
3.7.1 Aplicación de Matriz de riesgo .....	52
3.7.2 Estimación del nivel de riesgo .....	55
CAPÍTULO IV .....	58
4.1 Discusión.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CAPÍTULO V .....	60
5.1 CONCLUSIONES .....	60
5.2 RECOMENDACIONES .....	61
Referencias.....	63

## LISTA DE FIGURAS

<i>Ilustración 1: Central Térmica Esmeraldas II</i> .....	14
<i>Ilustración 2: Niveles de Riesgo de acuerdo a la metodología INSHT</i> .....	29
<i>Ilustración 3: Sustancias químicas peligrosas por procesos</i> .....	47
<i>Ilustración 4: Actividad laborar.</i> .....	48
<i>Ilustración 5: Puesto de trabajo.</i> .....	49
<i>Ilustración 6: Información accesible a fichas de seguridad</i> .....	50
<i>Ilustración 7: Riegos asociados a la actividad.</i> .....	50
<i>Ilustración 8: Per sección de seguridad. Fuente: Encuesta aplicada</i> .....	51

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Operacionalización de variable riesgo químico.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 2: Población para la investigación.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 3: Agentes químicos. Exposición.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 4: Alfa de Cronbach .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 5: Cálculo para el instrumento utilizado.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 6: Sustancias químicas utilizadas en los procesos.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 7: Límites de exposición para agentes químicos .....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 8: Riesgos Asociados a las actividades .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 9: Evaluación riesgo del técnico operador.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 10: Evaluación riesgo del Técnico Eléctrico .....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 11: Evaluación riesgo del Técnico Mecánicos.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 12: Evaluación riesgo del Técnico Instrumentista .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 13: Evaluación riesgo del Técnico Químico .....</i>	<i>55</i>

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1; Cuestionarios de NTP 749: Evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos

Anexo 2; Cuestionario 9. Agentes químicos. Seguridad; condiciones de seguridad.

Anexo 3; Cuestionario 10. Agentes químicos. Exposición.

Anexo 4: formato de matriz general de riesgo.

Anexo 5: fotos de encuestas y entrevistas de campo

Anexo 6: Solicitud de permiso para recabar información en la CTE-II.

Anexo 7: Manuel de puesta en marcha Central Térmica Esmeraldas II

## Evaluación de riesgos químicos en la Central Térmica Esmeraldas II

Ilustración 1: Central Térmica Esmeraldas II



# INTRODUCCIÓN

## Presentación del tema

La adecuada gestión de los riesgos químicos se fundamenta en la correcta y oportuna identificación para su posterior evaluación. Los riesgos químicos parecerían ser un tema exclusivo del sector industrial dada su mayor incidencia en estas área, pero de hecho junto con los riesgos físicos y biológicos, estos son los de mayor trascendencia en incidentes, accidentes, lesiones o enfermedades producidas por exposición a altas cantidades de contaminantes tóxicos o a bajas concentraciones por periodos muy extendidos de tiempo, afectando la salud de los trabajadores en particular, la población y medio ambiente en general. “Sumado a los millones de productos químicos disponibles hoy en día se estima que cada año ingresan al mercado mundial más de 1000 sustancias químicas nuevas para diferentes aplicaciones, que si bien es cierto están orientadas a mejorar los niveles de producción y competitividad, acarrea un inminente incremento en el riesgo de exposición de la salud humana” (Hill, 1999, p.480).

A partir de esta definición se puede entender que la exposición al sinnúmero de sustancias químicas es innegablemente alta, y muestra de la preocupación mundial es que la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) establece lineamiento para la utilización y manipulación de sustancias químicas aptas para el ser humano a fin de preservar el bienestar integral de la población, mientras que la Organización Internacional del Trabajo (OTI, 1919) establece la importancia de los estudios de riesgos sobre la toxicidad a causa de elementos químicos dañinos para promover y garantizar la seguridad de los trabajadores.

Todos los riesgos asociados a las actividades laborales ameritan ser observados, medidos, valorados y gestionados. Gestionar los riesgos químicos permite mitigar el riesgo o prevenir enfermedades y accidentes relacionados a este, por medio de acciones tales como; conocer las fichas técnicas de las diferentes sustancias químicas, ya sean líquidas, sólidas o gaseosas, elaborar programas de capacitación acorde con los requerimientos y necesidades de cada industria y cada puesto de trabajo, desarrollar y definir planes de emergencias para

estos riesgos, determinar parámetros para la vigilancia de la salud de los trabajadores, implementar sistemas integrales en gestión de riesgos.

Sarra (2018) afirma que “a través de un enfoque general se pueden y deben adoptar normas básicas para la prevención de los riesgos de origen químico, pero basado en estos mismo datos se observa que los lineamientos básicos generales no son suficiente”, y que debe desarrollarse estudios específicos por cada sector, industria, región y puesto de trabajo para contar con herramientas igual de específicas orientadas a la prevención (p.149).

En el 2005 el Consejo de Seguridad Química de los Estados Unidos posterior a una investigación concluyó que los factores químicos como; presencia de gases y atmósfera inflamable, fueron la causa principal de la explosión de la refinería de BP en Texas, a partir de esto, Porras (2007) afirma “la necesidad de incorporar el manejo de sustancia y residuos peligrosos en los planes de gestión de riesgos” (p.87).

En ambos casos una evaluación preventiva oportuna pudo haber marcado una diferencia en el desenlace de los hechos, tanto la medición de atmósfera, como el conocimiento de los efectos sobre la salud que algunas sustancias químicas pueden causar.

Esta investigación se realiza en la Central Térmica de combustión interna Esmeraldas II, que por la naturaleza de sus actividades emplea varias sustancias químicas, las que se identifican como peligrosas y la exposición a estas podría generar afectaciones a la salud.

## **Planteamiento del problema**

Alrededor del mundo existen millones de trabajadores que por la naturaleza de sus actividades laborales se ven expuestos a un sinnúmero de sustancias químicas peligrosas, la Organización Internacional del Trabajo, en el 2010, lista más de 40 enfermedades a causa de la exposición a agentes químicos, mientras que la OMS (1996) a través del Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas establece las bases científicas para una adecuada gestión y prevención de riesgos derivados de la exposición a sustancias químicas ya sea por extracción, producción, manipulación, uso, transporte o eliminación, a fin de garantizar la seguridad de la salud humana y del medio ambiente ( p. 8).

En latinoamericana la preocupación por la gestión de riesgos laborales asociados a los factores de riesgos químicos, impulsó un taller entre la Organización Panamericana de la Salud y el ministerio de salud de Canadá en el 2016 (Humana, Canadá, & Latina, 2016, p.17), del cual se desprenden proyecciones, que indican que la producción y uso de sustancias químicas se incrementará en todos los países y con mayor intensidad en países en vías de desarrollo, pero resulta de mucha preocupación la ausencia de este tipo de programas en Ecuador que entre el 2013 al 2018 se han registrado más de 120.901 accidentes laborales, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS, 2018) pero no se cuenta con datos precisos sobre los principales factores de riesgos causantes de estos accidentes.

Una publicación realizada por Gasteiz (2008) en el Foro Mundial de Energía indica que las centrales termoeléctricas representan cerca del 41% de la generación eléctrica mundial, mientras que en el país representa el 8%, con tendencia a la baja, esto debido al gran impacto socio-ambiental que pueden generar en su proceso productivo. La modernización y los avances tecnológicos en los procesos industriales conllevan a una mayor utilización de agentes químicos y esto influyen de manera directa en la frecuencia de exposiciones de los trabajadores,) de aquí la importancia de contar con bases de datos confiables y actualizados que permitan identificar todas las sustancias químicas, su toxicidad, límites de exposición y métodos de prevención, un correcto control y prevención de riesgos asociados al uso de sustancias químicas puede evitar accidentes laborales o enfermedades ocupacionales (p. 54).

La Central Térmica Esmeraldas 2, fue construida en el 2013, con el fin de suplir el déficit energético del país, esta central cuenta con una potencia instalada de 96 MW, a través de 12 motores de combustión interna para fuel oíl N°6, para su normal operación y funcionamiento se emplea alrededor de 60 personas, entre personal de mantenimiento, administrativo y operación.

En la Central Térmica Esmeraldas II, el proceso inicia a partir de la combustión de combustible fósiles procedente el petróleo tales como diésel y fuel oíl N°6, los motores giran engranados a un generador que da paso a la generación eléctrica, para esto es necesario que se dé un tratamiento químico, monitoreo y análisis a todos los fluidos inherentes al proceso, tales como; agua para enfriamiento, agua para la generación de vapor, aceite lubricante, combustible liviano, combustible pesado, a más de las emisiones gaseosas, emisiones sólidas y emisiones líquidas, los trabajadores intervienen de manera directa en cada uno de los procesos, ya sea como ejecutores, operadores, analistas etc., lo que representa un alto riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

La corporación cuenta con programas generales de prevención de riesgos laborales, pero no se ajustan a la realidad de cada central Térmica, Esmeraldas II no cuenta con planes o programas de prevención específicos para riesgos químicos que permitan evaluar el nivel de riesgo y en función de esta evaluación impulsar medidas de control y prevención.

Para ello es necesario responder algunas interrogantes como:

¿Existen sustancias peligrosas capaces de generar algún tipo de riesgo de factor químico en los diferentes procesos de la Central Esmeraldas II?

¿Cuáles es el nivel de riesgo que se genera por la exposición o manipulación de sustancias peligrosas?

¿Cuáles son los puestos de trabajo de mayor peligro determinado por la evaluación aplicada?

A fin de que el resultado de esta investigación apoye la gestión de identificación y control de riesgos químicos.

## **Justificación**

El resultado de esta investigación será un valioso aporte como línea base para elaborar planes de seguridad, de emergencia, protocolos de manejo de sustancias químicas, programas de señalización acorde con la realidad y necesidades para prevenir incidentes, accidentes o enfermedades ocupacionales por exposición a riesgos químicos.

El porcentaje de incidentes en la central termoeléctrica ha aumentado lentamente. Los niveles de prevención por exposición, en área o puesto de trabajo que puedan alertar este tipo de estudios en relación con los riesgos químicos, aportaría de manera directa a la gestión desarrollada por el personal del departamento de seguridad y salud en el trabajo beneficiando de manera indirecta a los trabajadores de los departamentos de mantenimiento mecánicos, mantenimiento eléctrico y operación a través de la identificación de riesgos que permitan el desarrollo de herramientas para la mejora continua en prevención y gestión de riesgos.

Adicionalmente se pretende incorporar medidas de concientización hacia una cultura de prevención para la manipulación y uso de sustancias químicas que son utilizadas en la Central Térmica.

## **Objetivos**

### **General**

- Evaluar los riesgos químicos en la Central Térmica Esmeraldas II.

### **Específicos**

- Identificar todas las sustancias químicas que se utilizan en el proceso de generación eléctrica en la Central Térmica Esmeraldas II.
- Aplicar una matriz de riesgo por puesto de trabajo.
- Desarrollar medidas preventivas para controlar, minimizar o eliminar la exposición a sustancias químicas peligrosas que originen situaciones de riesgo.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Fundamentación teórico-conceptual

#### 1.1.1 Seguridad y salud laboral

La seguridad y salud laboral, de acuerdo con Díaz (2015) afirma que es el desarrollo de las actividades laborales sean estas profesionales u ocupacionales, en ambientes seguros, evitando la exposición a riesgos que puedan generar afecciones a la salud (p. 3)

De acuerdo con la *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA, 2007), la necesidad de identificar el peligro como una acción preventiva, puede evitar la aparición de un incidente o lesión, enfermedad o fatalidad, o cualquier situación de emergencia en el desempeño laboral, ante esto la seguridad y salud en el trabajo se define como todas las gestiones legales, administrativa y técnicas que lleven a cabo las organizaciones para garantizar el bienestar integral de las personas tales como, trabajadores, empleados, visitantes, contratistas, proveedores y de todos aquellos que estén expuesto al área de trabajo.

La Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2019) ha adoptado más de 40 normas que abarcan específicamente la seguridad en el trabajo y más de 40 repertorios sobre recomendaciones prácticas orientadas la seguridad y la salud en el trabajo, en el convenio sobre la seguridad en la utilización de productos químicos, C170, publicado en 1993, se establecen los criterios de prevención de productos químicos en: producción, manipulación, almacenamiento, transporte, eliminación y el tratamiento de los desechos, emisión resultante del trabajo, mantenimiento, reparación y la limpieza de equipo y recipientes utilizados para los productos químicos.

Actualmente se listan más de 1700 fichas internacionales de seguridad química (FISQ) que proporcionan información esencial sobre salud y seguridad en relación con los productos químicos, a fin de promover un uso seguro. (OMS, 2019)

### 1.1.2 Los riesgos laborales y su peligrosidad

#### 1.1.2.1 Factores de riesgos

Arroyo (2014) define riesgos laborales como la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de las actividades laborales. Los factores de riesgos laborales son muchos y pueden clasificarse de acuerdo con su origen; riesgos derivados de las condiciones de seguridad del trabajo o del proceso productivo, riesgos físicos, riesgos ergonómicos, riesgos de tipo mecánicos, riesgos químicos, riesgos biológicos, riesgos psicológicos y riesgos mayores (p.14)

“Las sustancias químicas son consideradas peligrosas principalmente por sus características, que pueden afectar tanto el ambiente y los seres vivos fundamentalmente, por lo que la producción, uso, manejo y transporte, significan un alto riesgo de afectación a la salud y al ambiente” (González, 2015, p.41).

##### 1.1.2.1.1 Riesgos químicos

Gonzales (2015) define como riesgo químico a la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos ya sean estos líquidos, sólidos, gaseosos o vapores ácidos, alcalinos, irritantes o corrosivos. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo (p.70).

