



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**

**TESIS**

**“Estudio y evaluación de factores de riesgos mecánicos en la generación eléctrica en el proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón del cantón Mejía, año 2014”**

**AUTOR**

**JORGE ALFREDO VÉLEZ ZAMORA**

**DIRECTORA:**

**Ing. Mariana Reyes Bermeo, M.Sc.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2015**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO**

Yo, JORGE ALFREDO VÉLEZ ZAMORA, declaro que este trabajo es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

**JORGE ALFREDO VÉLEZ ZAMORA.**

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

La suscrita, Ing. Mariana Reyes Bermeo, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo certifica: Que el Sr. Jorge Alfredo Vélez egresado el proyecto tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial con el tema: **“Estudio y evaluación de factores de riesgos mecánicos en la generación eléctrica en el proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón del cantón Mejía, año 2014”**. Bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas conforme queda registrado.

---

Ing. Mariana Reyes Bermeo , M.Sc.

**DIRECTORA DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**  
**MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**

Presentado al Consejo Directivo como Requisito Previo a la obtención del

Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL.**

Aprobado:

---

**Ing. Pedro Intriago Zamora M.Sc.**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Teresa Llerena Guevara M.Sc.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Milton Peralta Fonseca MBA.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Quevedo-Ecuador**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a mi familia por ser motivo de inspiración y ardua dedicación como padre, esposo, hijo, hermano y profesional.

También agradezco a la Unidad de Estudios a Distancia, y a la coordinación de carrera de Ingeniería Industrial.

## **DEDICATORIA**

A mi Esposa e hijos, familia y amigos.

# ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derecho	ii
Certificación del director de tesis	iii
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Índice general	vii
Índice de cuadros	x
Índice de gráficos	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
<b>CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción	2
1.1.1 Problematización	2
1.1.1.1. Diagnóstico	3
1.1.1.2 Formulación del problema	4
1.1.1.3. Sistematización del problema	4
1.1.2 Justificación	4
1.2 Objetivos	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.1.2. Objetivos específicos	5
1.3 Hipótesis	6
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO DE INVESTIGACIÓN</b>	
2.1. Fundamentación teórica	8
2.1.1. Análisis de las causas de los accidentes	8
2.1.2. Prevención de riesgos	8
2.1.3. Información sobre riesgos	9
2.1.4. Porcentaje de emplazamientos de OSHA	9
2.1.5. Guardas generales para máquinas	10
2.1.6. Resguardo por ubicación o distancia	10
2.1.7. Marcado y bloqueo	11
2.1.8. Estado mecánico cero	12

2.1.9.	Barreras de advertencia	13
2.1.10	Fundamentación conceptual	14
2.1.11	Fundamentación legal	25
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>		
3.1.2.	Recursos Humanos	45
3.1.3.	Materiales de oficina	45
3.1.4.	Equipos de oficina	45
3.2.	Métodos de investigación	46
3.2.1.	Deductivo	46
3.2.2.	Análisis	46
3.3.	Tipos de investigación	46
3.3.1.	De campo	46
3.3.2.	Descriptiva	46
3.3.3.	Bibliográfica	47
3.4	Procedimiento Metodológico	47
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
4.1.	Resultados	49
4.1.1	Diagnóstico de la empresa, para determinar los factores de riesgos en casa de máquinas.	49
4.1.1.3	Diagnóstico de Seguridad	57
4.1.1.4	Análisis FODA	58
4.1.2.	Evaluación cualitativa	60
4.1.3.	Documentación y esquematización	67
4.1.3.1.	Información del área denominada casa de máquinas	68
4.1.3.2.	Objetivos	68
4.1.3.3.	Propósito	68
4.1.3.4.	Alcance	69
4.1.3.5.	Política de seguridad y salud en el trabajo (CELEC EP)	69
4.1.3.6.	Planificación para la identificación continua de peligros.	70
4.1.3.7.	Requisitos legales, otros requisitos.	72
4.1.3.8.	Competencia, formación y toma de conciencia	74
4.1.3.9.	Comunicación, participación y consulta	75
4.1.3.10.	Control de los documentos	75

4.1.4	Investigación de incidentes, acción correctiva y preventiva.	75
4.1.4.1	Investigación de incidentes	75
4.1.4.3	Control de los registros	76
4.1.4.4	Auditoria interna	76
4.1.5	Medidas de control desde un punto de vista técnico	77
4.1.5.1	Medidas de control en el puente grúa	77
4.1.5.2	Medidas de control en tuberías	77
4.1.5.3	Medidas de control en turbinas	77
4.1.5.4	Medidas de control en herramientas de mantenimiento	78
4.2.	Discusión	79
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
5.1.	Conclusiones	82
5.2.	Recomendaciones	83
<b>CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA</b>		
6.1.	Literatura citada	85
<b>CAPÍTULO VII ANEXOS</b>		
7.1	Anexo N° 1. Entrevista realizada a las inspectoras de fiscalización	88
7.2	Anexo N° 2. Fotos en casa de máquinas	91

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Oportunidades y Amenazas	60
2. Fortalezas y debilidades	61
3. Factores de riesgo mecánicos en puente de grúa	62
4. Factores de riesgo mecánicos en tuberías	63
5. Factores de riesgo mecánicos en turbinas	64
6. Factores de riesgo mecánicos en herramientas	65
7. Evaluación de riesgo cualitativa	66

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico</b>	<b>Página</b>
1. Factores de riesgo mecánico en puente de grúa	66
2. Factores de riesgo mecánico en tuberías	67
3. Factores de riesgo mecánico en turbinas	67
4. Factores de riesgos mecánicos en herramientas	68
5. Esquematización del riesgo	73

## RESUMEN

Este trabajo investigativo pretende, dar indicios de los factores de riesgo mecánicos que surgirían en la generación eléctrica del proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón, mediante un cuestionario que abarca pequeñas interrogantes, para hacerse una idea del estado actual de la seguridad en el proyecto hidroeléctrico. Mediante una visita se evaluaron los primeros factores de riesgos mecánicos que se reconocieron por observación, en la casa de máquinas Alluriquín, dichos riesgos se evaluaron por el modelo de evaluación cualitativa. Se realizó una documentación y esquematización para evaluar, diagnosticar y brindar resultado, sobre los riesgos mecánicos que se reconozcan cuando el proyecto entre en funcionamiento, tomando como lineamientos la norma internacional OHSAS 18001, para implementar el decreto ejecutivo 2393. Se mencionan los artículos que competen en el área de riesgos mecánicos, para que sean acatados cuando se inicie la generación eléctrica en la casa de máquinas. Para finalizar se mencionan medidas de control desde un punto de vista técnico, para evitar los riesgos mecánicos en las casas de máquinas. Se tiene certeza que mediante esta tesis se aportaran conocimientos útiles, para mejorar la seguridad de las instalaciones y, a la vez, se podrá prevenir accidentes que perjudicarían al personal que laboren en casa de máquinas.

## **ABSTRACT**

This research work aims to give indications of mechanical risk factors that arise in power generation Hydroelectric Project Toachi Pilatón through a small questionnaire covering questions, to get an idea of the current state of security in the hydroelectric project. The first visit by a mechanical risk factors were recognized by observation, in the house of Alluriquín machines, such risks were assessed by qualitative assessment model were evaluated. Documentation and outlining performed to evaluate, diagnose and result, on mechanical risks are recognized when the project becomes operational, taking as guidelines the international standard OHSAS 18001, to implement Executive Order 2393. Articles incumbent Mentioned in the area of mechanical risks, to be abided when electrical generation starts in the powerhouse. Finally control measures are mentioned from a technical point of view, to avoid mechanical hazards into powerhouses. Certainty is that by this thesis provide useful knowledge to improve the safety of installations and, at the same time, you can prevent accidents that harm personnel who work in powerhouse.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Introducción**

Las presas a nivel mundial son las responsables de suministrar energía eléctrica a grandes ciudades y naciones, este método de generación es más conveniente y menos costoso que la generación nuclear. Las represas más grandes en el mundo son: tres gargantas en china, capacidad total 22,500 MW, 34 turbinas tipo Francis, Itaipú en Brasil y Paraguay capacidad total 14,000 MW, 20 turbinas tipo Francis, Gu ri en Venezuela capacidad total 10,200 MW, 21 turbinas tipo Francis.

La generación hidroeléctrica, forma parte de nuestra cultura, aunque hace décadas que no se invertía en la construcción de las mismas para cubrir la necesidad de energía en el país, ello se solucionaba comprando energía a los países vecinos. Los nuevos proyectos hidroeléctricos del país tienen como fin cubrir el déficit energético.

La generación de energía conlleva riesgos de nivel bajo, a riesgos mortales en el peor de los casos, y factores como los eléctricos, mecánicos, ambientales, psicosociales, químicos, ergonómicos y biológicos. Estos riesgos deben ser evaluados, analizados, y medidos con el fin de evitarlos y/o reducirlos al mínimo.

Es por ello, que mediante esta investigación, se realizó un estudio de los factores de riesgos mecánicos en la generación eléctrica, para de este modo dar indicios y apertura a la prevención de riesgos en este proyecto.

### **1.1.1 Problematización**

El trabajo de una hidroeléctrica es riguroso, se administra de forma programada a los niveles de demanda que cambian a distintas horas del día, el personal de mantenimiento debe estar listo en todo momento, para solucionar los diferentes problemas que aparecen paulatinamente.

Sin duda es una tarea complicada realizar estas tareas que conllevan ciertos riesgos, como el mecánico, el cual debe ser tomado en cuenta en todo momento al laborar o estando en la área de máquinas.

El riesgo mecánico en una Hidroeléctrica debe ser manejado con mucho cuidado, mediante un buen análisis de sus factores más importantes, para asegurar seguridad y salud de operarios y demás trabajadores.

#### **1.1.1.1 Diagnóstico**

Es normal encontrar riesgos mecánicos en la hidroeléctrica Toachi Pilatón, la cual posee sistemas automatizados que responden a eventualidades para detener el proceso de generación, ya sea inconvenientes en las redes eléctricas, problemas en las subestaciones, bajo caudal hídrico, y demás.

El trabajo que se ejercerá en la hidroeléctrica Toachi Pilatón comprende generación, captación del agua, mantenimiento en las casas de máquinas, subestación Alluriquín y subestación exterior, cada área presenta riesgos, los operadores y demás personal de la Hidroeléctrica trabajaran en lugares confinados, en algunos casos muy estrechos, lo cual podría incrementar los factores de riesgo.

El riesgo es mayor cuando se trabaja cerca de máquinas automáticas, las casas de máquinas poseen turbinas, puente grúa, compuertas y demás, con los que se debe tomar las precauciones pertinentes. El descuido al trabajar con desconocimiento de los factores de riesgos podría tener consecuencias graves.

Tras conocer estos factores de riesgos, no se puede esperar a ver lo que sucede, se debe llegar a un análisis que esclarezca la naturaleza de los factores para reducirlos.

### **1.1.1.1 Formulación del problema**

Los factores de riesgos mecánicos presente en la casa de máquinas de la Hidroeléctrica Toachi Pilatón, y como en muchas otras hidroeléctricas, deben ser evaluados con el fin de evitar sus consecuencias. Por lo expuesto se realiza la pregunta de investigación:

¿Cuáles son los principales factores de riesgos mecánicos en la generación eléctrica en el proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón del cantón Mejía?

### **1.1.1.3. Sistematización del problema**

Para encontrar cuales son los principales factores de riesgos mecánicos en la generación eléctrica en el proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón se realizan las siguientes preguntas:

¿Cuál sería la incidencia de accidentes?

¿Cómo medir los riesgos mecánicos?

¿Cómo desarrollar la documentación y esquematización para la evaluación diagnóstico y resultado sobre riesgos mecánicos?

¿Qué tipo de medidas tomar sobre los riesgos?

### **1.1.2 Justificación**

La prevención de accidentes por factores mecánicos en la Hidroeléctrica Toachi Pilatón, debe ser una realidad por ello se realiza esta investigación. Este proyecto pretende descubrir los factores de riesgo mecánicos y como evitarlos, y que normas son las más adecuadas en el tema de seguridad de este tipo de trabajo, que sean vigentes en el Ecuador.

El trabajo en las Hidroeléctricas tiene varios factores de riesgo mecánicos, por lo que es responsabilidad de todos estar correctamente equipado, preparado y capacitado para lidiar contra los inconvenientes y que los riesgos sean

reducidos a niveles aceptables, por ello este trabajo brindará información relevante para todo el personal que laborará en las instalaciones de la Hidroeléctrica.

Este estudio también será un instrumento valioso para el personal de seguridad y salud ocupacional de la empresa y para los directivos de la empresa encargada de la generación eléctrica en el proyecto hidroeléctrico Toachi – Pilatón.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Realizar un estudio y evaluación de factores de riesgos mecánicos en la generación eléctrica del proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón, cantón Mejía.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la empresa en cuanto a seguridad para ver sus fortalezas y debilidades en las incidencias de accidentes.
- Aplicar la metodología de evaluación cualitativa para medir los riesgos mecánicos.
- Desarrollar la documentación y esquematización para la evaluación diagnóstico y resultado sobre riesgos mecánicos en base al decreto ejecutivo 2393 y la OSHAS 18001.
- Aplicar medidas de control desde un punto de vista técnico para los riesgos mecánicos evaluados.

### **1.3 Hipótesis**

Conociendo los factores de riesgo mecánicos en la generación eléctrica mediante el estudio y evaluación, se podrá elaborar medidas concernientes a prevenir accidentes y realizar planes de contingencias en caso de accidentes dentro de la hidroeléctrica del proyecto Toachi – Pilatón.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO DE INVESTIGACIÓN**

## 2.1. Fundamentación teórica

### 2.1.1. Análisis de las causas de los accidentes

**(Rieske & Asfahi, 2010)** La seguridad de los trabajadores son algunas de las tareas que el administrador de seguridad y salud no está obligado a realizar, pero que debe hacer. Una de estas tareas voluntarias, pero importantes, es un análisis profundo de las causas potenciales de lesiones y enfermedades que ya han ocurrido en la planta.

Incluso los accidentes o incidentes que en realidad pudieron no haber causado lesiones o enfermedades, pero que podrían, deben estudiarse para evitar su recurrencia. Cualquier ocurrencia de un evento indeseable, no planeado, es un dato a considerar en la prevención de futuras enfermedades y lesiones.

### 2.1.2. Prevención de riesgos

**(Rieske & Asfahi, 2010)** Los peligros comprenden riesgos y oportunidades, y estas palabras tienen que ver con lo desconocido. En cuanto se elimina el elemento desconocido, el problema ya no es de seguridad o de salud. Por ejemplo, todos sabemos lo que pasaría si alguien saltara del décimo piso de un edificio.

La muerte instantánea sería virtualmente una certeza y dicho acto no se puede describir apropiadamente como inseguro; sería suicida. Sin embargo, trabajar en el techo de un edificio de 10 pisos de alto sin la intención de caer se convierte en un asunto de seguridad.

Los trabajadores sin protección contra las caídas en el techo de un edificio sin guardas están expuestos a un claro peligro. Esto no significa que los trabajadores morirán, o siquiera que resultarán lesionados de alguna manera, pero existe la posibilidad, el elemento desconocido.

Tratar con lo desconocido dificulta el trabajo del administrador de seguridad y salud. Si presiona para que se realice una inversión de capital para mejorar la seguridad y la salud, ¿quién puede demostrar después que la inversión valió la pena? La mejoría de las estadísticas de lesiones y enfermedades ayuda y puede parecer impresionante, pero en realidad no demuestra que la inversión de capital haya valido la pena, porque nadie sabe lo que habrían demostrado si no se hubiera realizado la inversión.

### **2.1.2.1 Información sobre riesgos**

**(Rieske & Asfahi, 2010)** A finales de 1983, OSHA precipitó la acción en el movimiento por el derecho a saber, con la promulgación de la norma de información sobre riesgos (29 CFR 1910.1200, 1983). Una importante disposición de dicha norma es el requisito por el que fabricantes e importadores deben etiquetar los recipientes que envíen y proporcionar una MSDS por cada químico peligroso que produzcan o importen.

Los patrones en industrias que hacen uso de sustancias peligrosas también tienen responsabilidad de mantener programas de información sobre riesgos para proteger a sus empleados. Dichos programas se deben considerar como muy importantes, ya que una gran cantidad de la actividad de inspección de OSHA en todas las industrias continúa centrándose en esta faceta de la seguridad y la salud del trabajador.

### **2.1.3 Porcentaje de emplazamientos de OSHA**

**(Rieske & Asfahi, 2010)** Cuando se menciona seguridad industrial, la mayor parte de la gente piensa en guardas para máquinas y existe una buena razón para ello. Se han dedicado más esfuerzos y recursos a las guardas para máquinas que para cualquier otro empeño en la seguridad y salud industrial.

Por lo general, modificar o colocar una guarda a una sola máquina no es un proyecto importante si se compara con instalar un sistema de ventilación o un

sistema de eliminación de ruido. Sin embargo, aunque es común que las modificaciones de las guardas de cada máquina sean pequeñas, el agregado se convierte en una tarea importante que comprende el mantenimiento de la planta, las operaciones, la compra, la programación y, desde luego, al administrador de seguridad y salud.

Este último debe asumir el liderazgo en la implantación de las guardas para máquinas, enumerando las áreas con problemas, estableciendo prioridades, seleccionando las alternativas y asegurando el cumplimiento de las normas.

### **2.1.3.1 Guardas generales para máquinas**

**(Rieske & Asfahi, 2010)** Si los administradores de seguridad y salud son capaces de “enumerar las áreas con problemas” y “establecer prioridades”, como se acaba de sugerir, necesitan saber qué es lo que hace peligrosa a una máquina. A pesar de las grandes diferencias entre las máquinas, parece que en general comparten algunos riesgos mecánicos, y son éstos los que se discutirán primero.

### **2.1.3.2 Resguardo por ubicación o distancia**

**(Rieske & Asfahi, 2010)** La forma más sencilla e inteligente de colocar guardas a una máquina es no utilizar ninguna guarda, sino más bien diseñar la máquina o la operación de manera que las partes peligrosas se coloquen en donde nadie se vea expuesto al riesgo. Por lo común, esto pertenece al dominio del diseño de máquinas y cada vez se pone más atención a la seguridad en el diseño.

Sin embargo, incluso sin alterar una máquina, ésta se puede girar y colocar contra una esquina para que sea imposible alcanzar sus correas, poleas o el motor impulsor durante la operación normal. Un buen ejemplo sería una mezcladora portátil para concreto. Habrá que admitir que dicha estrategia

dificulta el acceso al motor y a la transmisión para darles mantenimiento, pero por otro lado, esto también sucede con las guardas atornilladas.

En la industria, al hecho de girar la máquina para alejar el riesgo de los operadores se le identifica como “guarda por ubicación”. Puede ser muy eficaz, pero no es un medio positivo para evitar que el trabajador se introduzca en la zona de peligro.

En Estados Unidos, si un trabajador resulta herido, ya sea por no seguir el procedimiento apropiado o por realizar una tarea necesaria, pero inusual, el patrón se encuentra en posición de defender el método frente a un oficial inspector de OSHA. Aunque esta agencia reconoce las guardas por ubicación, este tipo de defensa es difícil a la luz de la ocurrencia real de una lesión.

#### **2.1.4 Marcado y bloqueo**

**(Rieske & Asfahi, 2010)** Un número sorprendente de accidentes con máquinas industriales no ocurre cuando la máquina se encuentra en operación, sino cuando está apagada para reparación o limpieza. A veces un trabajador simplemente enciende la máquina de nuevo, sin darse cuenta que está apagada para reparación y que un trabajador de mantenimiento aún está cerca de la máquina, o dentro de ella. Estos accidentes parecen absurdos, pero esto se debe a que la mayoría de nosotros estamos más acostumbrados a las pequeñas máquinas domésticas, en las que sólo unas cuantas personas —por lo general miembros de la familia— están en el área circundante. Sin embargo, es posible que las máquinas de las fábricas sean grandes y que no sea evidente que están en reparación.

Quizá sólo varias personas tengan acceso a la máquina y ocurra fácilmente una falla de comunicación entre los supervisores de operación y el personal de mantenimiento. Hay seres humanos que han sido literalmente destrozados y digeridos por grandes máquinas industriales.

Por ejemplo, el trabajador de mantenimiento puede olvidar retirar la etiqueta después de terminar el trabajo de reparación. El personal operativo puede pensar que el personal de mantenimiento olvidó retirar el aviso y lo ignora. Sin duda el lector podrá pensar en otros escenarios que provocarían un accidente debido al marcado, pero eso se evitaría con el bloqueo.

Cuando el trabajador de mantenimiento tiene la única llave para el candado, no existe forma de que un operador encienda la máquina de nuevo, es decir, asumiendo que el trabajador de mantenimiento fue lo suficientemente cuidadoso como para utilizar en realidad el candado.

Algunos tipos de interruptores son adecuados para el arranque y paro normales de una máquina, pero son inadecuados para asegurar que ésta no se vuelva a encender de manera accidental. Por ejemplo, los interruptores con botones de presión y los interruptores selectores, no se consideran dispositivos aislantes de energía, ya que no se pueden bloquear con seguridad.

### **2.1.5 Estado mecánico cero**

**(Rieske & Asfahi, 2010)** Uno de los riesgos más insidiosos de las máquinas es que pueden conservar en silencio una peligrosa energía, incluso cuando están apagadas. Se pueden almacenar diversas formas de energía, como la presión neumática o la hidráulica, los capacitores eléctricamente cargados, la tensión o compresión en los resortes, o la energía cinética de un volante de inercia.

Estos últimos son ruedas masivas que giran de manera continua para proveer una fuente de energía a una máquina en operación. Los volantes de inercia continúan girando debido a su propio momentum después de haber desconectado la energía, hasta que la energía de rotación se disipa de forma gradual debido a la fricción.

Algunas veces, este momentum está disponible para accionar la máquina de forma parcial, incluso después de apagarla. Con frecuencia, la gran masa del volante de inercia vuelve impráctico frenar la rueda para detenerla de forma

abrupta. Sin embargo, la energía almacenada en el volante de inercia giratorio sigue representando un riesgo para los trabajadores de mantenimiento.

Los riesgos de la energía almacenada en las máquinas —aunque se hayan apagado— han llevado al concepto de seguridad conocido como estado mecánico cero. Para reducir una máquina a dicho estado, deben relevarse o restringirse las fuentes residuales de energía presentes en la máquina después de haber sido apagada, de manera que se vuelva inofensiva. También debe relevarse la presión, liberar los resortes, bajar o bloquear los contrapesos y detener los volantes de inercia para que no puedan continuar accionando las partes móviles de la máquina.

El estado mecánico cero va entonces más allá de sólo bloquear o marcar el interruptor de potencia. El hecho de que algunas máquinas puedan retener energía peligrosa en diversas formas después de haber sido apagadas, o después de haber perdido potencia de forma accidental, es un riesgo a considerar al diseñarlas.

#### **2.1.6 Barreras de advertencia**

**(Rieske & Asfahi, 2010)** Algunas personas confunden el término guarda de barrera ajustable con el término barrera de advertencia. Una barrera de advertencia no se reconoce como guarda y no cumple los criterios de las guardas, de mantener las manos o los dedos del operador fuera de la zona de peligro.

Aunque la barrera de advertencia no es propiamente una guarda, proporciona un recordatorio de que las manos se encuentran en peligro. En este punto el operador podría adentrarse más en la máquina —lo que podría provocarle una lesión—, pero la capacitación y el buen juicio deberían inhibirlo de emprender dicha acción. El contacto con la barrera de advertencia debería de ser una indicación para retirar las manos de inmediato.

La eficacia de las barreras de advertencia aún es dudosa, ya que algunos creen que una simple medida disuasiva no es suficiente para proteger al operador. Una complicación adicional es que la barrera de advertencia puede ocultar a la vista el verdadero riesgo. Muchos operadores creen que la visibilidad del punto real de operación no sólo es cuestión de conveniencia, sino también de seguridad.

Algunas veces, el término barrera de advertencia, también se utiliza para describir una simple cuerda o cadena suspendida frente a la zona de peligro, quizá con un letrero colgante en ella para advertir al personal que se mantenga alejado. Un ejemplo es la parte posterior de una cizalla de metales, la cadena no asegura que el personal se mantendrá fuera del punto de operación o zona de peligro, pero advierte a los empleados del riesgo.

## **2.2 Fundamentación conceptual**

### **2.2.1 El Riesgo**

**(Munich\_Rae, 2014)** En toda actividad o instalación industrial existe la posibilidad de que se produzcan diversos tipos de fallos o de funcionamiento defectuoso. La posibilidad de que aparezca uno de ellos viene definida por una probabilidad. A su vez, este fallo, si se produce, dará lugar a unos determinados efectos indexados.

La variable aleatoria que asocia tales efectos adversos con la probabilidad de que se produzcan, se llama función del riesgo. En términos reales, debería definirse la función de distribución del riesgo, que es aquella que da la probabilidad de que se produzcan daños inferiores a uno dado. Estas consecuencias serán, unas veces, el número de muertes en un accidente y otras, los daños materiales valorados en unidades monetarias. Matemáticamente el riesgo de un cierto accidente se cuantifica mediante el producto de la probabilidad por el daño producido.

### **2.2.1.1 El riesgo laboral**

**(González Muñiz, 2003)** El hombre, en su trabajo diario, produce una serie de modificaciones en el ambiente de trabajo que van a actuar sobre el individuo, ejerciendo sobre él, una influencia que puede dar lugar a la pérdida del equilibrio de la salud y a lo que conocemos como “patologías o daños del trabajo, que son enfermedades o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo”. El trabajo y la salud, por tanto, están claramente interrelacionados.

Un dato a tener muy en cuenta, es el tiempo que una persona dedica estrictamente al trabajo, aproximadamente un tercio de todo su tiempo. Es por ello que una buena calidad de vida en el trabajo influirá de una forma muy positiva en el individuo; de igual forma, una mala calidad en el trabajo repercutirá negativamente en su trabajo.

### **2.2.1.2 Análisis de Riesgo**

**(Global Trend, Inc., 2012)** El análisis o evaluación de riesgos se define como, el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la magnitud probable de efectos adversos - en la seguridad, salud, ambiente y/o bienestar público - durante un lapso específico.

Para una adecuada evaluación, se debe considerar esencialmente la naturaleza del riesgo, su facilidad de acceso o vía de contacto (posibilidad de exposición), las características del sector y/o población expuesta (receptor), la posibilidad de que ocurra y la magnitud de exposición y sus consecuencias, para de esta manera definir medidas adecuadas que permitan minimizar los impactos que se puedan generar.

Todo riesgo se encuentra íntimamente relacionado con el peligro o condición que incrementa la posibilidad de efectos negativos de un evento sobre la salud, seguridad y medio ambiente.

En el análisis de riesgos, es posible identificar posibles causas para la ocurrencia de desastres dentro de tres categorías:

- Errores de operación por malas prácticas.
- Fallas de maquinaria y equipo.
- Factores externos (fenómenos naturales y no naturales).

## **2.2.2 Los factores de riesgo, peligro y daño**

**(Loriente Lardiés & Trull Dominguez, 2012)** ¿Qué es el riesgo laboral?

- La propiedad o capacidad intrínseca de algo para ocasionar daño.
- Recibir un daño de algo.
- La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño.
- La posibilidad de sufrir un accidente en el desempeño del trabajo.