Mientras que Diaz (2015) asegura que los riesgos químicos son los originados por la exposición a contaminantes o agentes que se encuentran en el ambiente de trabajo, ya sea en forma líquida, sólida o gaseosa capaces de generar un incidente, accidente o producir daño en el organismo en determinadas concentraciones, por ejemplo la exposición a sustancias tóxicas, corrosivas nocivas, irritantes, entre otros. El riesgo químico es aquel que se genera por la exposición no controlada a diferentes sustancias químicas o residuos potencialmente peligrosos de los denominados agentes químicos (p.62).

#### 1.1.2.1.2 Agente químico como factor de riesgo

Se define como agente químico a todo tipo de sustancia o producto que pueda afectar la salud, cuando se mantiene contacto directo con dicha sustancias, o incluso aunque en el desempeño de nuestras tareas no se mantenga contacto directamente con el agente químico. (Díaz, 2015, p. 66)

#### 1.1.3 Peligro

La capacidad intrínseca de un agente químico para causar efectos adversos en los organismos o salud en general del ser humano. También se puede definir como una fuente o situación con potencial de daño o términos de lesión o enfermedad daño a la propiedad, al ambiente de trabajo, al medio ambiente o una combinación de estas. (González, 2015, p. 15)

#### 1.1.4 Riesgo

La probabilidad de ocurrencia de un evento con consecuencias sociales o ambientales en un sitio particular y durante de un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad a los eventos (González, 2015).

#### 1.1.5 Amenaza

La probabilidad de que un fenómeno natural o humano, potencialmente capaz de causar daño y generar pérdidas, pueda suceder en un lapso de tiempo determinado (Marcos, 1996).

#### 1.1.6 Escenario de riesgo

Para Marcos (1996) el escenario de riesgo es la interacción de los diferentes factores de riesgo, amenaza y vulnerabilidad en un territorio en un momento dado. Debe describir y permitir identificar el tipo de daños y pérdidas que pueden generarse por la ocurrencia de un evento en determinadas condiciones de vulnerabilidad.

#### 1.1.7 Accidente Químico

Álvarez (2006), hace referencia a un acontecimiento o situación peligrosa que resulta de la liberación de una sustancia riesgosa para la salud o el medio ambiente a corto o largo plazo.

Estos acontecimientos pueden ser incendios, explosiones, fugas o liberaciones de sustancias tóxicas que pueden provocar enfermedad, lesión, invalidez o muerte.

Se clasifican en:

- Explosivos. Sustancias y preparaciones que pueden explotar bajo efecto de una llama o que son sensibles a los choques o fricciones. Por ejemplo: Nitroglicerina  
Precaución: evitar golpes, sacudidas, fricción, flamas o fuentes de calor.
- Inflamables. Sustancias y preparaciones: que pueden calentarse y finalmente inflamarse en contacto con el aire a una temperatura normal sin empleo de energía o que, en contacto con el agua o el aire húmedo, desenvuelven gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas. Por ejemplo: Benceno, Etanol, Acetona, etc.  
Precaución: evitar contacto con materiales ignitivos (aire, agua).
- Extremadamente inflamable. Sustancias y preparaciones líquidas, cuyo punto de inflamación se sitúa entre los 21 °C y los 55 °C. Por ejemplo: Hidrógeno, Etino, Éter etílico, etc.
- Comburentes. Sustancias que tienen la capacidad de incendiar otras sustancias, facilitando la combustión e impidiendo el combate del fuego. Por ejemplo: Oxígeno, Nitrato de potasio, Peróxido de hidrógeno y otras. Precaución: evitar su contacto con materiales combustibles. Peligro de Inflamación: Pueden favorecer los incendios comenzados y dificultar su extinción
- Corrosivos. Estos productos químicos causan destrucción de tejidos vivos y/o materiales inertes. Por ejemplo: Ácido clorhídrico, Ácido fluorhídrico, etc.  
Precaución: No inhalar y evitar el contacto con la piel, ojos y ropas.
- Irritante. Sustancias y preparaciones no corrosivas que por contacto inmediato prolongado o repetido con la piel o las mucosas, pueden provocar una reacción inflamatoria en el organismo, como el Cloruro de Calcio, Carbonato de Sodio.  
Precaución los gases no deben ser tocados e inhalados.
- Neumoconióticos. Sólidos que se acumulan en los pulmones como polvo de Carbón, Amianto, Algodón, Sílice, Asbesto, PVC y otros similares.
- Asfixiantes. Que impiden la llegada de oxígeno a los tejidos.

- Narcóticos. Que producen inconsciencia como cloroformo, alcoholes, éteres, cetonas.
- Cancerígenos. Producen tumores malignos como Amianto, Benceno, Tolueno, Cadmio, Plomo.
- Mutagénicos. Producen problemas hereditarios, como los Éteres de Glicol, Plomo.
- Teratogénicos. Producen malformaciones en el feto como las radiaciones ionizantes.
- Sistémicos que afectan un órgano de forma selectiva como Metales, Uranio.
- Nocivos. Sustancias y preparaciones que por inhalación, ingestión, o penetración cutánea pueden implicar riesgos a la salud de forma temporal o alérgica, como el Etanol, Diclorometano, Cloruro de Potasio, se debe evitar el contacto con el cuerpo humano y la inhalación de los vapores.
- Tóxicos. Sustancias y preparaciones que por inhalación, ingestión, o penetración cutánea, pueden implicar riesgos graves, agudos o crónicos a la salud, como el Cloruro de Bario, Monóxido de Carbono, Metanol, se debe evitar todo el contacto con el cuerpo humano.
- Muy Tóxicos. Los que por inhalación, ingesta o absorción de la piel, provocan graves problemas a la salud inclusive la muerte, como el Cianuro, trióxido de Arsenio, Nicotina. Se debe evitar todo contacto con el cuerpo.
- Radiactivos. Son los que emiten radiaciones nocivas para la salud pueden ser ionizantes, no ionizantes, radioisótopos.
- Ionizantes. Son los que emiten radiaciones ionizantes que son aquellas con energía suficiente para ionizar la materia extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo.
- No ionizantes. Son los que emiten radiaciones que no son capaces de extraer de la materia los electrones, produciendo como mucho excitaciones electrónicas.
- Peligrosos para el medio ambiente. Son los que en contacto con el medio ambiente puede provocar daños al ecosistema a corto o largo plazo, por su riesgo potencial no

deben ser descargados en las tuberías de alcantarillado, antes de ser tratados específicamente (p. 46).

Los factores de riesgo los determina la composición química de la sustancia, la forma material del producto, y la vía de penetración al organismo. Los agentes químicos pueden afectar la salud través de cuatro maneras:

#### 1.1.7.1 Por inhalación

Las partículas muy finas, los gases, neblina y los vapores se mezclan con el aire, penetran en el sistema respiratorio, siendo capaces de llegar hasta los alvéolos pulmonares y de allí pasar a la sangre. Según su naturaleza química provocará efectos de mayor a menor gravedad, atacando órganos como el cerebro, hígado, riñones y otros, por eso es imprescindible protegerse. Las partículas de mayor tamaño pueden ser filtradas por los cilios y el moco nasal, donde quedarán retenidas. (Cali, 2018, p.16)

#### 1.1.7.2 Por ingestión

A través de la ingesta o boca, la sustancia ingerida pueden conllevar un riesgo específico, algunas causan efecto inmediato en especial las corrosivas, a diferencia de otras que después de su absorción en el tracto digestivo, distribución y metabolización por el organismo pueden aparentar ser inocuas inicialmente. (Cali, 2018, p.18)

#### 1.1.7.3 Por contacto

El contacto directo de la piel con el elemento tóxico, puede producir intoxicación por absorción en el área cutánea, debido a que el tóxico puede atravesar la principal barrera de defensa y ser distribuido por el organismo, una vez ingresado al mismo, son especialmente peligrosos los liposolubles, como insecticidas y plaguicidas siendo esta la de mayor frecuencia y más alta exposición. Desde la perspectiva de la salud, las vías de exposición podrían ser un medio para clasificar los accidentes químicos (Cali, 2018, p.19).

#### 1.1.8 Contaminante químico en el trabajo

Es toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire, ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas mediante el desarrollo de sus actividades laborales. (FPRL, 2008)

De acuerdo con Cali (2018) casi cualquier sustancia química es capaz de producir un daño en el organismo humano:

- Si se absorbe en suficiente cantidad.
- Dependiendo de su toxicidad.
- Dependiendo de las vías de entrada en el organismo.

#### 1.1.9 Zona de respiración

El espacio alrededor de la cara del trabajador del que este toma el aire que respira. Con fines técnicos, una definición más precisa es la siguiente: semiesfera de 0,3 m de radio que se extiende por delante de la cara del trabajador, cuyo centro se localiza en el punto medio del rostro. (INST, 2019, p.14)

#### 1.1.10 Exposición a sustancias químicas peligrosas

Es la medida de la concentración y el tiempo o persistencia de un compuesto químico, u organismo dentro de un sistema definido. Se define como la presencia de un agente químico en el aire de la zona de respiración del trabajador. Se cuantifica en términos de la concentración del agente obtenida de las mediciones de exposición, referida al mismo período de referencia que el utilizado para el valor límite aplicable. En consecuencia, pueden definirse en exposiciones diarias y exposiciones de corta duración (INST, 2019, p.15).

##### 1.1.10.1 Exposición diaria (ED)

La exposición diaria es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias. La concentración media a dicha jornada estándar implica considerar el conjunto de las distintas exposiciones del trabajador a lo largo de la jornada real de trabajo, cada una con su correspondiente duración, como equivalente a una única exposición uniforme de ocho horas, esta exposición es posible calcularla a partir de la concentración de la sustancia química por la jornadas de trabajo sobre el tiempo estándar de trabajo. (INSST, 2019, p.15)

### Ecuación 1: Exposición diaria (ED)

$$ED = \frac{\sum(c_i * t_i)}{8}$$

8

Dónde:

$c_i$ : La concentración

$t_i$ : El tiempo de exposición, en horas, asociados a cada valor  $C_i$ .

#### 1.1.10.2 Límite de exposición ponderado por tiempo (VLA-ED)

Es el valor promedio ponderado por tiempo de exposición, para una jornada de 8 horas o una semana de 40 horas al que se cree que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos diariamente, sin sufrir efectos perjudiciales(INSST, 2020).

#### 1.1.10.3 Exposición de corta duración (EC)

También es posible determinar la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, esta puede ser calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior y se obtiene a partir del producto de la concentración de la sustancia química por la jornadas de trabajo sobre 15 minutos (INSST, 2019, p.16)

### Ecuación 2: Exposición de corta duración (EC)

$$ED = \frac{\sum(c_i * t_i)}{15}$$

15

Dónde:

$c_i$ : La concentración

$t_i$ : El tiempo de exposición, en minutos, asociados a cada valor  $C_i$ .

#### 1.1.10.4 Límite de exposición a corto plazo(VLA-EC)

Es un valor de exposición a corto plazo como la máxima concentración en aire de un agente químico, al cual los trabajadores pueden estar expuestos, siempre que no sea más de 15 minutos, y que ocurra no más de cuatro veces en un día de trabajo(INSST, 2019).

#### 1.1.11 Valores límites ambientales (VLA)

Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud. Se habla de la mayoría y no de la totalidad puesto que, debido a la amplitud de las diferencias de respuesta existentes entre los individuos, basadas tanto en factores genéticos o fisiológicos como en hábitos de vida, un pequeño porcentaje de trabajadores podría experimentar molestias a concentraciones inferiores a los VLA, e incluso resultar afectados más gravemente, sea por empeoramiento de una condición previa, sea desarrollando una patología laboral este valor puede calcularse a partir del producto de la concentración de la sustancia química por el peso molecular sobre la constante de 24,04 (INSST, 2019, p.18)

Ecuación 3: Valores límites ambientales (VLA)

$$VLA (mg/m^3) = \frac{VLA (ppm) * peso molecular (gramos)}{24,04}$$

Siendo 24,04 el volumen molar en litros en tales condiciones estándar.

##### 1.1.11.1 Morbilidad

Morbilidad es el índice de personas enfermas en un lugar y tiempo determinado. El índice o la tasa de morbilidad es un dato estadístico útil para estudiar los procesos de evolución y control de las enfermedades (OMS, 2020).

### 1.1.12 Matriz de riesgo.

Una matriz de riesgos es una herramienta sencilla para identificar los riesgos de mayor significancia e inherentes a todas las actividades de una organización, tanto de los procesos como de la fabricación de productos o prestación de servicios. Se emplea como un instrumento válido para mejorar el control de riesgos y la seguridad de en toda la organización. La matriz debe poseer ciertas características, como por ejemplo; ser clara, sencilla, ser una herramienta flexible que documente los procesos y permita evaluar de manera integral los riesgos de la organización.(Palma, 2011, p.631)

A través de una análisis cuantitativo se logra determinar la “probabilidad” de que el riesgo ocurra y un cálculo de los efectos potenciales o consecuencia en el trabajador de la organización.

La valorización del riesgo implica un análisis conjunto de la probabilidad de ocurrencia y el efecto en los resultados; puede efectuarse en términos cualitativos o cuantitativos, dependiendo de la importancia o disponibilidad de información.

La valorización cualitativa no involucra la cuantificación de parámetros, utiliza escalas descriptivas para evaluar la probabilidad de ocurrencia de cada evento. La evaluación cuantitativa utiliza valores numéricos o datos estadísticos, en vez de escalas cualitativas, para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada evento, procedimiento que definitivamente podría brindar una base más sólida para la toma de decisiones.