### **2.2.2.1 ¿Qué se entiende por peligro?**

- La capacidad de que algo (máquina, método de trabajo, etc.), ocasione un daño.
- La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño.
- La posibilidad de sufrir un accidente en el desempeño del trabajo.
- Recibir un daño de algo.

### **2.2.2.2 ¿Qué son factores de riesgo oculto?**

- Cuando alguien utiliza una herramienta no apta para hacer su trabajo.
- Cuando se estropea una máquina y sabes lo que es. Si la utilizas es un riesgo oculto.
- Los agentes que entraña el uso de maquinaria compleja en la que no conocemos bien sus mecanismos internos de funcionamiento.

### **2.2.3 Riesgo mecánico**

**(Galindo Estrada, 2006)** Riesgo mecánico se define como (aplastamiento, cizallamiento, corte o seccionamiento, enganche, atrapamiento, impacto, punzonamiento, fricción o abrasión, proyección de fluidos a alta presión...).

#### **2.2.3.1 Acerca de riesgos mecánicos**

**(Galindo Estrada, 2006)** Las causas de las lesiones más comunes en la utilización de herramientas son:

- Uso inadecuado.
- Herramientas defectuosas.
- Transporte y almacenamiento incorrecto.

Los riesgos más importantes debido a su uso son:

- Contactos con elementos corto punzantes.
- Proyección de fragmentos volantes.
- Caídas por sobre esfuerzos.

Para evitar estos problemas se sugiere:

- Utilizar herramientas de calidad.
- Usarlas según sus instrucciones y para el trabajo que han sido diseñadas.
- Usar gafas de protección, si hay riesgo de proyección de partículas.
- Utilizar guantes, si las herramientas son cortantes.
- Mantenimiento, revisiones periódicas y adecuadas.
- Almacenamiento correcto.

La seguridad en las maquinas tiene una importancia vital para mantener la integridad física y la salud de los trabajadores. Para conseguirlo debemos tener en cuenta que:

- La instalación de las máquinas debe hacerse en lugares apropiados que no ofrezcan nuevos riesgos para los operarios (suelos, firmes, amplitud de espacio en el entorno de la máquina, suficiente iluminación y ventilación, temperaturas adecuadas, etc.).
- El emplazamiento se hará de modo que se pueda tener acceso a todos los servicios de mantenimiento, reparación y limpieza.
- La instalación debe hacerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y por personal autorizado.
- El mantenimiento es absolutamente necesario para garantizar que las máquinas siguen conservando las mismas condiciones de seguridad que cuando se compraron.
- Utilización adecuada de la máquina, estas deben usarse siempre siguiendo las especificaciones del fabricante. Deben ser utilizadas solo por personal autorizado, debidamente formado en su manejo y que conozca los peligros.

### **2.2.3.2 Accidente**

**(César, 2005)** Es todo acontecimiento imprevisto, fuera de control e indeseado, que interrumpe el desarrollo normal de una actividad. Se produce por condiciones inseguras relacionadas con el orden físico, máquinas, herramientas, etcétera y por actos inseguros, inherentes a factores humanos.

### **2.2.3.3 Lesión**

**(César, 2005)** Es el daño físico que produce un accidente a las personas, consecuencia de una serie de factores, cuyo resultado es el accidente mismo. Este ocurre por dos circunstancias, o por una de ellas cuando es menos: el descuido de una persona y la existencia de riesgo físico o mecánico. A la

primera se le llama, acto inseguro y es la causa de la mayoría de los accidentes, y a la segunda se le denomina condición insegura.

#### **2.2.3.4 Peligro**

**(Cortés Díaz, 2007)** Es todo aquello que puede producir un daño o un deterioro de la calidad de vida individual o colectiva de las personas.

#### **2.2.3.5 Daño**

**(Cortés Díaz, 2007)** Es la consecuencia producida por un peligro sobre la calidad de vida individual o colectiva de las personas.

### **2.2.4 Accidente de trabajo**

**(Floría & González, 2008)** El accidente de trabajo es un suceso anormal, que se presenta de forma brusca e inesperada, normalmente es evitable, interrumpe la continuidad del trabajo y puede causar lesiones a las personas.

La definición anterior tiene un carácter prevencionista, lo que importa es conocer las causas de los accidentes para poder aplicar las medidas preventivas tendentes a evitar su repetición. Aunque un accidente no haya causado daños a los trabajadores, habrá de considerarse que, en circunstancias ligeramente diferentes, podría haberlo hecho.

#### **2.2.4.1 Salud**

**(Fernández Garcia, 2008)** Existen diferentes concepciones sobre la salud. Desde el punto de vista preventivo nos guiaremos por la definición de la organización mundial de la salud (OMS) que considera a la salud como el estado de bienestar físico, mental y social completo es decir, "toda la persona". Cabe resaltar la interpretación claramente positiva del concepto de salud en

lugar del típicamente negativo de “ausencia de enfermedad” propio del sistema sanitario.

#### **2.2.4.2 Relación entre trabajo y salud**

**(Fernández Garcia, 2008)** El trabajo y la salud son actividades íntimamente relacionadas, ya que el trabajo: Es una actividad mediante la cual el hombre desarrolla sus capacidades físicas e intelectuales, con el objetivo de cubrir dichas necesidades y conseguir una mayor calidad de vida. Constituye, simultáneamente una fuente de riesgo para la salud que tiene su origen en las condiciones en que el trabajo se realiza.

#### **2.2.4.3 La salud de los trabajadores: el trabajo y sus consecuencias**

**(Cabaleiro Portela, 2010)** El ser humano está destinado a trabajar para alcanzar determinados objetivos y satisfacer diversas necesidades. Trabajo y salud deben estar relacionados positivamente, es decir, el trabajo ha de estar orientado a alcanzar una situación positiva de bienestar.

Sin embargo, el trabajo puede deteriorar la salud debido a un accidente laboral, una enfermedad relacionada con el trabajo, una enfermedad profesional o por generar fatiga mental, insatisfacción laboral, estrés, etc.

La pregunta es: ¿qué está ocurriendo, que está fallando o qué es necesario corregir para evitar estas consecuencias negativas para la salud del trabajador? La respuesta la encontramos en que todo trabajo, por sencillo que parezca, está sujeto a unos riesgos laborales que es necesario conocer para evitar que incidan en la salud del trabajador.

#### **2.2.4.4 Seguridad en el trabajo**

**(César, 2005)** Para dar una idea general y bastante clara de la gran trascendencia del problema de la seguridad industrial, se presenta una serie de datos relacionados con el tema de los accidentes industriales.

El National Safety Council estima que los accidentes laborales cuestan a la nación (México) unos cinco billones de dólares al año, distribuidos en:

- Perdidas de salarios.
- Gastos médicos.
- Costo de seguros.

Las primas de seguros son desde luego, una carga más en el costo empresarial; los otros dos pueden ser o no un renglón más, según las circunstancias.

#### **2.2.4.5 Técnicas de actuación frente a los daños derivados del trabajo**

**(Díaz Zazo, 2009)** Si bien históricamente la salud fue monopolio de la medicina y su nacimiento tiene lugar precisamente cuando se ha perdido la salud con la aplicación de la asistencia y la curación, al incorporar la prevención, como nueva técnica de protección de la salud que puede ser abordada desde distintas áreas de actuación. La salud ha dejado de ser monopolio de la medicina para pasar a ser competencia de diferentes disciplinas o técnicas dependiendo de los riesgos que se traten de prevenir.

Dado que la salud del trabajador se halla amenazada por las condiciones del trabajo que realiza, para su prevención podemos actuar de dos formas diferentes:

- Actuando sobre la salud: técnicas médicas.
- Actuando sobre el ambiente o condiciones de trabajo: técnicas no medicas de prevención.

De entre estas técnicas, son precisamente las técnicas no medicas de prevención las que mayor importancia tienen en la supresión de los riesgos profesionales, que solo encuentran limitación en el coste económico.

### **2.2.3 Evaluación de riesgos**

**(Rubio Romero, 2004)** La evaluación de riesgo no es una técnica inventada con el motivo de la ley de prevención de riesgos laborales (en adelante LPRL), los métodos de evaluación de riesgos vienen usándose desde hace varias décadas, tanto por obligación legislativa, como por motivos técnicos con el fin de ayudar a los profesionales de la seguridad en la toma de decisiones.

Así, los métodos de evaluación de riesgos han estado unidos al estudio de la fiabilidad de los sistemas, los subsistemas y los componentes, además de al estudio del comportamiento humano, siendo su objetivo fundamental anticiparse a los posibles sucesos no deseados, con el fin de tomar las medidas oportunas previamente.

#### **2.2.3.1 Diferencias entre el análisis cuantitativo y cualitativo del riesgo**

**(Gorbea, 2013)** El análisis cuantitativo y cualitativo, causa confusión al estudiar el manejo de riesgos ya que los nombres son parecidos. Puede ser más confuso aun cuando estudias el área de riesgo del pmbok ya que se enfoca en la parte teórica y no te dice el cómo aterrizarlo en la práctica, por lo que las diferencias pueden parecer sutiles.

En si el manejo del riesgo no es nada difícil, sólo hay que seguir estos pasos:

- Planear como se manejarán los riesgos.
- Identificarlos
- Analizarlos (cualitativa y cuantitativamente)
- Planear respuestas
- Monitorearlos y controlarlos

Suponiendo que en un proyecto se realizó el plan de riesgos, y se identificó los riesgos X, Y, Z, el siguiente paso es analizarlos. Para poder hacer los análisis cualitativos y cuantitativos, lo primero es entender que es cada uno y en qué se diferencian, como regla primero se hace el análisis cualitativo que tiene como

objetivo priorizar los riesgos, después el cuantitativo que sirve para cuantificar el impacto en costo y tiempo de cada riesgo, en caso de ocurrir.

Aún con años de manejar riesgos, después de pasar un tiempo sin hacer análisis llegaba a confundir a los nombres, por lo que el truco que se usó para memorizar el objetivo de cada uno es relacionar la L de cualitativo con el número 1 (ya que es el primer análisis que se hace), con eso se hace la relación de que en el primer análisis se priorizan los riesgos, por lo que certifica fácilmente que el análisis cualitativo sirve para priorizar riesgos.

Lo cual se demuestra en forma resumida el análisis cualitativo tomando como base una lista de los riesgos.

Riesgo
x
y
z

Se asigna con un valor numérico del 1 al 10 la probabilidad y el impacto

**Probabilidad:** Qué tan factible es que ocurra el riesgo.

**Impacto:** Qué tanto afecta si pasa (10 mucho, 1 casi nada).

Nota: lo obtienes por tu experiencia, de los miembros de tu equipo, información histórica, etc.

Riesgo	Probabilidad	Impacto
x	5	3
y	4	3
z	6	4

Después multiplicas la probabilidad por el impacto y tienes el valor de tu riesgo.

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Total
x	5	3	15
y	4	3	12
z	6	4	24

Con eso, se sabe que los riesgos con mayor valor total son los principales a monitorear dentro de tu proyecto, siguiendo con el ejemplo, el riesgo con mayor prioridad es el X, el de menor prioridad es el Z.

Ahora sigue el análisis cuantitativo, en este momento ya se conoce la prioridad de los riesgos y que el riesgo X es el más importante hasta el momento.

#### **2.2.4 Sistemas de generación centralizada**

**(Sabugal & Gómez, 2006)** Se puede considerar en esencia tres tipos principales de generación, según la fuente de energía primaria utilizada: hidráulica, nuclear y combustible fósil.

La energía hidráulica es previsible que tenga una expansión relativamente escasa, al menos en Europa y Estados Unidos, zonas donde se ha llegado casi al límite de explotación “sostenible”. El agotamiento de emplazamientos posibles y la contestación social a la construcción de nuevos embalses o derivación de caudal en ríos hace que, a pesar de sus evidentes ventajas en lo que se refiere a coste de generación y emisiones contaminantes a la atmosfera, no se prevean incrementos importantes en la capacidad hidráulica a instalar en estos países.

##### **2.2.4.1 Energía eléctrica**

**(Sanz Osorio, 2008)** El aumento de la demanda energética mundial, como consecuencia del crecimiento económico global, implica necesariamente un incremento en la capacidad generadora de los estados. Diversas tecnologías han suplido las necesidades energéticas durante la historia en la antigüedad,

como la madera, más tarde el carbón y en la actualidad, el petróleo y sus derivados.

Sin embargo, todos estos recursos se han mostrado insuficientes para afrontar las épocas futuras, en las que las demandas tienden a crecer y los recursos a escasear.

#### **2.2.4.2 Turbina Francis**

**(Sánchez Domínguez, 2012)** Este tipo de turbina fue diseñada y construida por el ingeniero inglés James Bichano Francis, que emigró a los Estados Unidos, donde realizó numerosos proyectos hidráulicos.

En su diseño original era totalmente radial, radios de entrada y salida del rotor iguales para todas las partículas fluidas. Al ser radial, el diámetro de salida del rotor  $D_2$  resultaba muy grande porque el flujo después de salir por los canales formados por los álabes tenía que girar  $90^\circ$ . Por eso se vio la conveniencia de construir el rodete de forma que la velocidad del fluido tuviera una componente axial a la salida.