La aplicación de una matriz sirve para analizar el nivel de riesgo presente en los trabajos, para comparar por nivel de riesgo diferentes tareas, para proponer acciones concretas para disminuir los riesgos y para estimar el impacto que estas acciones tendrán sobre el nivel de riesgo de los trabajadores (ISO 31000).

***Ilustración 2: Niveles de Riesgo de acuerdo a la metodología INSHT***

<b>RIESGO = PROBABILIDAD x CONSECUENCIA</b>				
		<b>CONSECUENCIA</b>		
		Ligeramente Dañino (LD)	Dañino (D)	Extremadamente dañino (ED)
<b>PROBABILIDAD</b>	Baja (B)	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media (M)	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta (A)	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Fuente: INSHT, 2000.

### 1.1.13Centrales termoeléctricas y los riesgos químicos

La producción de energía eléctrica se ha convertido en un elemento indispensable para el desarrollo social, político y económico a nivel mundial, y la vida como se conoce actualmente con los niveles de progresos tecnológicos, sería inconcebible sin la electricidad. De acuerdo con Rojas (2016), la electricidad se genera a partir de fuentes primarias de energía, y el proceso de generación puede ser en carboeléctricas, termoeléctricas convencionales, termoeléctricas de ciclo combinado, hidroeléctricas, centrales eólicas, centrales nucleares, centrales solares, o centrales geotérmicas.

Zuk, Garibaya, Iniestra(2006), aseguran que indistintamente del origen de la energía eléctrica que se utiliza hoy en día, los procesos de generación, transmisión y distribución generan un impacto directo en los trabajadores además del impacto indirecto en la sociedad y el medio ambiente (p. 82).

La Agencia Internacional de Energía, (2010) define una central termoeléctrica de combustión interna como una instalación donde a través de la combustión, se aprovecha la energía química de los combustibles y se transforma en energía mecánica, posteriormente esta energía mecánica se usa para mover el rotor del generador, y este a través del diferencial de potencia en el campo magnético genera energía eléctrica.

## 1.2Antecedentes

Con un enfoque global sobre las centrales termoeléctricas y todos los riesgos laborales asociados a la generación, las evaluaciones de riesgos realizadas por Garrido

(2015), con el objetivo de evaluar los riesgos laborales, en base a los requerimientos de la Ley de prevención de riesgos laborales de España, a través los índices de morbilidad ,concluyó que en las centrales térmicas de ciclo combinado los accidentes que tienen mayor incidencia son; contactos térmicos 0.9%; irritación por gases contaminantes 0.9%; inhalación o ingestión de sustancias químicas nocivas 0.8%; contactos eléctricos 0.03; asfixias por gases 0.03% (p.8).

Mientras que un estudio realizado Vázquez Leyva, NoriegaElío, & López Arellano, (2005)en una planta generadora de energía eléctrica de la ciudad de México, a los trabajadores del sector eléctrico determinó que se generan una gran cantidad de riesgos físicos, químicos y mecánicos. El estudio fue transversal, se realizó en dos fases: en la primera se identificó el proceso de trabajo de manera general y específica, la detección de los principales riesgos laborales, en la segunda se identificó el perfil de morbilidad, como instrumento de recolección de datos se utilizó la entrevista, revisión de los expedientes clínicos de los trabajadores y los reportes de accidentes de trabajo. El estudio demostró que las infecciones de las vías respiratorias y los trastornos relacionados con situaciones de estrés fueron las dos causas de morbilidad más importantes (p. 5).

En el año 2015 se publicó una investigación sobre la identificación, análisis y evaluación de riesgos laborales en las centrales térmicas en Argentina, la investigación fue de carácter descriptiva, donde el instrumento de recolección de datos utilizado fue un cuestionario de preguntas del instituto de seguridad y salud en el trabajo de España, posterior al análisis la investigación concluyó que en las condiciones actuales de trabajo los riesgos laborales de mayor importancia dentro de las instalaciones de las centrales térmicas, es el riesgo de explosión e incendio, mientras que los factor de riesgos químicos son de gran importancia pero la falta de estadística no permite hacer una correcta evaluación de la incidencia de los accidentes a causa de este tipo de factores de riesgo (Ruiz, 2015, p.46).

Durante el 2016 en Perú, se realizó un trabajo de investigación sobre el diseño e implementación de un plan de seguridad e higiene ocupacional para la Central Térmica de Emergencia Trujillo de 60 MW, basado en los requisitos de la norma OHSAS 18001:2007 con la finalidad de minimizar los riesgos y reducir el índice de accidentes. Se realizó un diagnóstico de la seguridad a 68 trabajadores. La metodología aplicada fue el diseño no experimental transversal, donde se describe los acontecimientos y eventos reales sin manipulación, obtenidos a través de la observación directa y entrevistas personales, el

estudio concluye que el diseño e implementación de un plan de seguridad e higiene ocupacional para la Central Térmica de Emergencia Trujillo permitirá disminuir eficientemente los riesgos y así mismo el índice de accidentabilidad. (Tanaka, 2016, p.55)

En el país hay pocos estudios especializados en la gestión de riesgos químicos de manera particular, que se hayan realizado en centrales termoeléctricas de combustión interna, pero existen enfoques generales que aportan bases importantes para continuar con este tipo de estudio, la siguiente investigación si bien es cierto no se centra en el análisis de riesgos químicos como foco de posible afección a los trabajadores, detalla algunos de las principales sustancias químicas nocivas que se derivan de una central térmica. Entre el 2012 al 2015 se Layana, (2017) desarrolló una investigación en la Central Termogas Machala, con la finalidad de evaluar los impactos ambientales al recurso hídrico derivados de la operación de la Central Termoeléctrica, como instrumento se utilizaron los análisis físico-químicos de las descargas líquidas de la Central, del cual se desprende que los parámetros físico-químicos y contaminantes biológicos en el agua de descarga cumple con las regulaciones legales vigentes. Se concluye que la contaminación química como biológica del sector se procede de fuentes externas al proceso de generación eléctrica.

En el 2015, un estudio realizado Zambrano (2015) en la Empresa Pública CELEC - Termopichincha, cantón Quevedo, por estudiantes de la Universidad Técnica de Quevedo, el cual tenía como objetivo primordial diseñar un sistema de gestión técnica para la prevención de riesgos, se basó en identificación de riesgos y condiciones inseguras a través de la observación, y mediante la aplicación de una matriz de riesgos, evaluando la manipulación de químicos, entre otros. Esta investigación concluyó que, el 33.33% corresponde al factor de riesgo en el puesto de trabajo son los químicos, mientras que el 23.33% son mecánicos y ergonómicos el 16.33 físico y el 3.33% psicosocial. En función de esto se documentó se actualizo, todos los diversos procedimientos orientados a un sistema de gestión técnico para la prevención de riesgos dentro de la organización (p.28).

Mientras que el 2019 en la empresa de generación eléctrica ELECAUSTRO S.A. Yuquilima (2019) desarrolló una evaluación del nivel de riesgo mecánico, físico, químico y ergonómico al que se exponen los trabajadores para determinar los cargos críticos y los factores de riesgos que requieren mayores acciones preventivas, la información se recolecto a través del cuestionario de la metodología GTC 45 (2012-06-20). Finalmente el trabajo

concluyó que los factores de riesgo a los que están expuestos los trabajadores de grado II, ACEPTABLE CON CONTROL.

### **1.3 Fundamentación Legal**

Considerando que el objetivo de esta investigación es evaluar los riesgos químicos a los que se exponen los trabajadores de la Central Térmica Esmeraldas II, esta investigación se fundamenta en la legislación aplicable en el Ecuador, que en su Constitución de la República del Ecuador (CRE, 2008), a través del Art. 33 establece que toda actividad laboral debe realizarse en un ambiente seguro y saludable, y Art. 326, numeral 5; “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” y en el art. 332 cita la eliminación de riesgos laborales a los trabajadores a fin de no afectar a su salud (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

A su vez los organismos internacionales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), a través de los convenios C81, C120 y C152, establecen bases jurídicas y lineamientos legales para las inspecciones en el área de trabajo, control de higiene industrial, y protocolos de exposición máxima, de acuerdo con este organismo el Ecuador ha ratificado 61 convenios de carácter vinculante.

Mientras que Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (IASST) da directrices para la gestión administrativa que se consideran en esta investigación para presentar la información estadística a fin de medir y disminuir o eliminar los riesgos a la salud del trabajador, mediante la aplicación de medidas de control (Comunidad Andina, 2008).

#### **Leyes y Reglamentos**

El Código de Trabajo (CD) a través del capítulo IV; De la prevención de los riesgos del trabajo propios de la empresa, y capítulo VII; De la vigilancia de la salud de los trabajadores, cita la importancia y obligación de prevenir riesgos y precautelar la salud de los trabajadores (Código de trabajo, 2005).

Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, que en su capítulo V, menciona las condiciones generales y riesgos químicos, dado que todos los trabajadores empleados en procesos industriales sometidos a la acción de sustancias químicas que impliquen riesgos especiales, serán instruidos teórica y prácticamente (IESS, 2010).

Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2011: El Seguro General de Riesgos en el Trabajo protege a todos los trabajadores afiliados y al empleador con programas de prevención a través de la adopción de medidas de control, que prioricen la protección colectiva a la individual.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) establece algunas normas aplicables a la seguridad laboral.

NTE INEN (2 288:2000): productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución. Requisitos.

NTE INEN (2 266:2000): transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos. Requisitos.

También es importante indicar que para identificar los peligros y evaluar los riesgos asociados por la utilización de los productos o sustancias químicas se usará como fundamento la norma NTP 749 la misma que da los lineamientos simplificados para de evaluación del riesgo químico. (INSHT, 2004)

## **CAPÍTULO II METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo de estudio**

La investigación científica es fundamental y de suma importancia, puesto que es una herramienta o técnica con la que cuenta el ser humano para explicar, interpretar y transformar la realidad de los acontecimientos.

De modo que, esta investigación se desarrolló en la Central Térmica Esmeraldas II, durante el 2019, el estudio fue una investigación cuali-cuantitativa, ya que se basó en la observación y recolección de datos a través del cuestionario NTP 749 simplificados para de evaluación del riesgo químico, toda la información que se obtuvo se procesó numéricamente con procedimientos estadísticos, bajo un enfoque descriptivo y transversal, no experimental, se expresó como identificar y evaluar las variables riesgos químicos, a los que estuvieron expuestos los trabajadores, sin manipularla ni influir en ella.

### **2.2 Definición conceptual y operacionalización de las variables**

A través de la Tabla 1, se expresa la descripción y descomposición de la variable: riesgos químicos, para operacionalizar y desarrollar un instrumento de evaluación.

**Tabla 1: Operacionalización de variable riesgo químico**

<b>VARIABLES</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Riesgos químicos</b>	exposición a contaminantes o agentes que se encuentran en el ambiente	Se identificará, evaluará la exposición a riesgos químicos de los trabajadores a	Identificación de S. Q.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Existencia de inventario</li><li>- Existencia etiquetado</li><li>- Existencia de señalización áreas de trabajo</li><li>- Existencia de señalización en tuberías.</li></ul>

de trabajo, capaces de generar un incidente, accidente o producir daño a la salud (Díaz, 2015)	través de la aplicación de un cuestionario normado por el INSHT-NTP 749	Evaluación del riesgo	- Existencias de capacitaciones
			- Concentración de las S.Q - Existencia de incidentes - Existencia de accidentes - Casos de enfermedades
		Actividad laboral	- Puesto de trabajo - Existencias de formación en manipulación de S.Q. - Condiciones de seguridad en el área de trabajo

Fuente: INSHT-NTP 749, p. 4  
Elaboración propia

### 2.3 Población y muestra

Para el desarrollo de esta investigación, el estudio se realizó a los 36 trabajadores del área operativa, 20 trabajadores de área de mantenimiento y 4 administrativos de la Central Térmica Esmeraldas II, dando una población total de 60 personas, distribuidos en diferentes áreas de acuerdo a la Tabla 2, y considerando que la población total es relativamente pequeña, no es necesario sacar una muestra, sino que se aplicó el cuestionario a toda la población.

**Tabla 2: Población para la investigación**

Área	Población
Operación	36
Mantenimiento	20
Administrativos	4
<b>Total</b>	<b>60</b>

Fuente: Celec EP  
Elaboración propia

## **2.4 Técnica de instrumentos**

La información necesaria para el desarrollo de la investigación se obtuvo en tres dimensiones; Identificación de sustancias químicas; mediante la revisión del inventario de sustancias químicas, fichas técnicas y hojas de seguridad; actividad laboral: para esto se realizó entrevistas y observaciones de campo, luego se contrastó con la información de Talento Humano; y posterior a esto se aplicó una evaluación del riesgo a través de la técnica de la encuesta con un instrumento; cuestionario, el cual permitió identificar y evaluar los riesgos químicos a los que están expuestos los trabajadores de las Central Térmica Esmeraldas II. Se empleó el instrumento válido de acuerdo con NTP 749: Evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos.

Para determinar la confiabilidad del instrumento se lo hizo expresando un coeficiente de confiabilidad, dicho coeficiente se obtuvo aplicando Alfa de Cronbach, con el programa estadístico SPSS.

## **2.5 Análisis de datos**

Previo a la recolección de datos para el análisis de esta investigación, se realizó la gestión necesaria para contar con las autorizaciones por escrito de las autoridades pertinentes;

- Solicitud al gerente de la unidad de negocios Termoesmeraldas, para el levantamiento de información.
- Autorización para la aplicación del instrumento de recolección de información.
- Aprobación verbal de cada uno de los trabajadores sujetos al estudio.

Todos los datos que se obtuvieron mediante la aplicación del cuestionario de NTP 749: Evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos, fueron procesados mediante el programa de cálculo Excel (2010).