### **2.3 Fundamentación legal**

#### **2.3.1 Norma OHSAS 18001:2007**

##### **2.3.1.1 Alcance y campo de aplicación**

**(Institution\_British\_Standards, 2007)** Esta serie de normas OHSAS especifica los requisitos para un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional que permita a una organización controlar sus riesgos SySO y mejorar su desempeño SySO. No especifica criterios de desempeño SySO, ni da especificaciones detalladas para el diseño de un sistema de gestión SySO. Esta Norma OHSAS es aplicable a cualquier organización que desee:

- a) Establecer un sistema de gestión SySO para eliminar o minimizar los riesgos a su personal y otras partes interesadas, quienes podrían estar expuestos a peligros SySO relacionados a sus actividades.
- b) Implementar. Mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión SySO.
- c) Asegurar a sí misma la conformidad con la política SySO establecida.
  - 1. Demostrar la conformidad con esta norma internacional para:
  - 2. Hacer una auto determinación y una autoevaluación o
  - 3. Buscar la confirmación de su conformidad de otras partes que tienen interés con la organización, tales como clientes, o
  - 4. Examinar la confirmación de su conformidad de otras partes externas a la organización, o
  - 5. Investigar la certificación/registro de su sistema de gestión SySO por una organización externa.

#### **2.3.1.2 Requisitos generales**

La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de SySO, de acuerdo con los requisitos de esta norma OHSAS y determinar cómo cumplirá estos requisitos. La organización debe definir y documentar el alcance de su sistema de gestión de SySO.

### **2.3.2 Política SySO**

La alta dirección debe definir y autorizar la política de SySO de la organización y asegurarse que dentro del alcance definido de su sistema de gestión de SySO esta:

- a. Es apropiada a la naturaleza y magnitud de los riesgos SySO de la organización;
- b. Incluye un compromiso prevención de lesiones y enfermedades y de mejora continua;
- c. Incluye un compromiso de por lo menos cumplir con los requisitos legales y con otros requisitos suscritos relacionados con los peligros de SySO.
- d. Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de SySO.
- e. Está documentada, implementada y mantenida;
- f. Esta comunicada a todas las personas que trabajan bajo el control de la organización con la intensidad que ellos estén conscientes de sus obligaciones individuales de SySO.
- g. Está disponible a las partes interesadas y es revisada periódicamente para asegurar que se mantiene relevante y apropiada a la organización.

### **2.3.3 Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles.**

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimiento(s) para la identificación continua de los peligros, evaluación de los riesgos y la determinación de los controles necesarios.

Estos procedimientos deben tomar en cuenta:

- a. Actividades rutinarias y no rutinarias
- b. Actividades de todo el personal que tiene acceso al lugar de trabajo (incluyendo contratistas y visitantes)
- c. Comportamiento, capacidad y otros factores asociados a las personas
- d. Identificación de peligros originados fuera del lugar de trabajo,

#### **2.3.4 Decreto ejecutivo 2393**

##### **2.3.4.1 Aparatos, Máquinas y Herramientas**

###### **Art. 73.- Ubicación**

**(Ley N° 2393., 1986)** En la instalación de máquinas fijas se observarán las siguientes normas:

1. Las máquinas estarán situadas en áreas de amplitud suficiente que permita su correcto montaje y una ejecución segura de las operaciones.
2. Se ubicarán sobre suelos o pisos de resistencia suficiente para soportar las cargas estáticas y dinámicas previsibles. Su anclaje será tal que asegure la estabilidad de la máquina y que las vibraciones que puedan producirse no afecten a la estructura del edificio, ni importen riesgos para los trabajadores.
3. Las máquinas que, por la naturaleza de las operaciones que realizan, sean fuente de riesgo, para la salud, se protegerán debidamente para evitarlos o reducirlos. Si ello no es posible, se instalarán en lugares aislantes o apartados del resto del proceso productivo. El personal

encargado de su manejo utilizará el tipo de protección personal correspondiente a los riesgos a que esté expuesto.

4. Los motores principales de las turbinas que impliquen un riesgo potencial se emplazarán en locales aislados o en recintos cerrados, prohibiéndose el acceso a los mismos del personal ajeno a su servicio y señalizando tal prohibición.

#### **Art. 74.- Separación de las máquinas**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** La separación de las máquinas será la suficiente para que los operarios desarrollen su trabajo holgadamente y sin riesgo, y estará en función:
  - a. De la amplitud de movimientos de los operarios y de los propios elementos de la máquina necesarios para la ejecución del trabajo.
  - b. De la forma y volumen del material de alimentación, de los productos elaborados y del material de desecho.
  - c. De las necesidades de mantenimiento. En cualquier caso la distancia mínima entre las partes fijas o móviles más salientes de máquinas independientes, nunca será inferior a 800 milímetros.
2. Cuando el operario deba situarse para trabajar entre una pared del local y la máquina, la distancia entre las partes más salientes fijas o móviles de ésta y dicha pared no podrá ser inferior a 800 milímetros.
3. Se establecerá una zona de seguridad entre el pasillo y el entorno del puesto de trabajo, o en su caso la parte más saliente de la máquina que en ningún caso será inferior a 400 milímetros. Dicha zona se señalizará en forma clara y visible para los trabajadores.

#### **Art. 75.- Colocación de materiales y útiles**

1. **(Ley N° 2393., 1986).** Se establecerán en las proximidades de las máquinas zonas de almacenamiento de material de alimentación y de productos elaborados, de modo que éstos no constituyan un obstáculo para los operarios, ni para la manipulación o separación de la propia máquina.
2. Los útiles de las máquinas que se deban guardar junto a éstas, estarán debidamente colocadas y ordenadas en armarios, mesas o estanques adecuados.
3. Se prohíbe almacenar en las proximidades de las máquinas, herramientas y materiales ajenos a su funcionamiento.

#### **2.3.4.2 Órganos de mando**

#### **Art. 85.- Arranque y parada de máquinas fijas**

**(Ley N° 2393., 1986)** El arranque y parada de los motores principales, cuando estén conectados con transmisiones mecánicas a otras máquinas, se sujetarán en lo posible a las siguientes disposiciones:

1. Previo aviso de una señal óptica o acústica que deberá percibirse con claridad en todos los puestos de trabajo cuyas máquinas sean accionadas por ellos.
2. Las máquinas fijas deberán disponer de los mecanismos de mando necesarios para su puesta en marcha o parada. Las máquinas accionadas por un motor principal, deberán disponer de un mando de paro que permita detener cada una de ellas por separado.

3. Aquellas instalaciones de máquinas que estén accionadas por varios motores individuales o por un motor principal y ejecuten trabajos que dependan unos de otros, deberán disponer de uno o más dispositivos de parada general.
4. Cuando en una misma máquina existan varios puestos de trabajo, se dispondrá en cada uno de ellos de un mecanismo de puesta en marcha, de forma que sea imposible el arranque de la máquina hasta que todos los mandos estén accionados. Del mismo modo, cada uno de ellos dispondrá de un mecanismo de parada de forma que el accionamiento de uno cualquiera pueda detener la máquina en casos de emergencia.
5. Los dispositivos de parada deberán estar perfectamente señalizados, fácilmente accesibles y concebidos de forma tal, que resulte difícil su accionamiento involuntario. Los de parada de emergencia estarán además situados en un lugar seguro.

#### **Art. 86.- Interruptores**

Los interruptores de los mandos de las máquinas estarán diseñados, colocados e identificados de forma que resulte difícil su accionamiento involuntario.

#### **Art. 87.- Pulsadores de puesta en marcha**

Los pulsadores de puesta en marcha deberán cumplir las siguientes condiciones:

1. No sobresalir ni estar al ras de la superficie de la caja de mandos, de tal manera que obliguen a introducir el extremo del dedo para accionarlos, dificultando los accionamientos involuntarios.
2. Preferiblemente de menor tamaño que los de parada.

#### **Art. 88.- Pulsadores de parada**

Los pulsadores de parada serán fácilmente accesibles desde cualquier punto del puesto de trabajo, sobresaliendo de la superficie en la que estén instalados.

#### **2.3.4.3 Utilización y mantenimiento de máquinas fijas**

##### **Art. 91.- Utilización**

4. **(Ley N° 2393., 1986)** Las máquinas se utilizarán únicamente en las funciones para las que han sido diseñadas.
5. Todo operario que utilice una máquina deberá haber sido instruido y entrenado adecuadamente en su manejo y en los riesgos inherentes a la misma. Asimismo, recibirá instrucciones concretas sobre las prendas y elementos de protección personal que esté obligado a utilizar.
6. No se utilizará una máquina si no está en perfecto estado de funcionamiento, con sus protectores y dispositivos de seguridad en posición y funcionamiento correctos.
7. Para las operaciones de alimentación, extracción y cambio de útiles, que por el peso, tamaño, forma o contenido de las piezas entrañen riesgos, se dispondrán los mecanismos y accesorios necesarios para evitarlos. **(Ley N° 2393., 1986, pág. 40)**

##### **Art. 92.- Mantenimiento**

8. **(Ley N° 2393., 1986)** El mantenimiento de máquinas deberá ser de tipo preventivo y programado.

9. Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas.
  
10. Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha.

En aquellos casos en que técnicamente las operaciones descritas no pudieren efectuarse con la maquinaria parada, serán realizadas con personal especializado y bajo dirección técnica competente.

### **2.3.5 Maquinas portátiles**

#### **Art. 94.- Utilización y mantenimiento**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** La utilización de las máquinas portátiles se ajustará a lo dispuesto en los puntos 1, 2 y 3 del artículo 91.
  
2. Al dejar de utilizar las máquinas portátiles, aún por períodos breves, se desconectarán de su fuente de alimentación.
  
3. Las máquinas portátiles serán sometidas a una inspección completa, por personal calificado para ello, a intervalos regulares de tiempo, en función de su estado de conservación y de la frecuencia de su empleo.
  
4. Las máquinas portátiles se almacenarán en lugares limpios, secos y de modo ordenado.

5. Los órganos de mando de las máquinas portátiles estarán ubicados y protegidos de forma que no haya riesgo de puesta en marcha voluntaria y que faciliten la parada de aquéllas.
  6. Todas las partes agresivas por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva y proyectiva, en que resulte técnicamente posible, dispondrán de una protección eficaz conforme a lo estipulado en el Capítulo II del presente título.
  7. El mantenimiento de las máquinas portátiles se realizará de acuerdo con lo establecido en el artículo 92.
1. Toda máquina herramienta de accionamiento eléctrico, de tensión superior a 24 voltios a tierra debe ir provista de conexión a tierra.
  2. Se exceptúan de la anterior disposición de seguridad, aquellas de fabricación de tipo de "doble aislamiento" o alimentadas por un transformador de separación de circuitos. **(Ley N° 2393., 1986, pág. 41).**

### **2.3.6 Herramientas manuales**

#### **Art. 95.- Normas generales y utilización**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** Las herramientas de mano estarán construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño para la operación a realizar, y no tendrán defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
2. La unión entre sus elementos será firme, para quitar cualquier rotura o proyección de los mismos.

3. Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Estarán sólidamente fijados a la herramienta, sin que sobresalga ningún perno, clavo o elemento de unión, y en ningún caso, presentarán aristas o superficies cortantes.
4. Las partes cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas.
5. Toda herramienta manual se mantendrá en perfecto estado de conservación. Cuando se observen rebajas (sic), fisuras u otros desperfectos deberán ser corregidos, o, si ello no es posible, se desechará la herramienta.
6. Durante su uso estarán libres de grasas, aceites u otras sustancias deslizantes.
7. Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
8. Se prohíbe colocar herramientas manuales en pasillos abiertos, escaleras u otros lugares elevados, para evitar su caída sobre los trabajadores.
9. Para el transporte de herramientas cortantes o punzantes se utilizarán cajas o fundas adecuadas.
10. Los operarios cuidarán convenientemente las herramientas que se les haya asignado, y advertirán a su jefe inmediato de los desperfectos observados.
11. Las herramientas se utilizarán únicamente para los fines específicos de cada una de ellas.

### **2.3.7 Aparatos de izar. Normas generales**

#### **Art. 99.- Construcción y conservación**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** Todos los elementos que constituyen la estructura, mecanismos y accesorios de los aparatos de izar, serán de material sólido, bien contruidos, de resistencia adecuada a su uso y destino y sólidamente afirmados en su base.
2. Los aparatos de izar se conservarán en perfecto estado y orden de trabajo, atendiéndose a las instrucciones dadas por los fabricantes y a las medidas técnicas necesarias para evitar riesgos.

#### **Art. 100.- Carga máxima**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** La carga máxima en kilogramos de cada aparato de izar se marcarán en el mismo en forma destacada, fácilmente legible e indeleble.
2. Se prohíbe cargar estos aparatos con pesos superiores a la carga máxima, excepto en las pruebas de resistencia. Estas pruebas se harán siempre con las máximas garantías de seguridad y bajo dirección del técnico competente.

#### **Art. 101.- Manipulación de las cargas**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** La elevación y descenso de las cargas se harán lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca y efectuándose siempre que sea posible, en sentido vertical para evitar el balanceo.
2. Cuando sea necesario arrastrar las cargas en sentido oblicuo este tomarán las máximas garantías de seguridad.

3. Los operadores de los aparatos de izar evitarán siempre transportar las cargas por encima de lugares donde estén los trabajadores o donde la eventual caída de la carga puedan provocar accidentes que afecten a los trabajadores.
4. Las personas encargadas del manejo de los aparatos elevadores y de efectuar la dirección y señalamiento de las maniobras u operaciones serán convenientemente instruidas y deberán conocer el cuadro de señales para el mando de artefactos de elevación y transporte de pesos recomendados para operaciones ordinarias en fábricas y talleres.
5. Cuando sea necesario mover cargas peligrosas como metal fundido u objetos sostenidos por electroimanes, sobre puestos de trabajo, se avisará con antelación suficiente para permitir que los trabajadores se sitúen en lugares seguros, sin que pueda efectuarse la operación hasta tener la evidencia de que el personal quede a cubierto del riesgo.
6. No se dejarán los aparatos de izar con cargas suspendidas.
7. Cuando los aparatos funcionen sin carga, el maquinista elevará el gancho lo suficiente para que pase libremente sobre personas y objetos.
8. Se prohíbe viajar sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.
9. Cuando no queden del campo visual del maquinista todas las zonas por las que debe pasar la carga, se empleará uno o varios trabajadores para dirigir la maniobra.
10. Se prohíbe la permanencia y paso innecesario de cualquier trabajador en la vertical de las cargas.
11. Se prohíbe el descenso de la carga en forma de caída libre, siendo éste controlado por motor, freno o ambos.