## CAPÍTULO III RESULTADO

### 3.1 Resultados del cuestionario de exposición a riesgos químicos

De la aplicación del cuestionario diseñado por el Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (INSST), a los 60 trabajadores de la central térmica, como se muestra en la tabla N°3, se logró la participación del 100%, obteniendo los siguientes datos:

**Tabla 3: Agentes químicos. Exposición**

PREGUNTAS DEL INSTRUMENTO		SI	NO	BLANCOS
"AGENTES QUÍMICOS - EXPOSICIÓN"				
1	Se almacenan, usan o manipulan en la empresa agentes que pueden generar accidentes o afectar a la salud.	46	2	12
2	Están correcta y permanentemente identificados y señalizados todos los agentes químicos peligrosos y se dispone de sus fichas de seguridad (FDS/MSDS).	38	10	12
3	Se evalúan los riesgos basándose en FDS, valores límite, cantidades usadas y almacenadas, exposición, efecto de las medidas preventivas y resultados de la vigilancia de la salud.	16	6	26
4	Está usted informado(a) de los resultados de la evaluación de riesgo, tienen acceso a las FDS y está capacitado en el uso de los métodos de trabajo aplicables en la empresa.	16	32	12
5	Se almacenan los agentes químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	28	6	14
6	Se almacenan los productos inflamables en armarios protegidos o en recintos especiales.	32	16	0
7	Está correctamente ventilada el área de almacenamiento, sea por tiro natural o forzado.	34	12	2
8	Ofrecen suficiente resistencia física o química los envases de	44	2	14

---

	almacenamiento de sustancias peligrosas.			
9	Son totalmente seguros los envases de sustancias peligrosas que se usan.	38	8	2
10	Está asegurada la retención en la zona de almacenamiento, en caso de fugas o derrames masivos de líquidos corrosivos o inflamables.	30	16	2
11	Se evita trasvasar productos por vertido libre.	34	14	0
12	Se controla la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables.	24	18	6
13	Es antiexplosiva la instalación eléctrica, al tiempo que están controlados los focos de ignición, en las zonas de atmósferas inflamables.	30	14	4
14	Se realizan en áreas bien ventiladas o con aspiración forzada las operaciones que emiten vapores o gases tóxicos.	38	8	2
15	Se dispone y se usan equipos de protección individual en la realización de operaciones con productos peligrosos.	46	2	0
16	Se precisa de autorización para la realización de operaciones con riesgo en recipientes que contienen o han contenido productos peligrosos.	32	12	4
17	Se dispone de procedimientos escritos para la realización de actividades que pueden ocasionar accidentes graves.	34	14	0
18	Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o control de fugas.	44	4	0
19	Se sigue la legislación vigente en la eliminación de residuos peligrosos y sus envases.	42	4	2
20	Los residuos de las operaciones de limpieza y la recogida de derrames se tratan también según lo legislado.	34	0	14
21	Se realizan de forma segura las operaciones de limpieza.	40	8	0
22	Existen duchas descontaminadoras y fuentes lavaojos próximas a los lugares donde es factible la proyección de líquidos peligrosos.	12	36	0
23	Están suficientemente controlados los procesos químicos peligrosos.	16	4	28
24	Se dispone de un Plan de Emergencia acorde a la normativa aplicable específicamente a la empresa	34	0	14

---

Fuente: Cuestionario 10(INSST, 2019).

Elaboración propia

### 3.1 Confiabilidad del instrumento

Para verificar la confiabilidad del instrumento y demostrar su validez a partir del cálculo del Alfa de Cronbach, con los datos obtenidos de los cuestionarios aplicados a los trabajadores.

El Coeficiente Alfa de Cronbach, requiere una sola administración del instrumento de medición y produce valores que oscilan entre 0 y 1, Cuanto más se aproxime al número 1, mayor será la fiabilidad del instrumento subyacente y se expresa como un coeficiente para evaluar el grado en que los ítems de un instrumento están correlacionados (Soler, 2012, p. 6).

Se obtuvo un valor de 0,85 y se considera confiable la aplicación de este instrumento.

**Tabla 4: Alfa de Cronbach**

ID	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	Ítem 11	Ítem 12	Ítem 13	Ítem 14	Ítem 15	Ítem 16	Ítem 17	Ítem 18	Ítem 19	Ítem 20	Ítem 21	Ítem 22	Ítem 23	Ítem 24	Ítem 25	suma	
1	1	1	3	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	3	3	40	
2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	1	34	
3	1	2	3	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	51
4	1	1	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	3	1	39	
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	1	29
6	1	1	3	2	1	2	1	1	1		2			1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	3	1	32	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
8	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	33
9	1	2	3	2	3	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	1	2	2	3	3	46
10	1	1	2	3	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	3	2	2	2	1	3	43
11	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	29
12	1	1	1	3	2	3	1			2	1				1		2	1		1	1	2	2	3	1	28	
13	1	1	1	3	2	3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	38
14	1	1	1	3	2	1	1	2	1	1	2	2		1	2	1	1	1	1	3	1	2	2	3	1	36	
15	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	1	33





A partir de las varianzas, el alfa de Cronbach se calcula así:

$$a = \left[ \frac{K}{k - 1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum Si}{St} \right]$$

Donde

Si es la varianza del ítem

St es la varianza de los valores totales observados

K es el número de preguntas o ítems.

**Tabla 5: Cálculo para el instrumento utilizado**

a (alfa de Cronbach)	0,852					
k (número de Ítem)	25 ítems					
Si (varianza de cada ítem)	0,04	0,165	0,832	0,222	0,79	0,222
	0,193	0,042	0,144	0,227	0,207	0,245
	0,217	0,144	0,04	0,198	0,207	0,076
	0,079	0,826	0,139	0,188	0,222	0,854
	0,826					
Sumatoria de cada ítems	7,3					
St (varianza total )	40,4					

Fuente: Alfa de Cronbach

Elaboración propia

$$a = \left[ \frac{25}{25 - 1} \right] \left[ 1 - \frac{7,3}{40,4} \right]$$

$$a = 0,852$$

### 3.2 Identificación de sustancias químicas.

A través de revisión de la documentación existente como órdenes de compras, manual de procesos, fichas técnicas de seguridad, observación y verificación de campo de esta manera se constató la existencia de 25 diferentes sustancias, que de acuerdo con la información de su ficha técnica, están asociadas con el factor de riesgo químicos.

**Tabla 6: Sustancias químicas utilizadas en los procesos**

<b>Sustancia química peligrosa</b>	<b>Macro proceso</b>	<b>Riesgo asociado</b>
Hidracina	Generación de vapor	Riesgo químico
Ciclohexilamina	Generación de vapor	Riesgo químico
Sulfito de sodio	Generación de vapor	Riesgo químico
Hidróxido de sodio	Neutralización	Riesgo químico
Nitrito de sodio	Sistema de enfriamiento	Riesgo químico
Diésel oil	Combustión	Riesgo químico
Heavy fuel oil	Combustión	Riesgo químico
Aceite lubricante	Lubricación	Riesgo químico
Poli cloruro de aluminio	Tratamiento de agua	Riesgo químico
Sulfato de aluminio	Tratamiento de agua	Riesgo químico
Amida	Tratamiento de agua	Riesgo químico
Ácido clorhídrico 37%	Control de calidad	Riesgo químico
Ácido acético (glacial)100%	Control de calidad	Riesgo químico
Anhídrido acético p.a.	Control de calidad	Riesgo químico
Ácido sulfúrico 95-97 %	Control de calidad	Riesgo químico
Acetato de amonio p.a.	Control de calidad	Riesgo químico
Cloruro de amonio p.a.	Control de calidad	Riesgo químico
N-hexano p.a.	Control de calidad	Riesgo químico
Amoniaco 25%	Control de calidad	Riesgo químico
Amoniaco 28 – 30%	Control de calidad	Riesgo químico
Bicarbonato de sodio	Control de calidad	Riesgo químico
2-propanol	Control de calidad	Riesgo químico
Tolueno acs	Control de calidad	Riesgo químico
n-Pentano	Control de calidad	Riesgo químico
Desengrasantes	Mantenimiento	Riesgo químico

Diésel industrial

Mantenimiento

Riesgo químico

Fuente: Manual de puesta en servicio de la Central Térmica Esmeraldas II  
Elaboración propia

### 3.2.1 Clasificación de riesgos de sustancias químicas

De acuerdo con el criterio del INSST (2010) para cualificar el riesgo a la salud en la escala de 0 a 4 y de en base a las hojas de seguridad identificar el parámetro de control conforme a los valores establecido y definido por el Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) de España.

**Tabla 7: Límites de exposición para agentes químicos**

Sustancia Química	Peligro a la salud NFPA 704	Valores límites			
		VLA-ED		VLA-EC	
		ppm	mg/m3	ppm	mg/m3
Hidracina	4: Mortal	0,01	0,013	*	*
Ciclohexilamina	3:Muy peligroso	10	41	*	*
Sulfito de sodio	2: Peligroso	*	*	*	*
Hidróxido de sodio	3:Muy peligroso	*	*	*	2
Nitrito de sodio	3:Muy peligroso	*	*	*	*
Diésel oil	1: Poco peligroso	10	100	15	*
Heavy fuel oil	3:Muy peligroso	1000	0.12	*	*
Aceite lubricante	2: Peligroso	5	*	*	10
Poli cloruro de aluminio	1: Poco peligroso	*	2	*	*
Sulfato de aluminio	2: Peligroso	*	2	*	*
Amida	2: Peligroso	*	0,03	*	*
Ácido clorhídrico 37%	3:Muy peligroso	*	*	2	*
Ácido acético (glacial)100%	3:Muy peligroso	10	25	20	50
Anhídrido acético p.a.	2: Peligroso	5	21	*	*
Ácido sulfúrico 95-97 %	3:Muy peligroso	1	0,05	3	*
Acetato de amonio p.a.	2: Peligroso	50	270	100	540
Cloruro de amonio p.a.	2: Peligroso	9	10	*	20
N-hexano p.a.	2: Peligroso	20	72	*	*

Amoniaco 25%	3:Muy peligroso	20	14	50	36
Amoniaco 28 – 30%	3:Muy peligroso	20	14	50	36
Bicarbonato de sodio	1: Poco peligroso	*	5	*	*
2-propanol	3: Muy peligroso	200	500	400	1000
Tolueno acs	3: Muy peligroso	50	192	100	384
n-Pentano	2: Peligroso	1000	3000	*	*
Desengrasantes	1: Poco peligroso	*	*	*	2
Diésel industrial	2: Peligroso	*	200	*	*

Fuente: INSST, 2019  
Elaboración propia.

### 3.3 Identificación de riesgos químicos.

De la observación de campo se puede identificar los principales riesgos químicos asociados a las diferentes actividades de trabajo dentro de la Central Térmica.

**Tabla 8: Riesgos Asociados a las actividades**

Riesgos asociados a las actividades
1. Exposición a diesel, HFO, aceites durante el almacenamiento, transporte y trasvase.
2. Exposición a humos productos de combustión
3. Contacto con solventes limpiadores de cables
4. Inhalación y contacto con aceites y combustibles
5. Exposición a gases o vapores
6. Exposición con solventes limpiadores de componentes mecánicos
7. Contacto con desengrasantes
8. Exposición a sustancias químicas cancerígenas
9. Exposición a sustancias corrosivos

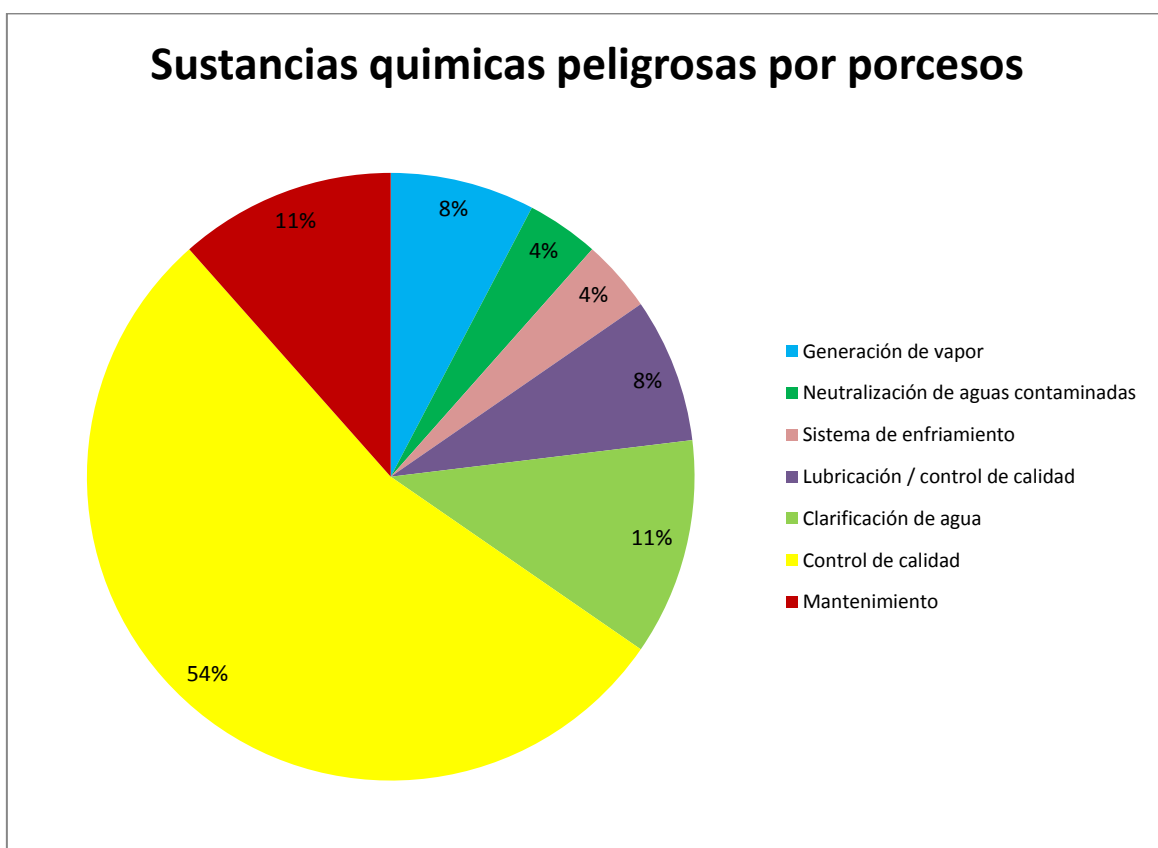
Fuente: Observación de campo  
Elaboración propia.

### 3.4 Identificación de sustancias químicas.

Para la identificación de sustancias químicas en todo el proceso productivo se revisó los ordenes de trabajo y fichas de seguridad de todas las sustancias utilizadas en la Central térmica Esmeraldas II, de esta revisión se desprende la siguiente información:

Se identificaron 25 sustancias químicas peligrosas, las cuales deben ser manipuladas de manera directa por los trabajadores, las cuales se distribuyen de acuerdo a los diferentes procesos; para la generación de vapor se utilizan dos SQP; para la neutralización de aguas contaminadas una SQP; sistema de enfriamiento una SQP, lubricación dos SQP, Tratamiento de agua tres SQP, control de calidad catorce SPQ lo que representa el 53 % de todas las sustancias químicas y mantenimiento con tres SQP.

Ilustración 3: Sustancias químicas peligrosas por procesos



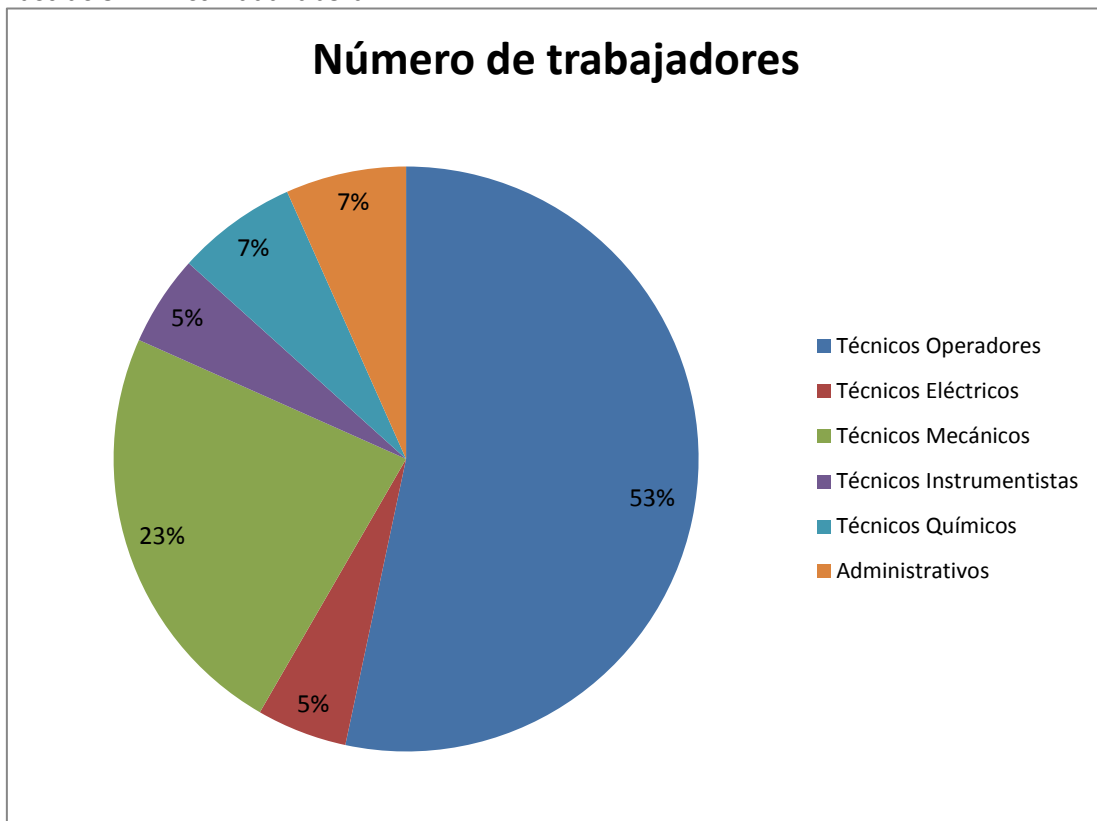
Fuente: Manual de puesta en servicio de la Central Térmica Esmeraldas II  
Elaboración propia

### 3.5 Actividades laborales

Para para caracterizar las actividades laborales se realizó entrevistas y observaciones de campo, luego se contrastó con la información de Talento Humano;

De acuerdo con los datos obtenidos, el puesto de trabajo más representativo es el grupo de los técnicos operadores con un 53%, seguido de los técnicos mecánicos con el 23%, mientras que como grupos minoritarios están los técnicos químicos y administrativos con el 6.66% y los técnicos eléctricos representan el 5%.

Ilustración 4: Actividad laboral



Fuente: Manual de funciones CTE II 2018  
Elaboración propia

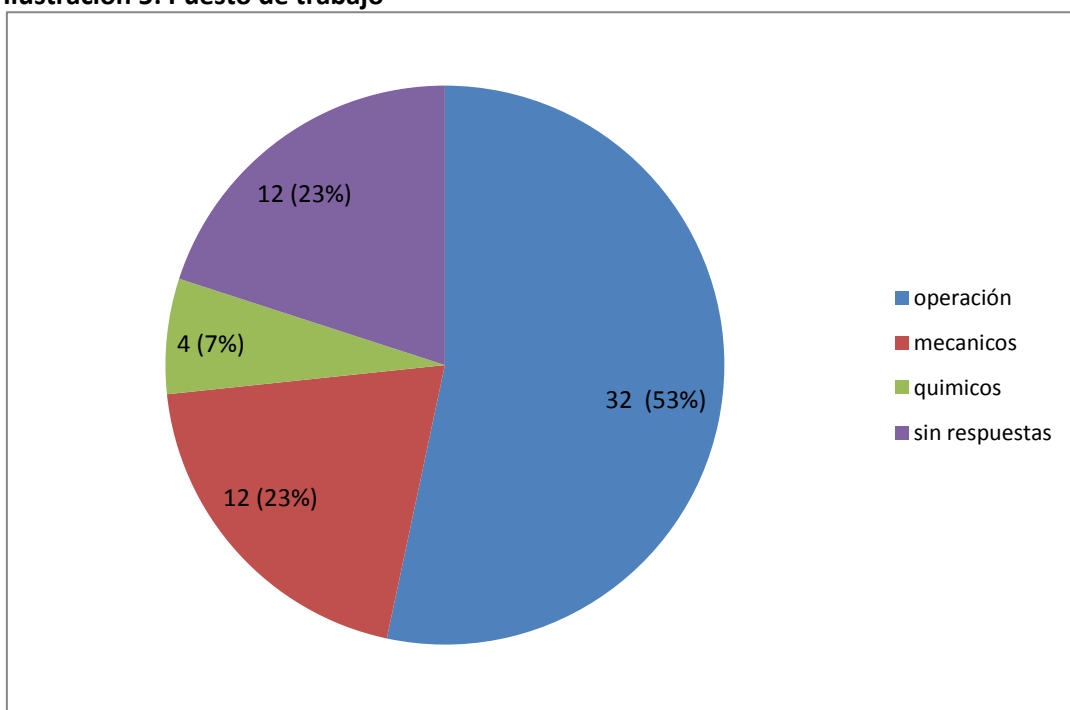
### 3.5.1 Puesto de trabajo

En base a la información entregada por Talento humano se realizaron entrevistas y observaciones de campo a fin de verificar los puestos de trabajo.

Se consultó mediante el instrumento a los trabajadores su puesto de trabajo.

Se realizaron entrevistas personales al 80% del personal de nómina para documentar su puesto de trabajo, de lo cual se obtuvo que los grupos más representativos están constituido por el personal de operación con el 53%, el personal de mantenimiento con 23%, al igual las personas que prefirieron no llenar pregunta, mientras que el personal químico representa un 7%.

Ilustración 5: Puesto de trabajo



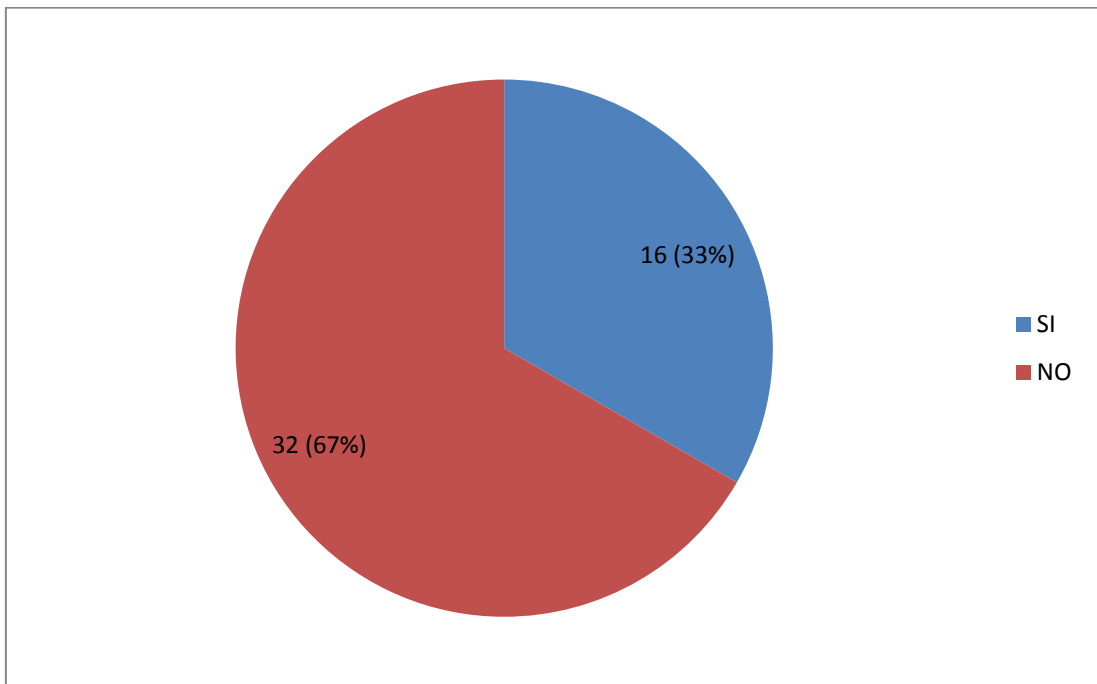
Fuente: Encuesta aplicada  
Elaboración propia

### 3.6 Disponibilidad de Información sobre sustancias químicas

Para determinar la existencia de formación en manipulación de S.Q. se consultó; Está usted informado(a) de los resultados de la evaluación de riesgo, tienen acceso a las FDS y está capacitado en el uso de los métodos de trabajo aplicables en la empresa.

El 67% de los encuestados respondió que no recibe capacitaciones en el manejo de sustancias químicas, mientras que un 33% respondió que sí está capacitado en manejo adecuado de manipulación de sustancias químicas.

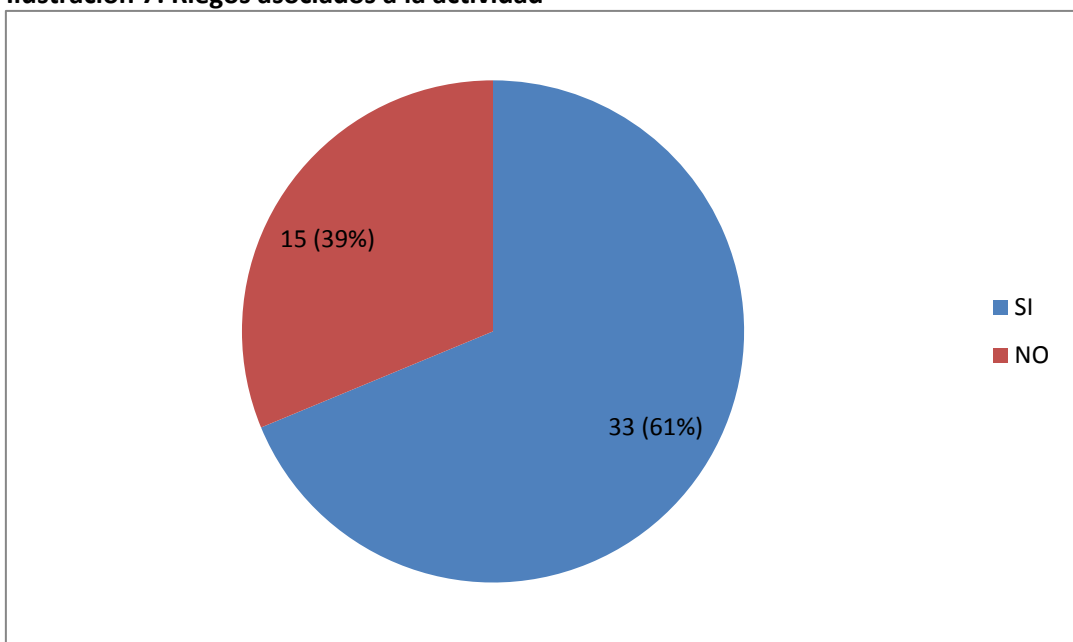
**Ilustración 6: Información accesible a fichas de seguridad**



Fuente: Encuesta aplicada  
Elaboración propia

Mientras que la cuando se consultó si se informa a los trabajadores sobre los riesgos que implica trabajar con químicos. Aunque parecería que el 61% contraponerse al criterio de la pregunta anterior, lo que realmente muestra es que se informa in-situ de los riesgos asociados, pero se puede mejorar las capacitaciones formales aún de que el personal se concientice de los riesgos.