12. Los operadores de los aparatos de izar y los trabajadores que con estos aparatos se relacionan, utilizarán los medios de protección personal adecuados a los riesgos a los que estén expuestos. Explícitamente se prohíbe enrolarse la cuerda guía al cuerpo.

### **2.3.8 Protección personal**

#### **Art. 175.- Disposiciones generales**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** La utilización de los medios de protección personal tendrá carácter obligatorio en los siguientes casos:
  - a) Cuando no sea viable o posible el empleo de medios de protección colectiva.
  - b) Simultáneamente con éstos cuando no garanticen una total protección frente a los riesgos profesionales.
2. La protección personal no exime en ningún caso de la obligación de emplear medios preventivos de carácter colectivo.
3. Sin perjuicio de su eficacia los medios de protección personal permitirán, en lo posible, la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo ejecute y sin disminución de su rendimiento, no extrañando en si mismos otros riesgos.
4. El empleador estará obligado a:
  - a) Suministrar a sus trabajadores los medios de uso obligatorio para protegerles de los riesgos profesionales inherentes al trabajo que desempeñan.

- b) Proporcionar a sus trabajadores los accesorios necesarios para la correcta conservación de los medios de protección personal, o disponer de un servicio encargado de la mencionada conservación.
- c) Renovar oportunamente los medios de protección personal, o sus componentes, de acuerdo con sus respectivas características y necesidades.
- d) Instruir a sus trabajadores sobre el correcto uso y conservación de los medios de protección personal, sometiéndose al entrenamiento preciso y dándole a conocer sus aplicaciones y limitaciones.
- e) Determinar los lugares y puestos de trabajo en los que sea obligatorio el uso de algún medio de protección personal.

5. El trabajador está obligado a:

- a) Utilizar en su trabajo los medios de protección personal, conforme a las instrucciones dictadas por la empresa.
- b) Hacer uso correcto de los mismos, no introduciendo en ellos ningún tipo de reforma o modificación.
- c) Atender a una perfecta conservación de sus medios de protección personal, prohibiéndose su empleo fuera de las horas de trabajo.
- d) Comunicar a su inmediato superior o al Comité de Seguridad o al Departamento de Seguridad e Higiene, si lo hubiere, las deficiencias que observe en el estado o funcionamiento de los medios de protección, la carencia de los mismos o las sugerencias para su mejoramiento funcional.

6. En el caso de riesgos concurrentes a prevenir con un mismo medio de protección personal, éste cubrirá los requisitos de defensa adecuados frente a los mismos.
7. Los medios de protección personal a utilizar deberán seleccionarse de entre los normalizados u homologados por el I.N.E.N. y en su defecto se exigirá que cumplan todos los requisitos del presente título.

#### **Art. 177.- Protección del cráneo**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** Cuando en un lugar de trabajo exista riesgo de caída de altura, de proyección violenta de objetos sobre la cabeza, o de golpes, será obligatoria la utilización de cascos de seguridad.

En los puestos de trabajo en que exista riesgo de enganche de los cabellos por proximidad de máquinas o aparatos en movimiento, o cuando se produzca acumulación de sustancias peligrosas o sucias, será obligatoria la cobertura del cabello con cofias, redes u otros medios adecuados, eliminándose en todo caso el uso de lazos o cintas.

2. Siempre que el trabajo determine exposición a temperaturas extremas por calor, frío o lluvia, será obligatorio el uso de cubrecabezas adecuados.
3. Los cascos de seguridad deberán reunir las características generales siguientes:
  - a. Sus materiales constitutivos serán incombustibles o de combustión lenta y no deberán afectar la piel del usuario en condiciones normales de empleo.
  - b. Carecerán de aristas vivas y de partes salientes que puedan lesionar al usuario.

- c. Existirá una separación adecuada entre casquete y arnés, salvo en la zona de acoplamiento.
4. En los trabajos en que requiriéndose el uso de casco exista riesgo de contacto eléctrico, será obligatorio que dicho casco posea la suficiente rigidez dieléctrica.
5. La utilización de los cascos será personal.
6. Los cascos se guardarán en lugares preservados de las radiaciones solares, calor, frío, humedad y agresivos químicos y dispuestos de forma que el casquete presente su convexidad hacia arriba, con objeto de impedir la acumulación de polvo en su interior. En cualquier caso, el usuario deberá respetar las normas de mantenimiento y conservación.

#### **Art. 181.- Protección de las extremidades superiores**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** La protección de las extremidades superiores se realizará, principalmente, por medio de dediles, guantes, mitones, manoplas y mangas seleccionadas de distintos materiales, para los trabajos que impliquen, entre otros los siguientes riesgos:
  - a. Contactos con agresivos químicos o biológicos.
  - b. Impactos o salpicaduras peligrosas.
  - c. Cortes, pinchazos o quemaduras.
  - d. Contactos de tipo eléctrico.
  - e. Exposición a altas o bajas temperaturas.
  - f. Exposición a radiaciones.

2. Los equipos de protección de las extremidades superiores reunirán las características generales siguientes:
  - a. Serán flexibles, permitiendo en lo posible el movimiento normal de la zona protegida.
  - b. En el caso de que hubiera costuras, no deberán causar molestias.
  - c. Dentro de lo posible, permitirán la transpiración.

#### **Art. 182.- Protección de las extremidades inferiores**

1. **(Ley N° 2393., 1986)** Los medios de protección de las extremidades inferiores serán seleccionados, principalmente, en función de los siguientes riesgos:
  - a. Caídas, proyecciones de objetos o golpes.
  - b. Perforación o corte de suelas del calzado.
  - c. Humedad o agresivos químicos.
  - d. Contactos eléctricos.
  - e. Contactos con productos a altas temperaturas.
  - f. Inflamabilidad o explosión.
  - g. Deslizamiento.
  - h. Picaduras de ofidios, arácnidos u otros animales.
2. En trabajos específicos utilizar:

- a. En trabajos con riesgos de caída o proyecciones violentas de objetos o aplastamiento de los pies, será obligatoria la utilización de un calzado de seguridad adecuado, provisto, como mínimo, de punteras protectoras.
- b. Cuando existan riesgos de perforación de suelas por objetos punzantes o cortantes, se utilizará un calzado de seguridad adecuado provisto, como mínimo de plantillas o suelas especiales.
- c. En todos los elementos o equipos de protección de las extremidades inferiores, que deban proteger de la humedad o agresivos químicos, ofrecerá una hermeticidad adecuada a ellos y estarán confeccionados con materiales de características resistentes a los mismos.
- d. El calzado utilizado contra el riesgo de contacto eléctrico, carecerá de partes metálicas. En trabajos especiales, al mismo potencial en líneas de transmisión, se utilizará calzado perfectamente conductor.
- e. Para los trabajos de manipulación o contacto con sustancias a altas temperaturas, los elementos o equipos de protección utilizados, serán incombustibles y de bajo coeficiente de transmisión del calor.
- f. Los materiales utilizados en su confección no sufrirán merma de sus características funcionales por la acción del calor. En ningún caso tendrán costuras ni uniones, por donde puedan penetrar sustancias que originen quemaduras.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **3.1 Materiales y métodos**

### **3.1.1 Localización**

Este trabajo de investigación se lo realizó en el proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón en el Km 70 de la vía Santo Domingo – Quito del cantón Mejía de la provincia de Pichincha.

### **3.1.2. Recursos Humanos**

- Autor
- Fiscalizadoras

### **3.1.3. Materiales de oficina**

- Lápiz
- Bolígrafos
- Agenda de Apuntes
- Resma de papel A4

### **3.1.4. Equipos de oficina**

- Computador personal
- Impresora
- Cámara Fotográfica
- Filmadora
- Sonómetro
- Calculadora.

## **3.2. Métodos de investigación**

### **3.2.1. Deductivo**

Este método sirvió para apoyar la investigación mediante lineamientos de teorías y las normas con las que se realizó el trabajo de campo para detectar los factores de riesgos mecánicos en la Hidroeléctrica Toachi Pilatón.

### **3.2.2. Análisis**

Tomando en cuenta los datos obtenidos y hacerle un análisis individual, se pudo llegar a una conclusión detallada de cuales fueron los requerimientos que se necesitaron para lograr formalizar la meta, es el análisis y estudio de la seguridad en una hidroeléctrica.

## **3.3. Tipos de investigación**

### **3.3.1. De campo**

Esta investigación requirió de conocimiento sólido para reconocer los factores de riesgo mecánicos presentes en las instalaciones de la casa de máquinas en la Hidroeléctrica.

### **3.3.2. Descriptiva**

El método de investigación a utilizar para el desarrollo del presente proyecto, es de tipo descriptivo, el cual se realizó a través de la observación directa y recolección de información, haciendo énfasis en los factores de riesgo mecánicos.

### **3.3.3. Bibliográfica**

Se recopiló la información bibliográfica necesaria para soportar la investigación mediante normas, demás libros, concerniente al tema de investigación.

## **3.4 Procedimiento Metodológico**

- Mediante la técnica de investigación del cuestionario se recolectó información acerca de la seguridad que se implementará en el área de casa de máquinas.
- Se realizó un diagnóstico y un análisis con la metodología del FODA para determinar los incidentes y accidentes.
- Mediante la investigación bibliográfica se obtuvo información para realizar la evaluación cualitativa para medir los riesgos mecánicos.
- Mediante la investigación bibliográfica se consiguió el decreto ejecutivo 2393 y la norma OSHAS 18001, para realizar la documentación para evaluación, diagnóstico y resultado.
- Se detallaron medidas de control con un punto de vista técnico para los riesgos evaluados usando el criterio y el conocimiento del investigador.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1 Diagnóstico de la empresa, para determinar los factores de riesgos en casa de máquinas.

#### 4.1.1.1 Resultados de la entrevista realizada a las fiscalizadoras.

**Pregunta 1:** ¿Cuántos operadores trabajarán en las casas de máquinas?

**Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** 22 personas en turnos de 8 horas.

**Fiscalizadora B:** 22 operadores en turnos de 8 horas.

#### **Análisis**

Trabajarán 22 personas, un Gerente de operaciones, un supervisor de seguridad industrial, un supervisor de mantenimiento, 4 operadores de paneles de control, un operador de puente grúa, una cuadrilla de mantenimiento, otra cuadrilla de técnicos en electricidad y 2 personas para limpieza, en cada una de las casas de máquinas Alluriquín y Sarapullo, en turnos de 8 horas.

**Pregunta 2:** ¿El personal a laborar en la generación está correctamente capacitado para sus funciones específicas y para evitar situaciones de riesgo?

**Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** Se seleccionará cuidadosamente al personal que laborara en todas las áreas

**Fiscalizadora B:** El personal es elegido en base a experiencia y estudios.

## **Análisis**

Se seleccionará personal con experiencia previa en las áreas a desempeñarse, para el personal administrativo, técnico y supervisor, se requerirá estudios de tercer nivel a fines a sus funciones, para que se desempeñen con la mayor eficiencia posible.

**Pregunta 3:** ¿Se realizarán reuniones de seguridad antes de iniciar las actividades de generación?

### **Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** Si, se efectuarán reuniones cortas al inicio de cada actividad

**Fiscalizadora B:** Si, se realizarán reuniones de 5 minutos mínimos.

## **Análisis**

Las reuniones de seguridad son para procurar mantener el cuidado al realizar actividades riesgosas y hacer conciencia de trabajar sin perder la concentración ante situaciones de riesgo, recordándole principios básicos y normas al personal para que logren evitar incidentes y accidentes en los turnos de trabajo, y aumenten su compromiso por la seguridad de las operaciones, de los compañeros de trabajo y de ellos mismos.

**Pregunta 4:** ¿Se realizarán inspecciones diarias antes de iniciar las actividades y/o después de culminar, en las áreas más riesgosas de las casas de máquinas?

### **Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** Si, se realizarán inspecciones a las áreas y maquinarias cada mañana con lo cual aumentara el control de la salud y seguridad

**Fiscalizadora B:** Si, se realizarán inspecciones en diversas áreas y se constatará las áreas de mayor riesgo

### **Análisis.**

El turno nocturno tiene sus riesgos, debido al cansancio y fatiga del personal propio del horario, trabajando en turnos nocturnos el personal pierde concentración y podrían cometer más errores que en un turno normal, por lo cual es esencial que el personal que releve al turno nocturno, tome medidas de supervisión de las áreas, equipos y maquinarias.

**Pregunta 5:** ¿Se realizarán supervisiones a la actividad de generación, con el fin de encontrar nuevos factores de riesgo?

### **Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** La continua supervisión de la actividad de generación permitirá encontrar nuevos riesgos mecánicos y de otra índole.

**Fiscalizadora B:** Mediante una supervisión continúa se anticipara incidentes y accidentes antes de que ocurran.

### **Análisis**

Las inspecciones se realizarán de manera periódica y dependiendo de la disponibilidad del personal encargado de la seguridad, tomando en cuenta la opinión de todos los involucrados escuchando sus comentarios, sugerencias y experiencia con el equipo y maquinarias, esta actividad es de vital importancia como se indicó, se podrá prever los incidentes y accidentes, mejorando sustancialmente la salud y seguridad del personal que laborara en las instalaciones y harán uso del equipo.