**Ilustración 7: Riesgos asociados a la actividad**

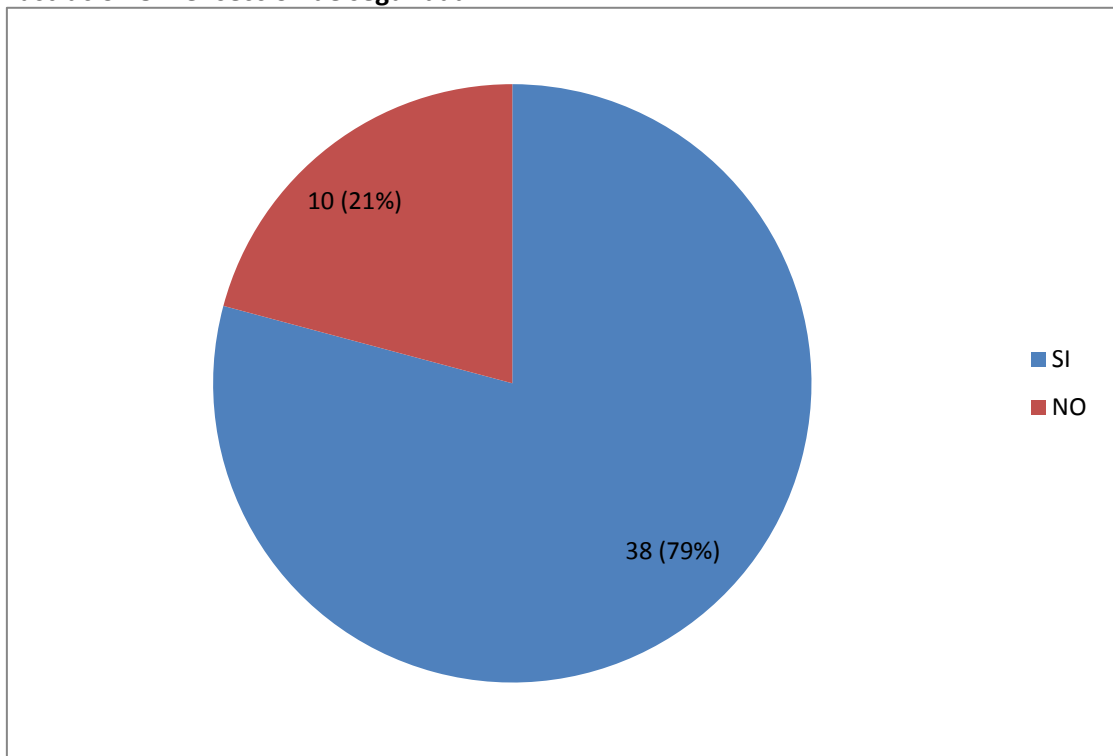


Fuente: Encuesta aplicada  
Elaboración propia

Para determinar las condiciones seguras de trabajo se realizó inspección de campo y se tabulan las respuestas del instrumento que consultaba Están correcta y permanentemente identificados y señalizados todos los agentes químicos peligrosos y se dispone de sus fichas de seguridad (FDS/MSDS).

El 79% de los encuestados respondió de manera afirmativa a la existencia de señalización etiquetado de las sustancias químicas peligrosas, mientras que 21% considera que no suficiente.

**Ilustración 8: Per sección de seguridad**



Fuente: Encuesta aplicada  
Elaboración propia

### **3.7 Evaluación de riesgos químicos**

Para la evaluación del riesgo a través de la técnica de la encuesta con la aplicación del el cuestionario(INSST), el cual nos permitirá identificar y evaluar los riesgos químicos a los que posiblemente están expuestos los trabajadores de las central térmica Esmeraldas II.

### 3.7.1 Aplicación de Matriz de riesgo

Para la elaboración de esta matriz se realizó un cruce entre las variables probabilidad por consecuencia según el criterio de la Matriz de INSST (2010) y a cada variable se le asigna un valor numérico del 1 al 3, donde; probabilidad alta será: 3; probabilidad media será: 2 y probabilidad baja será 1, mientras que para la consecuencia extremadamente dañina será 3; consecuencia dañina será 2 y consecuencia ligeramente dañina será 1. El resultado de los productos de estas variables fue desde 1 hasta 9 donde, y corresponde a la valoración del riesgo, donde 1 para trivial; 2 para tolerable; 3 y 4 son moderado; 6 son importante; 9: intolerable.

**Tabla 9:** Evaluación riesgo del técnico operador

EVALUACIÓN DEL RIESGO												
LOCALIZACIÓN		Central térmica Esmeraldas II										
PROCESO		Generación de Vapor / S. enfriamiento / lubricación										
PUESTO DE TRABAJO		Técnico Operador										
HORARIO		8 horas										
PELIGRO IDENTIFICATIVO		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO				
		B	M	A	LD	D	ED	TV	TOL	MOD	IMP	INT
1	Exposición a diesel, HFO, aceites durante el almacenamiento, transporte y trasvase.	1			1			1				
2	Exposición a humos productos de combustión		2			2				4		
3	Contacto con solventes limpiadores de cables	1				1		1				
4	Inhalación y contacto con aceites y combustibles	1				1		1				
5	Exposición a gases o vapores	1				1		1				
6	Exposición con solventes limpiadores de componentes mecánicos		2			2				4		
7	Contacto con desengrasantes		2			2				4		
8	Exposición a sustancias químicas cancerígenas	1			1			1				
9	Exposición a sustancias corrosivos	1					3		3			

Fuente: Evaluación aplicada  
Elaboración propia

**Tabla 10:** Evaluación riesgo del Técnico Eléctrico

EVALUACIÓN DEL RIESGO												
LOCALIZACIÓN		Central térmica Esmeradas II										
PROCESO		Mantenimiento										
PUESTO DE TRABAJO		Técnico Eléctrico										
HORARIO		8 horas										
PELIGRO IDENTIFICATIVO		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO				
		B	M	A	LD	D	ED	TV	TOL	MOD	IMP	INT
1	Exposición a diesel, HFO, aceites durante el almacenamiento, transporte y trasvase.	1			1			1				
2	Exposición a humos productos de combustión	1				2			2			
3	Contacto con solventes limpiadores de cables		2		1				2			
4	Inhalación y contacto con aceites y combustibles	1			1			1				
5	Exposición a gases o vapores	1				2			2			
6	Exposición con solventes limpiadores de componentes mecánicos	1				2			2			
7	Contacto con desengrasantes	1			1			1				
8	Exposición a sustancias químicas cancerígenas	1				2		1				
9	Exposición a sustancias corrosivos	1				2		1				

Fuente: Evaluación aplicada  
Elaboración propia

**Tabla 11:** Evaluación riesgo del Técnico Mecánicos

EVALUACIÓN DEL RIESGO												
LOCALIZACIÓN		Central térmica Esmeradas II										
PROCESO		Mantenimiento										
PUESTO DE TRABAJO		Técnico Mecánico										
HORARIO		8 horas										
PELIGRO IDENTIFICATIVO		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO				
		B	M	A	LD	D	ED	TV	TOL	MOD	IMP	INT

1	Exposición a diesel, HFO, aceites durante el almacenamiento, transporte y trasvase.	1			2			2			
2	Exposición a humos productos de combustión		2		2				4		
3	Contacto con solventes limpiadores de cables		2		2				4		
4	Inhalación y contacto con aceites y combustibles	1			1		1				
5	Exposición a gases o vapores	1			2			2			
6	Exposición con solventes limpiadores de componentes mecánicos			3	2						6
7	Contacto con desengrasantes			3	2						6
8	Exposición a sustancias químicas cancerígenas		2		2				4		
9	Exposición a sustancias corrosivos	1			2			2			

Fuente: Evaluación aplicada  
Elaboración propia

**Tabla 12:** Evaluación riesgo del Técnico Instrumentista

EVALUACIÓN DEL RIESGO												
LOCALIZACIÓN		Central térmica Esmeradas II										
PROCESO		Mantenimiento										
PUESTO DE TRABAJO		Técnico Instrumentista										
HORARIO		8 horas										
PELIGRO IDENTIFICATIVO		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO				
		B	M	A	LD	D	ED	TV	TOL	MOD	IMP	INT
1	Exposición a diesel, HFO, aceites durante el almacenamiento, transporte y trasvase.	1			1			1				
2	Exposición a humos productos de combustión	1			1			1				
3	Contacto con solventes limpiadores de cables			3	1					3		
4	Inhalación y contacto con aceites y combustibles	1				2			2			
5	Exposición a gases o vapores	1				2			2			
6	Exposición con solventes limpiadores de componentes mecánicos		2		1				2			
7	Contacto con desengrasantes	1			1			1				

8	Exposición a sustancias químicas cancerígenas	1			1			1			
9	Exposición a sustancias corrosivos	1			1			1			

Fuente: Evaluación aplicada  
Elaboración propia

**Tabla 13:** Evaluación riesgo del Técnico Químico

EVALUACIÓN DEL RIESGO												
LOCALIZACIÓN		Central térmica Esmeradas II										
PROCESO		Control de calidad / Tratamiento de gua										
PUESTO DE TRABAJO		Técnico Químico										
HORARIO		8 horas										
PELIGRO IDENTIFICATIVO		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO				
		B	M	A	LD	D	ED	TV	TOL	MOD	IMP	INT
1	Exposición a diesel, HFO, aceites durante el almacenamiento, transporte y trasvase.		2			2				4		
2	Exposición a humos productos de combustión		2			2				4		
3	Contacto con solventes limpiadores de cables	1			1			1				
4	Inhalación y contacto con aceites y combustibles		2			2				4		
5	Exposición a gases o vapores			3		2					6	
6	Exposición con solventes limpiadores de componentes mecánicos		2			2				4		
7	Contacto con desengrasantes	1			1			1				
8	Exposición a sustancias químicas cancerígenas			3		2					6	
9	Exposición a sustancias corrosivos			3		2					6	

Fuente: Evaluación aplicada  
Elaboración propia

### 3.7.2 Estimación del nivel de riesgo

Luego de evaluar las actividades por puesto de trabajo en función de los peligros identificados como críticos y criterios establecidos en el punto anterior se determinó el nivel de riesgo para los técnicos de:

- Mantenimiento, el peligro por exposición a polvos es TOLERABLE, la exposición a combustibles por uso, manipulación o traslado y humos o gases de combustión es MODERADO; pero el peligro de contacto con aerosoles es TRIVIAL; mientras que el contacto con solventes como limpiadores mecánicos, con aceite combustible es IMPERANTE; y la exposición a gases o vapores es MODERADO; en cuanto al contacto con desengrasantes es MODERADO, el contacto con agentes corrosivos o ácidos es TOLERABLE. Como resultados podemos verificar (ver tabla 9) que el 40% de las riesgos evaluados son MODERADO y el 30% IMPORTANTE.
- Electricidad, el peligro de exposición a polvos es trivial, la exposición a combustibles por uso, manipulación o traslado es de trivial; el peligro de contacto con aerosoles es trivial; el contacto con solventes como limpiadores eléctricos es tolerable; inhalación o contacto con aceite combustible es trivial. Como resultados podemos verificar (ver tabla 10) que el 30% de las riesgos son TOLERABLE.
- Instrumentación el peligro de exposición a polvos es trivial; el peligro de contacto con aerosoles es tolerable; el contacto con solventes como limpiadores eléctricos es tolerable; inhalación o contacto con aceite combustible es trivial; exposición a gases o vapores es Trivial; contacto con desengrasantes es trivial. Como resultados podemos verificar (ver Grafica 11) que el 30% de las riesgos son TOLERABLE.
- Operación, el peligro a originado por la exposición a combustibles ya sea por su uso, manipulación o traslado es de MODERADO; la exposición a humos o gases de combustión es MODERADO; mientras que el peligro por contacto con aerosoles, solventes, desengrasantes y agentes corrosivos o ácidos, es TRIVIAL; pero el contacto con aceite combustible y la exposición a gases o vapores es MODERADO; Como resultados podemos verificar (ver tabla 12) que el 30% de las riesgos evaluados son MODERADO.
- Control químico, el peligro de exposición a polvos es TOLERABLE, mientras que la exposición a combustibles por su uso, manipulación o traslado es MODERADO;

la exposición a humos o gases de combustión es MODERADO; el peligro por contacto con aerosoles es MODERADO; por otra parte el contacto con solventes como limpiadores mecánicos también es MODERADO; pero el peligro por contacto con aceite combustible es IMPERANTE; además que exposición a gases o vapores es de químicos volátiles es IMPORTANTE; y finalmente el contacto con agentes corrosivos o ácidos es IMPORTANTE. Como resultados podemos verificar (ver tabla 13) que el 44.4% de las riesgos evaluados son MODERADO y un 33.3% son IMPOTANTE.

## **CAPÍTULO IV**

### **DISCUSIÓN**

Entre los objetivos específicos de esta investigación se planteó “Identificar todas las sustancias químicas que se utilizan en el proceso de generación eléctrica”, objetivo que se logró alcanzar en su totalidad, pero debe tenerse en cuenta que todas las sustancias químicas que se utilizan en la Central Térmica Esmeraldas II, son dependientes del proceso y del tipo de tecnología implementada, por lo que el resultado de esta investigación no puede generalizarse a todas las centrales térmicas. Además, como se plantea en los antecedentes, no se han realizado estudios a nivel país sobre riesgos químicos en centrales termoeléctricas similares.

De las sustancias químicas identificadas en los procesos productivos, 25 se catalogan como peligrosas, pero la hidracina es el elemento que representa un mayor peligro, ya que esta sustancia libera vapores cuando se expone al contacto con el aire. La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), y el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) la clasifican como cancerígena y transmutógena, esta misma agencia publicó un artículo científico en 1997, en el que indica que un número limitado de casos de exposición aguda en seres humanos sugiere que respirar vapores o gases de hidracina, o el contacto de piel con estas sustancias puede causar daño en los pulmones, el hígado, los riñones y el sistema nervioso central (ATSDR, 1997).

El estudio realizado por Garrido (2015) en Europa, España, a través de observación y aplicación de una matriz de riesgo, en una central de generación térmica de ciclo combinado determinó que los riesgos químicos por incidencia de contactos térmicos fue de un 0.9%; riesgo químico por irritación a causa de gases contaminantes en un 0.9%; riesgo químico por inhalación o ingestión de sustancias químicas nocivas en un 0.8 % y los riesgos químicos por asfixias a causa de gases de combustión en un 0.03%.

Mientras que el estudio realizado por Vázquez Leyva, Noriega Elío, & López Arellano (2005) en una planta generadora de energía eléctrica de la ciudad de México, posterior a la evaluación de riesgos químicos, demostró que la exposición a gases de combustión generaba infecciones de las vías respiratorias, además esta, fue la causa de morbilidad más importante, pero al hacer un contraste con las morbilidad de la Central Termo Esmeraldas II, de los últimos dos años no se cuenta con datos o registros.

El segundo objetivo específico fue “Aplicar una matriz de riesgo por puesto de trabajo” objetivo que se alcanzó, en dos etapas, primero identificando los puestos de trabajo y luego la aplicación de la matriz de riesgo, donde se valoró el riesgo como producto de la probabilidad por la consecuencia (INSHT, 2000).

En un enfoque global sobre los riesgos laborales en una planta generadora eléctrica, según el estudio realizado por Yuquilima(2019) demostró que los factores de riesgo químico a los que están expuestos los trabajadores de la central hidroeléctrica ELECAUSTRO S.A, es grado II, ACEPTABLE CON CONTROL, mientras que los resultados obtenidos posteriores a la aplicación de la matriz de riesgo del INSST (2000), en esta investigación se observó que en la Central Térmica Esmeraldas II, existen riesgos con nivel MODERADO e IMPORTANTES, sobre los cuales hay que ejecutar el plan de prevención.

Mientras que Tanaka(2016) en su estudio realizado en la Central Térmica de Emergencia Trujillo, en Perú con una muestra similar destaca que el diseño e implementación de un plan de seguridad e higiene ocupacional para la Central, permitió disminuir los riesgos y el índice de accidentabilidad, evaluados de acuerdo al criterio de la NTP 1 de INSST (1982), pero al no contar con un registro actualizado y permanente en la central Térmica Esmeraldas, no es posible hacer comparaciones.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

De acuerdo con el estudio realizado sobre la evaluación de riesgos químicos en la central térmica esmeraldas II.

- Dentro de los procesos establecidos en la planta, de acuerdo con el procedimiento de puesta en servicio CTE-II (2013) de operaciones, se identificaron 40 sustancias químicas que se utilizan en la central, de las cuales 25 sustancias químicas tienen la capacidad de generar diferentes niveles de riesgo, donde el 77,5 % son de uso exclusivo de laboratorio en concentraciones grado reactivo, mientras que el 22,5% son utilizadas por el personal de Operación y Mantenimiento en sistemas como generación de vapor, tratamiento de agua, limpieza de accesorios mecánicos, neutralización de residuos, lo que genera una exposición continua en los trabajadores de la Central Térmica Esmeraldas II. Además se clasificó 10 peligros con el mayor potencial de generar incidentes o accidentes y que deberán ser gestionados a través de implementación de medidas de prevención.
  
- Para la valoración de los riesgos en función de la matriz del INSST (2000) Se realizó observaciones y entrevistas de campo para identificar los puestos de trabajos previa su aplicación, se evaluó los riesgos químicos por puestos de trabajo, y del análisis podemos concluir que no todos los puestos de trabajos están expuestos a niveles de riesgos considerables ya que para los técnicos de mantenimiento el 30% de los riesgos son TOLERABLE y el 40% IMPORTANTE. Mientras que para los Técnicos eléctricos y de Instrumentación el 30% de las riesgos son TOLERABLE, en cuanto a los técnicos de operación el 30% de las riesgos son MODERADO y finalmente para los Técnicos de control químico el 44.4% de las riesgos son MODERADO y un 33.3% IMPOTANTE. Además de acuerdo con la morbilidad de la empresa no se han registrado ningún caso, de ningún tipo de afección originado por el uso, manipulación o almacenamiento de estas sustancias químicas, pero de

acuerdo con la información de la ficha técnica de seguridad la hidracina utilizada en el sistema de generación de vapor, expone de manera directa al operador químico, pero la falta de registro sobre la morbilidad no permite establecer una relación entre este tipo de riesgo y su consecuencia.

- A partir del desarrollo de este trabajo se motivó la sustitución de hidracina por morfolina en el sistema de tratamiento de agua, para la generación de vapor dado el alto riesgo que implica su manipulación y que actualmente este producto puede ser sustituido por elementos más seguros y que no representarían ningún incremento en los costos productivos, a fin de gestionar apropiadamente todos los riesgos que se identificaron en este trabajo, se concluye que el sistema de gestión es mejorable y que, es necesario el fortalecimiento de la difusión de los riesgos ya que el 67% de los encuestados respondió que no recibe capacitaciones en el manejo de sustancias químicas.

## **5.2 Recomendaciones**

En función de las debilidades identificadas se recomienda desarrollar un plan de capacitación acorde a los riesgos que deben gestionarse y dar a conocer los trabajadores de la central eléctrica.

- Con respecto al primer objetivo específico se debe implementar acciones que permitan controlar, registrar y mantener actualizada la lista de las sustancias químicas que se utiliza en la CTE II, con revisiones periódicas, sean estas programadas o no, con el objetivo socializar, las herramienta con las que si dispone actualmente por cada sustancia química tales como la revisión de fichas de seguridad, normativa vigente, Además de las innovaciones tecnológicas-químicas que propendan a la reducción de cualquier tipo de riesgo laboral.
- Fortalecer el sistema de Gestión de seguridad a través de la implementación de un programa de prevención basado en ingeniería de proceso, que permita realizar y programar revisiones cada año sobre el desarrollo tecnológico, y análisis costo-

benefició a fin de minimizar las exposiciones de los trabajadores en áreas críticas, por manipulación uso o almacenamiento de sustancias químicas.

- Desarrollar e implementar capacitaciones que a través de una metodología que permita medir las destrezas de los trabajadores, con el propósito de dar a conocer los riesgos químicos a los que están expuestos los trabajadores y elevar la conciencia de peligro y las medidas de protección necesarias. Además existen procesos en los que sin necesidad de ser alterados, se pueden minimizar el riesgo con una adecuada gestión en la fuente del mismo, puntualmente en el sistema de generación de vapor, el cambio de la hidracina por un tipo de amina, generó un impacto positivo dado que la hidracina es una sustancias químicas más peligroso, por sus consecuencias cancerígenas. Finalmente se recomienda implementar algún tipo de sistema de gestión de seguridad como ISO 45000.

## Referencias

AN. (2008). Constitución del Ecuador. *Registro Oficial*, (20 de Octubre), 173. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Díaz, P. (2015). Prevención de riesgos laborales. Seguridad y salud laboral. Retrieved from 2 edición 2015 website: <https://books.google.com.ec/books?id=rOk9CQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.

FPRL. (n.d.). Riesgos laborales. Retrieved September 20, 2019, from <https://riesgoslaborales.saludlaboral.org/portal-preventivo/riesgos-laborales/riesgos-relacionados-con-la-higiene-en-el-trabajo/riesgos-quimicos/>

Garrido, S. G. (2015). Prevención de riesgos laborales en centrales de ciclo combinado: Operación. Retrieved September 26, 2019, from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=L1XWF9DfoogC&oi=fnd&pg=PA251&dq=riesgos+laborales+en+centrales+electricas&ots=br5FbXWex4&sig=d4n\\_rYsUHg7HEmvwfCjCbQu071o#v=onepage&q=riesgos+laborales+en+centrales+eléctricas&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=L1XWF9DfoogC&oi=fnd&pg=PA251&dq=riesgos+laborales+en+centrales+electricas&ots=br5FbXWex4&sig=d4n_rYsUHg7HEmvwfCjCbQu071o#v=onepage&q=riesgos+laborales+en+centrales+eléctricas&f=false)

González, M. (2015). *Riesgos Químicos*. 203.

Hill, J. W. (1999). Química para el nuevo milenio -. Retrieved September 20, 2019, from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZM-qMxtLABUC&oi=fnd&pg=PR21&dq=riesgos+quimicos+en+el+mundo&ots=19nshdjUse&sig=z3RUvV8w7DRh7\\_j9CIwtjXM6zJ8#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZM-qMxtLABUC&oi=fnd&pg=PR21&dq=riesgos+quimicos+en+el+mundo&ots=19nshdjUse&sig=z3RUvV8w7DRh7_j9CIwtjXM6zJ8#v=onepage&q&f=false)

Humana, S., Canadá, L. De, & Latina, A. (2016). *“Evaluación y Gestión de Riesgos Químicos en la*

IESS.(n.d.). Estadísticas SGRT. Retrieved September 18, 2019, from [http://sart.iesgob.ec/SRGP/indicadores\\_ecuador.php](http://sart.iesgob.ec/SRGP/indicadores_ecuador.php)

IESS. (2010). *DECRETO EJECUTIVO 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD*

*DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.*

- INSHT. (2004). *NTP 749: Evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos. Metodología simplificada.*
- INSST. (2019). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España.*
- Layana, E. (2017). *Universidad de guayaquil facultad de ciencias naturales.* 59. Retrieved from [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1750/1/Niveles de cadmio y plomo en el exoesqueleto del cangrejo rojo \(Ucidesoccidentalis\)... Feys, Johanna.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1750/1/Niveles%20de%20cadmio%20y%20plomo%20en%20el%20exoesqueleto%20del%20cangrejo%20rojo%20(Ucidesoccidentalis)...Feys,%20Johanna.pdf)
- Marcos, F. V. (1996). Prevention and control of risks with chemical products. *Revista Española de Salud Pública*, 70(4), 409–420.
- OHSAS. (2007). Sistema De Gestión En Seguridad Y Salud Ocupacional. *OHSAS Project Group Sistema de Gestión En Seguridad y Salud Ocupacional – Requisitos*, (571), 1–35. [https://doi.org/ISBN 978 0 580 50802 8](https://doi.org/ISBN%20978%200%20580%2050802%208)
- OMS 2017. (1996). Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. *WHO*, 1–48. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/003561.pdf>
- Organización internacional del trabajo. (2014). La seguridad y la salud en el uso de productos químicos en el trabajo. *Revista*, 1, 1–30.
- Porras, A. (2015). *Desarrollo de una estrategia de mantenimiento basada en los modos de fallo del equipo rotativo de una refinería.*
- RUIZ, S. (2015). *IDENTIFICACION, ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGOS LABORALES EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS.* 1–202.
- Sarra, A. J. (2018). Dioxinas y furanos derivados de la combustión. *Perspectivas: Revista Científica de La Universidad de Belgrano*, 1(1). Retrieved from <https://revistas.ub.edu.ar/index.php/Perspectivas/article/view/15>
- Vázquez Leyva, G., Noriega Elío, M., & López Arellano, O. (2005). La producción de energía eléctrica y la salud de los trabajadores. *Salud de Los Trabajadores*, 13(1), 19–36.

Zambrano, L. J. (2015). Unidad De Estudios a Distancia. *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO*, Tesis, 84. Retrieved from <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/595/1/T-UTEQ-0087.pdf>

Zuk Miriam, Garibay Verónica, Iniestra Rodolfo, López María, Rojas Leonora, L. I. (2006). *Introducción a la evaluación de los impactos de las termoeléctricas de México*. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=fuaSuMsIGGIC&pg=PA14&dq=generacion+termoelectrica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwijtKz-z-rkAhUs1VkkKHcL8A5YQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

Arroyo, O. (2014). *Ministerio de Agricultura y Ganadería Gestión Institucional De Recursos Humanos Gestión De Salud. Manual de conceptos de Riesgos y Factores de Riesgo Para Análisis de Peligrosidad*. 1–40. Retrieved from [http://www.mag.go.cr/acerca\\_del\\_mag/circulares/rec\\_hum-manual-riesgos-peligrosidad.pdf](http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/circulares/rec_hum-manual-riesgos-peligrosidad.pdf)

Garrido, S. G. (2015). Prevención de riesgos laborales en centrales de ciclo combinado: Operación. Retrieved September 26, 2019, from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=L1XWF9DfoogC&oi=fnd&pg=PA251&dq=riesgos+laborales+en+centrales+electricas&ots=br5FbXWex4&sig=d4n\\_rYsUHg7HEmvwfCjCbQu071o#v=onepage&q=riesgos+laborales+en+centrales+electricas&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=L1XWF9DfoogC&oi=fnd&pg=PA251&dq=riesgos+laborales+en+centrales+electricas&ots=br5FbXWex4&sig=d4n_rYsUHg7HEmvwfCjCbQu071o#v=onepage&q=riesgos+laborales+en+centrales+electricas&f=false)

Palma Rodríguez, C. (2011). ¿Cómo construir una matriz de riesgo operativo? *Ciencias Económicas*, 29(1), 629–635.