**Pregunta 6:** ¿Con qué frecuencia se realizarán mantenimientos preventivos y correctivos a las turbinas?

**Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** Cada 6 meses se realizará un mantenimiento completo y se reemplazarán partes afectadas como medidas de seguridad.

**Fiscalizadora B:** Cada 6 meses se realizará una parada general para proceder a analizar el deterioro de las piezas afectadas.

**Análisis**

La planificación para mantenimientos es de 6 meses, mediante aquellas actividades se restaurarán piezas que sufren algún tipo de deterioro debido al uso continuo, y se realizarán paradas imprevistas para determinar el daño de las mismas como medida preventiva.

**Pregunta 7:** ¿Con qué frecuencia se realizaran mantenimientos preventivos y correctivos al puente grúa?

**Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** Se realizarán cada 6 meses

**Fiscalizadora B:** Se ejecutarán cada 6 meses

**Análisis**

La planificación es para 6 meses, de igual manera se reemplazarán piezas desgastadas y se examinará el estado de las fallas, para procurar que haya incidentes y accidentes que pueden ocurrir en cualquier momento, averiando las maquinarias.

**Pregunta 8:** ¿Se verificará que el personal este provisto de su equipo de protección personal, antes de iniciar sus actividades?

**Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** El supervisor de seguridad estará atento a que todo el personal use en todo momento el EPP.

**Fiscalizadora B:** La supervisión del uso continuo y eficiente del EPP se verifica en todo momento y en toda actividad.

**Análisis**

El cumplimiento del uso del EPP por parte de todo el personal lo verificará el supervisor de seguridad industrial, y lo evidenciará al comienzo de las actividades y se supervisará que lo usen en los momentos propicios, especialmente al desarrollar actividades distintas se deberá elegir el equipo de protección personal apropiado para la tarea a realizar.

**Pregunta 9:** ¿Se verificará que el personal no se encuentre bajo los efectos de drogas alcohólicas, psicotrópicas, psicodélicas, alucinógenas etc., antes de iniciar sus actividades?

**Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** El supervisor de seguridad estará atento a que el personal se encuentre en perfectas condiciones motrices y deberá estar sobrio, caso contrario estará obligado a retirarse.

**Fiscalizadora B:** Es un compromiso de los empleados presentarse a sus labores en lucidez y perfecto estado de salud.

## **Análisis**

El personal bajo efectos de alcohol o drogas aumenta significativamente las situaciones riesgosas, es un punto clave para mantener la seguridad del personal, de los equipos y maquinarias. Como política el personal nunca debería presentarse bajo efectos de algún tipo de droga o bebidas alcohólicas.

**Pregunta 10:** ¿Se instalarán guardas en las áreas comprometedoras de las turbinas?

### **Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** Las máquinas peligrosas poseen bloqueos para evitar que los operadores puedan ingresar manos u objetos de dimensiones semejantes.

**Fiscalizadora B:** Las áreas de riesgo de las máquinas están provistas de guardas que protegen a los operarios que se acercan.

## **Análisis**

Las guardas son instaladas en las áreas de peligro de las maquinarias para evitar que el personal sufra algún tipo de accidente, o puedan caer herramientas manuales en los engranes, o en las diferentes zonas de peligro.

**Preguntas 11:** ¿Existirá la correcta coordinación entre actividad de generación con las actividades de mantenimiento preventivo- correctivo?

**Fiscalizadora A:** Todas las actividades están programadas para que la planificación de mantenimiento no sea interrumpida

**Fiscalizadora B:** Las actividades no podrán cruzarse o interrumpirse porque está perfectamente planificada

## **Análisis**

Las actividades de generación no se verán interrumpidas, debido a que están correctamente planificadas para no ser paralizadas, y en los días de mantenimiento no se realizarán tareas de otra índole, para otorgar la prioridad necesaria.

**Pregunta 12:** ¿Existen señales de alarma para emergencias dentro de la casa de máquinas?

**Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** Hay instaladas alarmas para distintas eventualidades.

**Fiscalizadora B:** Estas alarmas son para casos de emergencia.

## **Análisis**

Las alarmas son activadas para emergencias que puedan poner en peligro la integridad de equipos, maquinarias y personal que labora dentro de la casa de máquinas.

**Pregunta 13:** ¿Existe una señal de alarma para cuando el puente grúa este en uso a fin de alertar al personal cercano?

**Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** El puente grúa emite una alarma como medida de seguridad.

**Fiscalizadora B:** Tiene instalada una alarma para que el personal esté atento a la carga izada.

## **Análisis**

Al momento de izar alguna carga se escucha una señal de alerta para que el personal este consciente del peligro y preste la atención debida, hasta que el operador del puente grúa termine de colocar la carga en el sitio que corresponda.

**Pregunta 14:** ¿Cuál será la frecuencia para la sustitución de EPP de los operarios?

### **Respuestas:**

**Fiscalizadora A:** Los cambios serán periódicos dependiendo del equipo.

**Fiscalizadora B:** Los cambios son periódicos en caso de adelantarse su deterioro, el supervisor de seguridad determinará si un equipo requiere una pronta sustitución.

## **Análisis**

El cambio de EPP tendrá un periodo específico para cada tipo de equipo o se cambiará de manera adelantada cuando sea necesario, el supervisor de seguridad deberá estar pendiente de la situación de EPP que sean necesarios de remplazar.

### **4.1.1.2 Analisis de los resultados de la entrevista realizada a las fiscalizadoras**

Se puede concluir que ambas fiscalizadoras coinciden en sus respuestas, esto se debe a que ya se establecieron los planes de actividades de trabajo para las actividades de generación eléctrica en las casas de máquinas del proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón.

Mediante las respuestas brindadas por las fiscalizadoras se puede dar por hecho que se han tomado medidas básicas para la seguridad y salud de todo el personal que laborará en la casa de máquinas.

Se ha planteado normas y técnicas que se deben aplicar antes, mediante y después de realizar cualquier actividad en la generación eléctrica, precautelando el buen estado de equipos, maquinarias y herramientas, para asegurar que la actividad de generación sea realizada bajo estrictos controles de seguridad.

#### **4.1.1.3 Diagnóstico de Seguridad**

El formulario de preguntas, fue realizado en base al futuro trabajo de generación eléctrica en el proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón, para sus actividades se prevé un grupo de 7 operadores para cada casa de máquinas. La seguridad de la casa de máquinas será supervisada por un Jefe de seguridad industrial.

El proyecto está en etapa de construcción la casa de máquinas aún no tiene habilitado el puente grúa y las bases de las turbinas están siendo armadas y soldadas, el área donde se encontrarán los controles solamente está construido, en estas actividades de construcción se realiza supervisión continua de seguridad con personal capacitado, estas medidas son para evitar y controlar los distintos factores de riesgo.

Aunque, aun así existen riesgos no medidos o no conocidos, que solo se dan a conocer cuando ocurren, no se pueden anticipar todos los riesgos en los distintos escenarios del proyecto, pese a los contratiempos y accidentes que se han dado hasta ahora en la construcción del proyecto hidroeléctrico, la seguridad de todos los grupos de trabajo es uno de los principales objetivos.

#### 4.1.1.4 Análisis FODA

**Cuadro 1: Oportunidades y Amenazas**

<b>Oportunidades.</b>				
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Calf.</b>	<b>%</b>	<b>Calf. Ponderada</b>
<b>O1</b>	Constructoras comprometidas y eficientes.	3	33.33%	0.84
<b>O2</b>	Calidad en equipos de protección.	2	33.33%	0.56
<b>O3</b>	Compromiso de compañías proveedoras de cemento, acero, diésel, etc.	3	33.33%	0.84
<b>SUBTOTAL</b>			<b>100%</b>	<b>2.24</b>
<b>Amenazas.</b>				
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Calf.</b>	<b>%</b>	<b>Calf. Ponderada</b>
<b>A1</b>	Retrasos de Proveedores.	2	33.33%	0.56
<b>A2</b>	Clima desfavorable.	3	33.33%	0.84
<b>A3</b>	Constructoras atrasadas.	2	33.33%	0.56
<b>SUBTOTAL</b>			<b>100%</b>	<b>1.96</b>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

**Cuadro 2: Fortalezas y debilidades**

<b>Fortaleza.</b>				
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Calf.</b>	<b>%</b>	<b>Calf. Ponderada</b>
<b>F1</b>	Seguridad y salud industrial altamente comprometida	2	33.33%	0.56
<b>F2</b>	Se controla la seguridad en todo momento.	2	33.33%	0.56
<b>F3</b>	La roca de la montaña es fuerte para evitar riesgos geomecánicos.	2	33.33%	0.56
<b>SUBTOTAL</b>			<b>100%</b>	<b>1.68</b>
<b>Debilidad.</b>				
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Calf.</b>	<b>%</b>	<b>Calf. Ponderada</b>
<b>D1</b>	Riesgos no conocidos ni medidos.	2	33.33%	0.56
<b>D2</b>	Existe un factor de riesgo por usar instrumentos eléctricos en zonas húmedas e inundadas	3	33.33%	0.84
<b>D3</b>	Varios frentes de trabajo.	2	33.33%	0.56
<b>SUBTOTAL</b>			<b>100%</b>	<b>1.96</b>
<b>TOTAL</b>				<b>7.84</b>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

Mediante este análisis FODA se obtuvo como resultado el grado de importancia en la construcción del proyecto Toachi Pilatón con el puntaje de: 1 considerable, 2 importante, 3 Muy Importante, los resultados del análisis son: **Fortalezas** con una calificación de 1,68, equivale al 21.75%; **Debilidades** con una calificación de 1,96, que equivale al 25,38%; **Oportunidades** con una calificación de 2,24, equivale al 30.03%; y **Amenazas** con una calificación de 1,96 equivale al 25,38%.

**Fortalezas y oportunidades (FO)** suman un **50,00%**, mientras que las **Debilidades y Amenazas (DA)** suman el **50,00%**, mediante la calificación se aprecia que **Fortalezas y Oportunidades** se empatan con **Debilidades y Amenazas** por lo que se debería reducir las debilidades y amenazas.

#### 4.1.2. Evaluación cualitativa

Los principales factores de riesgos mecánicos analizados en la futura generación eléctrica:

**Cuadro 3: Factores de riesgo Mecánicos en puente Grúa**

<b>Factores de Riesgos mecánicos</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Total</b>
<b>Puente Grúa (Medios de Izaje)</b>			
Rotura de la máquina	2	4	8
Golpes por objetos móviles	3	3	9
Perdida de estabilidad	3	3	9
Parada repentina por desperfecto al momento del Izaje.	3	3	9
Rotura de ganchos o cuerdas	3	5	15
Uso incorrecto de ganchos o cuerdas	3	5	15
Descuido del personal cercano al trayecto de la carga izada	5	3	15
Descuido del personal que opera el puente grúa	5	4	20
Desplome de objetos pesados	3	8	<b>24</b>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

## Análisis

Se analizaron los factores de riesgos mecánicos del puente Grúa, mediante el método de evaluación de riesgo cualitativo, se alinearon los riesgos de menor a mayor daño, multiplicando la probabilidad por el impacto.

Uno de los factores de riesgos que pueden afectar la seguridad en la casa de máquinas, es el uso del puente grúa, aunque su uso no será algo cotidiano, de presentarse inconvenientes con su uso, los daños sería serios.

**Cuadro 4: Factores de riesgo Mecánicos en Tuberías**

<b>Factores de Riesgos mecánicos</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Total</b>
<b>Tuberías (Recipientes a presión)</b>			
Aumento brusco de presión	2	5	10
Fisura de Tubería por presión	2	7	14
Separación en la unión de las tuberías (pernos en mal estado)	2	8	16
Rotura de Tubería	2	10	<b>20</b>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

## Análisis

Los riesgos en tuberías son pocos, debido a que las tuberías son debidamente reforzadas para las presiones que deberán soportar, aun así se evaluó los riesgos con más relevancia.

Los riesgos medidos acerca de las tuberías otorgan números bajos, no se acercan a la realidad, porque de ocasionarse un problema con ellas existe el riesgo de inundación de la casa de máquinas y daño de la mayoría de equipos, aquellos resultados no muestran los resultados que se esperan debido a la baja probabilidad asignada.

Aquello ocurriría bajo condiciones extremas de degradación de las estructuras e integridad física de tuberías.

**Cuadro 5: Factores de riesgo Mecánicos en Turbinas**

<b>Factores de Riesgos mecánicos</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Total</b>
<b>Turbinas tipo Francis (Máquinas y herramientas)</b>			
Parada repentina de turbinas (Sistema Automático Preventivo)	6	2	12
Mal funcionamiento de turbinas	3	5	15
Daño severo de turbina	2	8	16
Descuido del personal al realizar mantenimiento	4	4	16
Deterioro parcial o total de las turbinas por uso continuo	2	9	<b>18</b>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

### **Análisis**

El riesgo total de las turbinas es bajo, teniendo en cuenta que su probabilidad es muy alta, por lo que se debe estar preparado para analizar y solucionar las eventualidades que se presenten.

Las turbinas trabajaran todo el tiempo por lo que su desgaste será evidente en determinado tiempo para lo cual se deben realizar supervisiones para precautelar su buen estado.

**Cuadro 6: Factores de riesgo Mecánicos en Herramientas**

<b>Factores de Riesgos mecánicos</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Total</b>
<b>Herramientas de mantenimiento (Máquinas y herramientas)</b>			
Llaves u otras herramientas en mal estado físico y/o sucias	4	1	4
Uso de tubos como palancas	4	1	4
Golpes causados por herramientas	4	1	4
Accidente con herramientas por EPP incompleto	4	1	4
Golpes en ojos	6	1	6
Cortes o magulladuras por herramientas	6	1	6
Accidente por destrucción física de herramienta en su uso	4	2	<b>8</b>

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

### **Análisis**

El uso de herramientas puede causar tanto daño, como se lo permita, evadiendo las observaciones para su correcto uso. Su uso y mantenimiento debe ser tomado con seriedad y cautela, para cuidar de la salud e integridad física del personal.