Tanaka, F. E. (2018). Universidad Nacional de Trujillo. *Lexus*, 4(None), 37.

Yuquilima, X. (2019). *Universidad del Azuay Universidad del Azuay* -. 1–145. Retrieved from <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/53/1/08494.pdf%0Ahttp://www.uazuay.edu.ec/posgrados/>

Soler Cárdenas, S. F., & Soler Pons, L. (2012). Usos del coeficiente alfa de Cronbach en el análisis de instrumentos escritos. *Revista Médica Electrónica*, 34(1), 01-06.

# ANEXOS

## Anexo 1; Cuestionarios de NTP 749: Evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos

Año: 200- -



### NTP 749: Evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos. Metodología simplificada

Évaluation du risque d'accident par agents chimiques. Méthodologie simplifiée  
Evaluation of accident risk caused by chemicals. Simplified assessment

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

#### Redactor:

Tomás Piqué Ardanuy  
Ingeniero Técnico Químico  
Licenciado en Derecho

#### CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

*En esta Nota Técnica y la posterior, se exponen sendas metodologías simplificadas de evaluación del riesgo de accidente químico y del riesgo por exposición a agentes químicos, respectivamente. En algunos casos, su aplicación será suficiente para determinarlas medidas preventivas necesarias, y en otros, deberá proseguirse con procedimientos exhaustivos o complejos de evaluación que permitan alcanzar conclusiones sobre la magnitud de los riesgos. En cualquier caso son útiles para obtener, de forma rápida y sencilla, una estimación inicial del riesgo en aspectos de seguridad y de higiene relativos al uso y manipulación de agentes químicos.*

#### Introducción

El artículo 3 del Real Decreto 374/2001 que fija las obligaciones del empresario en materia de evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores originados por agentes químicos presentes en el lugar de trabajo, exige que para llevar a cabo la citada evaluación, deberá considerarse y analizar, entre otros aspectos: "sus propiedades peligrosas y cualquier otra información necesaria para la evaluación de riesgos, que deba facilitar el proveedor, o que pueda recabarse de éste o de cualquier otra fuente de información de fácil acceso". Es decir, el RD remite de forma explícita a la información sobre las características físico-químicas y toxicológicas contenidas en la etiqueta y en la ficha de datos de seguridad del producto.

Si bien la evaluación del riesgo de accidente por exposición o contacto con un agente químico puede hacerse con cualquiera de las metodologías generales existentes (por ejemplo, la "Evaluación de Riesgos Laborales" publicada por el INSHT, o el "Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente" publicado en la NTP 330, o utilizar directamente el método "Evaluación matemática para control de riesgos" de W.T. FINE), las mismas no cubren las exigencias de evaluación del citado artículo 3. Asimismo, más allá de los imperativos legales, consideramos con criterio estrictamente técnico, que para profundizar en el análisis no se pueden obviar las propiedades intrínsecas de los distintos agentes químicos a la hora de evaluar el riesgo de "accidente químico".

La metodología que se utilice debe permitir, con la mayor objetividad posible, cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y, consecuentemente, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.

Para ello, en esta NTP se propone utilizar una metodología que, partiendo de los criterios y filosofía de las metodologías generales citadas u otras análogas, se tengan en cuenta las propiedades intrínsecas de los distintos productos con los que se trabaja.

Esta metodología va dirigida y está especialmente recomendada para la evaluación del riesgo de "accidente convencional" en el almacenamiento y utilización de agentes químicos. Para la evaluación de los riesgos de los denominados "accidentes mayores" y/o la estimación de sus consecuencias, en la colección de NTP hay varias notas técnicas publicadas específicas para ello.

#### Metodología simplificada de evaluación del riesgo de accidente por AQP

La metodología de evaluación del riesgo de accidente químico que seguidamente se expone es una propuesta encaminada a facilitar a las empresas con presencia de Agentes Químicos Peligrosos (AQP), sean o no industria química, y especialmente a las pequeñas y medianas empresas, la tarea de identificar los peligros y evaluar los riesgos asociados a la utilización de los citados productos, a fin de poder realizar una correcta y objetiva planificación preventiva a partir de los resultados obtenidos con su aplicación.

Esta metodología se centra en el daño esperado y no en el daño máximo, e incorpora y desarrolla la experiencia de aplicación de

Anexo 2; Cuestionario 9. Agentes químicos. Seguridad; condiciones de seguridad.

CONDICIONES DE SEGURIDAD			
<b>9. AGENTES QUÍMICOS. SEGURIDAD</b>		Personas afectadas <input type="text"/>	
Área de trabajo <input type="text"/>		Fecha <input type="text"/>	Fecha próxima revisión <input type="text"/>
Cumplimentado por <input type="text"/>			
1. Se almacenan, usan o manipulan en la empresa agentes que pueden generar accidentes o afectar a la salud.	SI	NO	Verificar si los agentes se pueden ver afectados por el RD 363/1986, el RD 288/2003 o el RD 374/2001. De no ser así, pasar a otro cuestionario.
2. Están correctos y permanentemente identificados y señalados todos los agentes químicos peligrosos y se dispone de sus fichas de seguridad (FDS).	SI	NO	La identificación es exigible al fabricante o proveedor al adquirir el producto, y el empresario/usuario debe mantener la garantía de esta identificación permanentemente.
3. Se evalúan los riesgos basándose en FDS, valores límite, cantidades usadas y almacenadas, exposición, efecto de las medidas preventivas y resultados de la vigilancia de la salud.	SI	NO	Debe realizarse la evaluación de riesgo, atendiendo a todos estos efectos si existen agentes químicos peligrosos.
4. Están informadas las personas expuestas de los resultados de la evaluación, tienen acceso a las FDS y están formadas en el uso de los métodos de trabajo aplicables en la empresa.	SI	NO	Debe informarse de los riesgos a las personas afectadas y adiestrarse en las operaciones que han de realizar.
5. Se almacenan los agentes químicos peligrosos agrupando los que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de los incompatibles.	SI	NO	Tener en cuenta riesgos comunes y productos incompatibles.
6. Se almacenan los productos inflamables en armarios protegidos o en recintos especiales.	SI	NO	Los productos inflamables deben almacenarse según la instrucción MIE-APQ 1 del RD 375/2001.
7. Está correctamente ventilado el área de almacenamiento, sea por tiro natural o forzado.	SI	NO	Debe estarlo y, en especial, si en ella se realizan traspases.
8. Ofrecen suficiente resistencia física o química los envases de almacenamiento de sustancias peligrosas.	SI	NO	Debe garantizarse la idoneidad de los envases frente a las agresiones físicas o químicas a que puedan verse sometidos.
9. Son totalmente seguros los envases de sustancias peligrosas que se usan.	SI	NO	Usar preferentemente recipientes metálicos y controlar todo tipo de envases, manteniéndolos herméticamente cerrados.
10. Está asegurada la retención en la zona de almacenamiento, en caso de fugas o derrames masivos de líquidos corrosivos o inflamables.	SI	NO	Deberán establecerse sistemas de contención controlada.
11. Se evita traspasar productos por vertido libre.	SI	NO	Se deberá hacer uso de equipos de bombeo, medios mecánicos de pipeteo, etc.
12. Se controla la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el manejo de líquidos inflamables.	SI	NO	Se debe evitar su formación y complementariamente facilitar su descarga mediante conexiones equipotenciales y puesta a tierra.
13. Es antiexplosiva la instalación eléctrica, al tiempo que están controlados los focos de ignición, en las zonas de atmósferas inflamables.	SI	NO	La instalación eléctrica en zonas clasificadas debe ajustarse a la NEBT-026 (ITC-BT-20 del nuevo RSBT, RD 842/2002), debiendo controlarse todos los posibles focos de ignición.
14. Se realizan en áreas bien ventiladas o con aspiración forzada las operaciones que emiten vapores o gases tóxicos.	SI	NO	Se deben evitar concentraciones ambientales peligrosas, siendo las fuentes de emisión.

Anexo 3; Cuestionario 10. Agentes químicos. Exposición.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES			
<b>10. AGENTES QUÍMICOS. EXPOSICIÓN</b>		Personas afectadas: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Área de trabajo: <input type="text"/>		Fecha: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Fecha próxima revisión: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Cumplimentado por: <input type="text"/>			
1. Existen en la empresa Agentes Químicos Peligrosos (AQP), tal como los define el RD 374/2001.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Passar a otro cuestionari
2. Si están contenidos en recipientes, éstos están debidamente etiquetados y se conserva esa señalización durante su uso.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Deben clasificarse y señalizarse según se establece en la reglamentación vigente.
3. Se informa a los trabajadores sobre los riesgos que comporta el trabajo con AQP.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Los trabajadores deben recibir formación e información adecuada respecto a los riesgos derivados de la presencia de AQP en su trabajo.
4. Se han aplicado los principios de prevención para la reducción de los riesgos.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Deben, necesariamente, aplicarse los principios generales de prevención que se exponen en el artículo 4 del RD 374/2001.
5. Teniendo en cuenta la peligrosidad del AQP, la cantidad de éste y las condiciones de trabajo, se puede considerar el riesgo leve.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Si la información disponible sobre los riesgos del AQP lleva a la conclusión de riesgo no leve, pase a la cuestión siguiente, si es leve, pase a la cuestión 20.
6. Alguno de los AQP es tóxico o nocivo por inhalación.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Passar a la cuestión 11
7. Se han iniciado gestiones para sustituir el AQP, o se trabaja en proceso cerrado o de forma que no existe contacto con él, o se reduce lo máximo posible.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Son prioritarias las acciones encaminadas a la eliminación o reducción en lo posible del riesgo por AQP, tal como indica el artículo 5 del RD 374/2001.
8. Se dispone de sistemas eficaces de extracción localizada y ventilación general forzada.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Se debe disponer de sistemas de extracción localizada y de ventilación general forzada, que reduzcan eficazmente la concentración ambiental de AQP.
9. Se utilizan EPI respiratorio, en exposiciones ocasionales o en operaciones de corta duración, o cuando son insuficientes otro tipo de medidas colectivas.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	La utilización de EPI está permitida en las condiciones mencionadas y con los requisitos que establecen el RD 1407/1992 y el RD 773/1997.
10. Se han realizado mediciones de la concentración ambiental del AQP.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Deben realizarse dichas mediciones ambientales, previa o posteriormente, según sea su finalidad.
11. Alguno de las sustancias es tóxico o nocivo por contacto con la piel.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Passar a la cuestión 14
12. Se utilizan guantes y ropas impermeables a las sustancias con las que puede haber contacto dérmico.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Debe proveerse a las personas expuestas de este tipo de protección individual debidamente certificada.
13. Se sustituye la ropa de trabajo y se procede a la limpieza de la piel afectada cuando se impregna de este tipo de sustancias contaminantes.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Debe sustituirse la ropa y limpiarse de forma inmediata la piel impregnada.
14. Se procede a la recogida de derrames, de sustancias tóxicas o nocivas cuando se producen, y con la protección individual adecuada.	<b>SI</b>	<b>NO</b>	Deben eliminarse lo antes posible utilizando medios adecuados para ello y protección individual dérmica y respiratoria en su caso.



Anexo 5: fotos de encuestas



Área mecánica



Área de administración




Área operativa



Área de operación y control

Anexo 6: Solicitud de permiso para recabar información previa al desarrollo del trabajo de titulación

Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Sede Esmeraldas  
Programa de Maestría en Gestión de Riesgos Laborales

 **PUCE**

Esmeraldas, 09 de diciembre de 2019  
**OFICIO NRO.: PUCSE-MGR-2019-00026-OF**

Ingeniero  
Wilar Villarezes  
**GERENTE DE UNIDAD DE NEGOCIOS TERMOESMERALDAS**  
En su despacho. -

Distinguido Señor:


Reciba un cordial saludo de quienes conformamos el departamento de la Maestría en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales.


Para la Maestría en Gestión de Riesgos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas, es objetivo principal el fortalecimiento de los conocimientos de sus estudiantes, para ello tiene dentro del pensum académico de estudios la realización del trabajo de Titulación.


La misma tiene como objetivo solicitar a usted muy atentamente se otorgue autorización para que el maestrante **ING. MÉNDEZ CASTILLO DIEGO ÁNGEL**, cédula nro. 1720409505, matrícula nro. 12966, del último nivel de la Maestría pueda visitar las instalaciones que usted tan acertadamente dirige, con la finalidad de que pueda recabar información para el desarrollo de su tesis titulada: Estudio descriptivo para la evaluación y gestión de los riesgos químicos en la Central Térmica de Esmeraldas II.


Gracias por su valioso aporte que brinda a nuestra Juventud Esmeraldeña y deseo éxitos en sus funciones.

Atentamente,

  
Mgt. Luis Hidalgo Solórzano  
**COORDINADOR MAESTRIA GESTIÓN DE RIESGOS**

 **PUCE**  
VILLA ESMERALDAS  
MAESTRIA EN GESTION  
DE RIESGOS LABORALES  
EN PREVENCIÓN DE ACCIDENTES  
LABORALES





Revisión Plaza del Campo  
Apartado 201009 01-01-1004  
Tel. +593 9 950 3600-401, 2000  
Ciudad - Fax: www.puce.edu.ec

**ESMERALDAS II 期热电项目**

**12PC2-6B 柴油发电机组**

**PROYECTO DE TERMOELECTRICIDAD DE II**

**FASE DE ESMERALDAS**

**12PC2-6B GRUPO DE GENERADORES DE**

**DIESEL**

**调试运行手册**

**MANUAL DE LA INSTALACIÓN Y PUESTA EN**

**MARCHA**

**陕西柴油机重工有限公司**

**二〇一二年九月**

**Shanxi Motor Diesel de Industria Pesada Co.,Ltd.**

**Septiembre de Dos Mil Doce**