La utilización de las herramientas es limitada para el momento en que se realicen mantenimientos preventivos o correctivos. Por lo que su probabilidad se reduce a aquellos momentos.

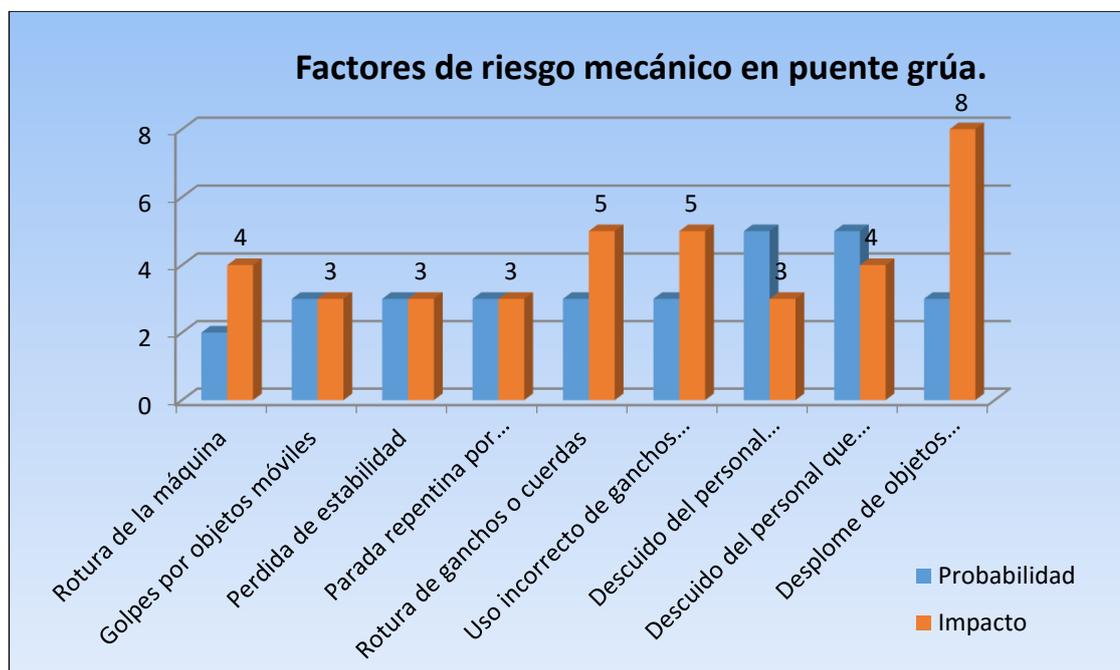
#### **4.1.2.1. Resumen de evaluación cualitativa**

Los mayores factores de riesgo mecánico han sido evaluados, dando como resultado información oportuna para tomar en cuenta y realizar normas internas

que eviten futuros incidentes y accidentes para así mantener la salud y seguridad del personal.

A más de eso se debe cumplir con las instrucciones para el uso correcto de herramientas y maquinarias lo cual ayuda a evitar varios factores de riesgos analizados.

**Grafico 1. Factores de riesgo mecánico en puente grúa.**



Fuente: Investigación de campo

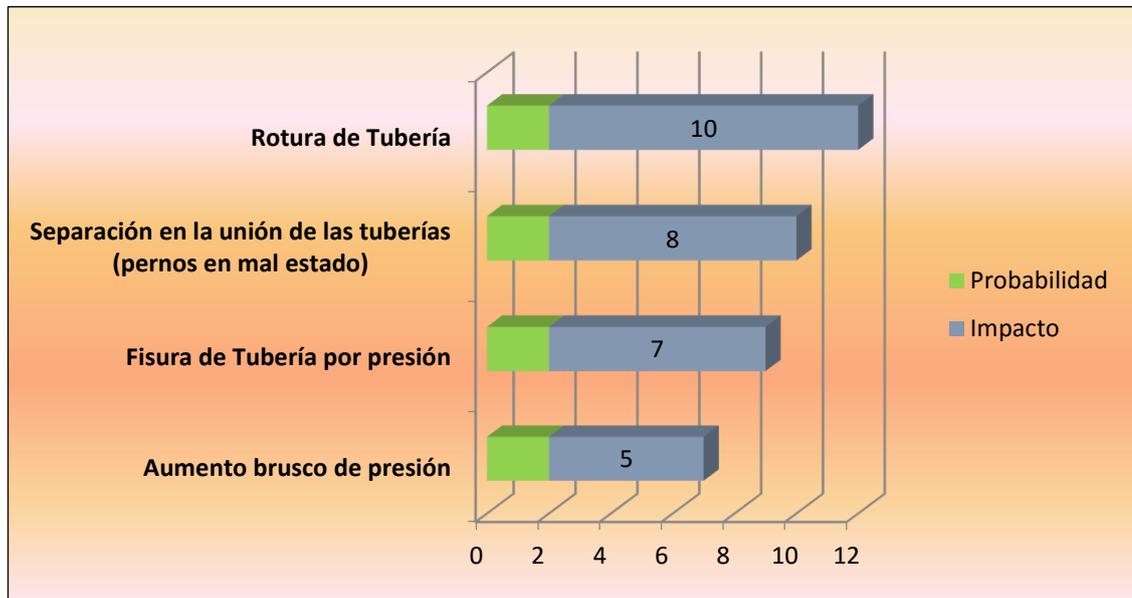
Elaborado por: Autor (2015)

## Analisis

Mediante la gráfica se puede determinar que el impacto es mayormente proporcional a la probabilidad, siendo el desplome de objetos pesados, el factor mas relevante con relación a los demás factores de riesgo.

Los riesgos a los cuales se expone el personal que laborará en la casa de máquinas con una mayor frecuencia son los del puente grúa y de herramientas manuales, por lo que se deberá tener mayores cuidados en estas actividades.

**Grafico 2. Factores de riesgos mecánicos en tuberías**



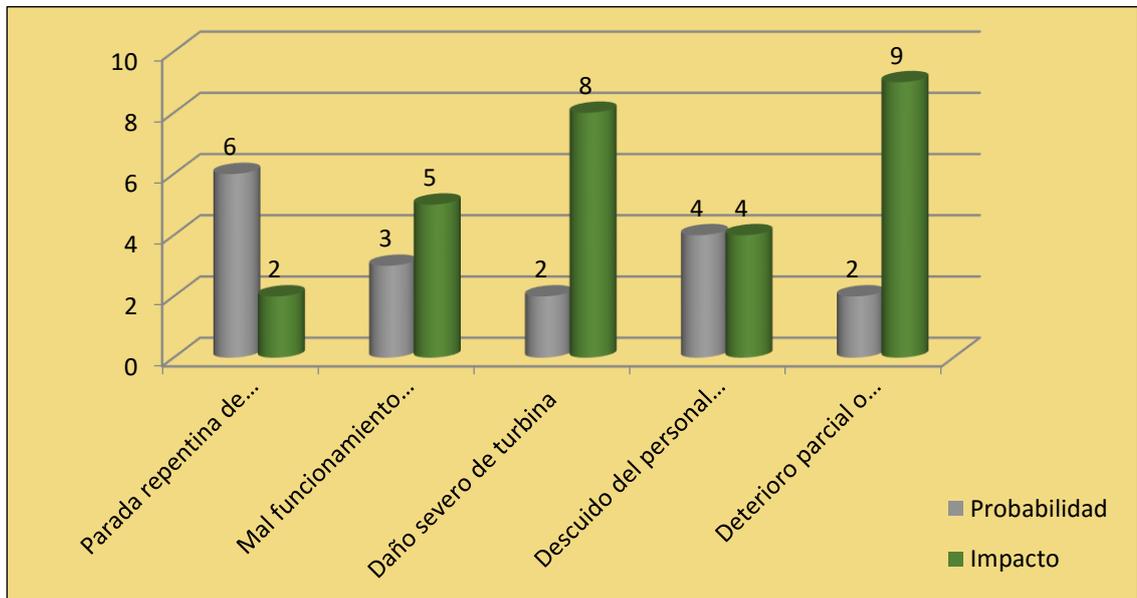
Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

### **Analisis**

Se puede considerar, que una de los causas con mayor impacto en riesgos mecánicos en tuberías, podría ser la rotura de las mismas, debido a la presión que ejercen, ocasionando un problema grave como inundación de las casa de máquinas, esto en comparación con los otros factores, pese a que los factores de riesgos en tuberías son muy escasos, debido a que son reforzadas para soportar altas presiones, por lo tanto se considera una probabilidad baja.

**Gráfico 3. Factores de riesgo Mecánicos en Turbinas**



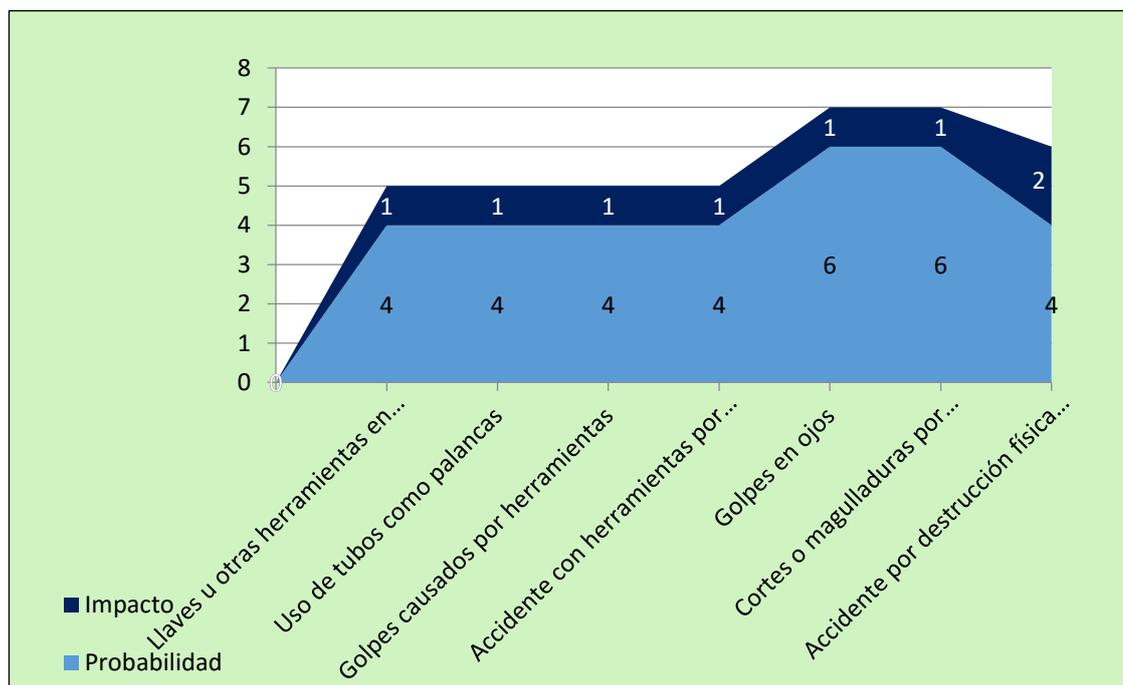
Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

### **Analisis**

De acuerdo a los datos obtenidos mediante la gráfica, se determina que la probabilidad y el impacto de los riesgos mecánicos en las turbinas es muy alto, esto se debe al desgaste del constante uso y a las paradas repentinas, por lo cual se considera realizar supervisiones y estar preparado para solucionar este tipo de inconvenientes, pese a que el riesgo total de las turbinas es muy poco probable.

**Gráfica 4. Factores de riesgo Mecánicos en Herramientas**



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

## Analisis

Se considera que la probabilidad de los daños o accidentes causados por herramientas, es muy alto, esto se debe al mal uso, falta de mantenimiento, EPP incompleto o en mal estado, accidentes por destrucción etc, por lo cual se debe tomar con mucha responsabilidad y medida la utilización de las herramientas de trabajo, y a la vez se debe realizar un mantenimiento constante de las mismas, evitando de esta manera estos factores de riesgo.

### 4.1.3. Documentación y esquematización

Desarrollar la Documentación y Esquematización para la evaluación diagnóstico y resultado sobre riesgos mecánicos en base al decreto ejecutivo 2393 y la OSHAS 18001.

#### **4.1.3.1. Información del área denominada casa de máquinas**

- El proyecto hidroeléctrico estará bajo la administración de CELEC EP.
- Su actividad será la generación eléctrica.
- Cada casa de máquinas contará con 22 personas que desempeñarán diferentes funciones necesarias.
- Principales maquinarias: 3 turbinas tipo Francis, un puente Grúa y herramientas de mantenimiento.

#### **4.1.3.2. Objetivos**

- Priorizar actividades de control de seguridad y salud para evitar accidentes por los riesgos mecánicos.
- Reconocer y medir los futuros riesgos, en la generación eléctrica en el proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón.
- Eliminar o disminuir al mínimo los factores de riesgos mecánicos para el personal que labora o personal externo que deba ingresar a la casa de máquinas (contratistas y demás visitantes).
- Coordinar el trabajo de seguridad entre los 3 turnos diarios, para mejorar la efectividad en la gestión de seguridad.

#### **4.1.3.3. Propósito**

Este plan de gestión de seguridad pretende brindar apoyo a los futuros supervisores de seguridad del área casa de máquinas, el mismo que deberá ser supervisado y actualizado en caso de ajustes necesarios.

El reconocimiento oportuno de nuevos factores de riesgos mecánicos, debe constar como una prioridad en este plan de gestión, para adaptar y controlar la documentación como lo indica la norma OHSAS 18001.

#### **4.1.3.4. Alcance**

Este plan de gestión de seguridad se enfoca en los factores de riesgo mecánico dentro de las casas de máquinas, para controlar de manera efectiva la seguridad y salud de los operarios en los momentos que desarrollen sus actividades así como también precautelar la salud e integridad de contratistas y demás visitantes.

Los 3 supervisores de seguridad deberán coordinar sus ideas, tareas, funciones y hallazgos, para así mejorar la efectividad de sus actividades de este plan y de la seguridad del personal de la casa de máquinas.

Este plan solamente corresponderá a los factores de riesgos mecánicos en las casas de máquinas del proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón.

#### **4.1.3.5. Política de seguridad y salud en el trabajo (CELEC EP)**

La Empresa Pública Estratégica CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR, CELEC EP, dedicada a la generación, transportación, distribución, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica; la planificación, diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas no incorporados al Sistema Nacional Interconectado, en zonas a las que no se puede acceder o no resulte conveniente hacerlo mediante redes convencionales; comprar, vender, intercambiar y comercializar energía con los usuarios finales en las áreas que, de acuerdo con la Ley que regula el sector eléctrico, le sean asignadas para ejercer la actividad de distribución y comercialización de energía eléctrica.

La Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, está conformada por la sede Matriz y Unidades de Negocio que se encargan de la operatividad de las Centrales de Generación Eléctrica, transmisión de energía, entre otras. La Gerencia General es la primera en asumir esta política, y se compromete con la asignación de recursos, talento humano competente, el cumplimiento de las normativas legales vigentes en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo; y en dotar de condiciones de trabajo saludables para todo el personal.

Esta política es socializada con todos los trabajadores, mediante diversos medios de información, está expuesta en carteleras y en las áreas de trabajo; es integrada al sistema de gestión de la empresa; es implementada y mantenida, mediante una mejora continua; está disponible para las partes interesadas, y es revisada periódicamente por la Gerencia General.

#### **4.1.3.6. Planificación para la identificación continua de peligros.**

##### **✓ 4.1.3.6.1 Identificación continua de riesgos mecánicos.**

- **Identificación del riesgo.-** Se dará detalle del tipo de riesgo que compromete la seguridad de los trabajadores.
- **Origen del Riesgo:** De la máquina o la tarea.
- **Descripción del riesgo:** Se redacta de manera comprensiva los detalles del riesgo.
- **Causas básicas:** Las causas normales en las cuales se puede encontrar o desarrollar el riesgo.
- **Puestos afectados:** Los puestos o tareas que pueden ser comprometidas si se da el daño.

✓ **4.1.3.6.2 Evaluación de riesgos**

- **Probabilidad del Riesgo.-** Se fijará un rango de probabilidad en base a la experiencia y datos conocidos del factor de riesgo.
- **Impacto del riesgo.-** El impacto se fijará en base al daño que pueda ocasionarse de ocurrir un accidente.
- **Afectación de tiempo.-** Se registrará el tiempo que se detendría el trabajo en la casa de máquinas en caso de ocurrir un accidente provocado por ese riesgo evaluado.
- **Afectación de costo.-** Se estimará el costo ocasionado por el accidente provocado por el riesgo evaluado.

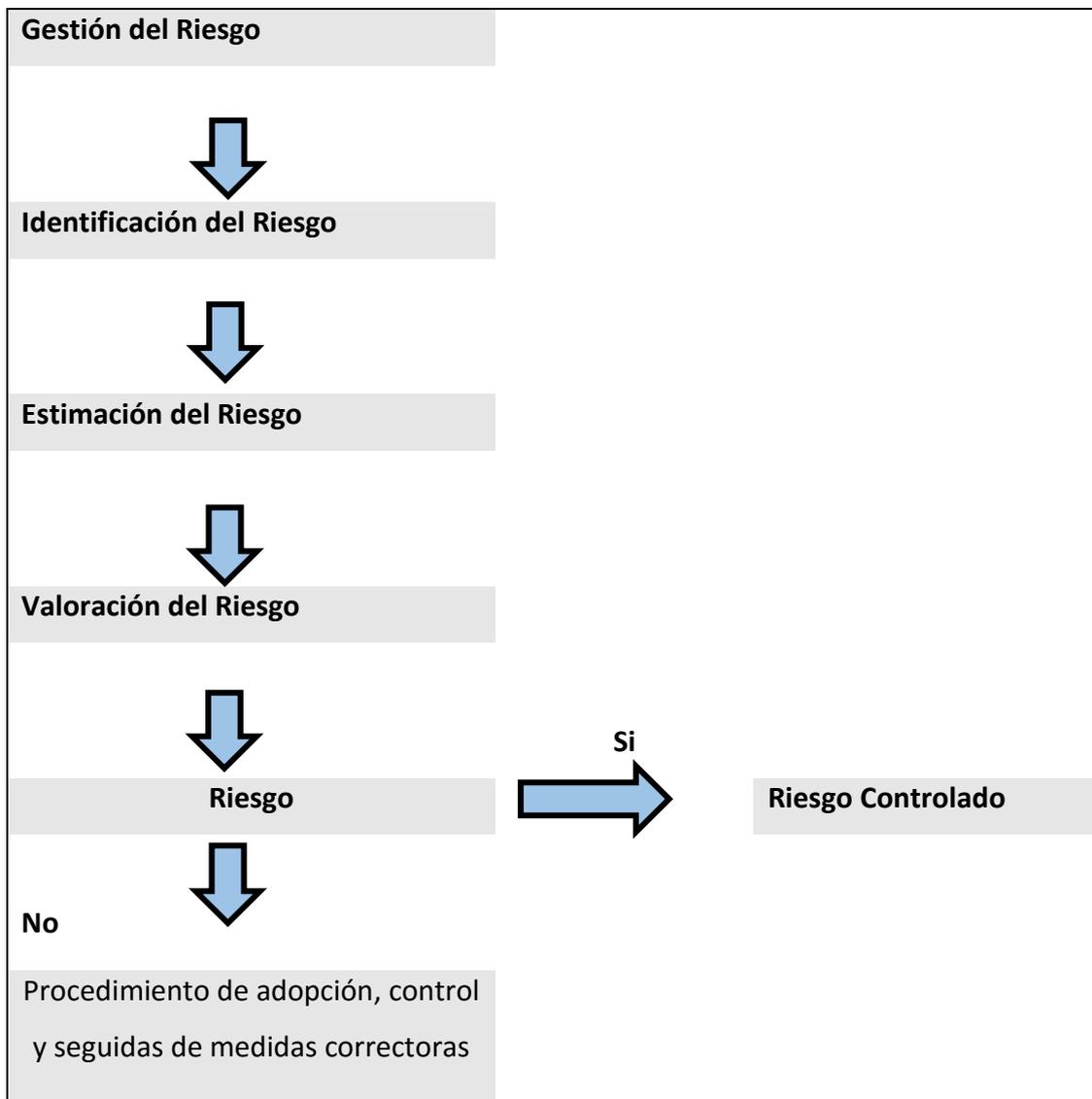
**Cuadro 7: Evaluación de riesgo cualitativa.**

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Total
x	10	4	40
y	5	5	25
z	4	3	12

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

**Gráfico 5: Esquematización del riesgo.**



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Autor (2015)

#### **4.1.3.7. Requisitos legales, otros requisitos.**

El Plan de gestión de seguridad se basará en el:

**Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Decreto Ejecutivo 2393, Registro oficial 565, emitido el 17 de noviembre del 1986.**

## **Aparatos, Máquinas y Herramientas.**

Art. 73.- Ubicación.

Art. 74.- Separación de las máquinas.

Art. 75.- Colocación de materiales y útiles.

## **Órganos de mando.**

Art. 85.- Arranque y parada de máquinas fijas.

Art. 86.- Interruptores.

Art. 87.- Pulsadores de puesta en marcha.

Art. 88.- Pulsadores de parada.

## **Utilización y mantenimiento de máquinas fijas**

Art. 91.- Utilización.

Art. 92.- Mantenimiento.

## **Maquinas portátiles**

Art. 94.- Utilización y mantenimiento.

## **Herramientas manuales**

Art. 95.- Normas generales y utilización.

## **Aparatos de izar. Normas generales**

Art. 99.- Construcción y conservación.

Art. 100.- Carga máxima.

Art. 101.- Manipulación de las cargas.

## **Protección personal**

Art. 175.- Disposiciones generales.

Art. 177.- Protección del cráneo.

Art. 181.- Protección de las extremidades superiores.

Art. 182.- Protección de las extremidades inferiores.

### **4.1.3.8. Competencia, formación y toma de conciencia**

El personal que trabajara en la casa de máquinas será personal con experiencia previa dentro del área o con conocimientos técnicos adquiridos bajo estudios universitarios de preferencia. Se les brindará capacitación adecuada para desarrollar sus funciones de manera competente y eficiente.

Ellos serán responsables y deberán demostrar compromiso con las normativas y disposiciones de seguridad, también al momento de llamárseles la atención, cuando no cumplan con las disposiciones del o los supervisores de seguridad y salud ocupacional.

Deberán demostrar habilidad competente al cumplir con sus labores, poseer un lenguaje técnico y comprensible al momento de comunicar algún evento que comprometa la seguridad dentro de su área o cualquier otra de la cual se haya percatado. Deberá estar relacionado y vinculado con la temática de prevención de los riesgos mecánicos. Todo el personal que labore en la casa de máquinas deberá trabajar con conciencia para evitar daños a máquinas o parte de los trabajadores.

#### **4.1.3.9. Comunicación, participación y consulta**

##### **✓ 4.1.3.9.1 Comunicación**

Se deberá usar señalización, rotulados y etiquetas a fin de comunicar los factores de riesgos mecánicos al personal que labora en la casa de máquinas, como también a contratistas y demás visitantes.

##### **✓ 4.1.3.9.2 Participación**

La participación del personal que labora en la casa de máquinas es sin dudas muy importante, permite conocer aspectos no conocidos y difíciles de ser tomados en cuenta por solo un supervisor que vigila todas las áreas con riesgos.

#### **4.1.3.10. Control de los documentos**

El control de documentos de registros se debe controlar, aprobar, revisar y actualizar. Cuidar de su integridad física para que sean legibles y no se deterioren, cuidar de no usar documentos obsoletos, siempre mantenerse informado de las actualizaciones, en el caso de uso de documentos de carácter externo esto se deberá detallar para evitar futuras condiciones.

#### **4.1.4.1 Investigación de incidentes, no conformidad, acción correctiva y preventiva.**

#### **4.1.4.2 Investigación de incidentes**

Se recolectará información detallada y concreta cuando exista un tipo de incidente, utilizando el método: **árbol de causas**.

**Toma de datos.-** Es primordial recabar en los datos anteriores que permitieron y dieron cavidad al incidente registrado, como lo son testigos oculares de los

hechos, reconstrucción de los hechos, personal técnico conocedor de la tarea o actividad en la cual ocurrió el percance.

**Investigación del incidente.-** Se vinculan los datos recolectados mediante sus relaciones, se avanzará de último suceso a su antecesor para averiguar, cuál fue el verdadero motivo del incidente.

#### **4.1.4.2 No conformidad, acción correctiva y acción preventiva**

Se usará el modelo de evaluación del apartado **Planificación para la identificación continúa de peligros e Investigación de incidentes** de esta tesis.

#### **4.1.4.3 Control de los registros**

Los futuros registros serán creados por los supervisores de seguridad y se cuidarán y almacenarán al alcance del comité de seguridad con jurisprudencia sobre las casas de máquinas.

Los registros tendrán el modelo especificado por CELEC EP, excepto al provenir de entidades externas como proveedores, certificados de máquinas o herramientas, etc.

#### **4.1.4.4 Auditoria interna**

Se realizarán auditorías internas semestralmente, para comprobar la eficiencia del modelo de gestión de seguridad. Se discutirán los resultados de las auditorías por el comité de seguridad, vs. los resultados de las evaluaciones cotidianas de riesgo.

Para las auditorías se designará uno de los supervisores de la casa de máquinas Alluriquín, y este auditará a la casa de máquinas Sarapullo, y viceversa.

#### **4.1.5 Medidas de control desde un punto de vista técnico**

##### **4.1.5.1 Medidas de control en el puente grúa**

- Verificar que todos los elementos del puente grúa estén en perfecto estado.
- Efectuar de manera efectiva los mantenimientos de sus elementos.
- No transitar debajo de la carga izada.
- No usar el puente para elevar al personal, tampoco podrán subir junto a la carga.
- El operador no deberá descuidarse cuando una carga este siendo izada.
- Verificar el estado de sogas y ganchos antes de ser usados con alguna carga.
- Usar de manera correcta ganchos, sogas, tecles y demás herramientas para el levantamiento de cargas.

##### **4.1.5.2 Medidas de control en tuberías**

- Evitar golpear con objetos solidos las tuberías.
- Comprobar el correcto estado de las tuberías y los pernos en las uniones.

##### **4.1.5.3 Medidas de control en turbinas**

- Cumplir con los mantenimientos semestrales.

- Apagar todos los circuitos de la turbina en el caso de una avería o parada inesperada.
- Asegurar el área que se usará para dar mantenimiento a la turbina o sus componentes.
- Usar las instrucciones y planos otorgadas por el fabricante.
- Usar las herramientas específicas para el trabajo de mantenimiento a realizar.
- Usar el EPP adecuado para el trabajo de mantenimiento.

#### **4.1.5.4 Medidas de control en herramientas de mantenimiento**

- Evitar situaciones de ocio o de juego manual con las herramientas, como: lanzarlas al aire, o entre compañeros.
- Cuando se solicite una herramienta, esta debe pasarse a la mano, no ser lanzada.
- No usar herramientas en mal estado, dañadas total o parcialmente.
- Al usar herramientas eléctricas, se debe prevenir enredarse con el cable alimentador.
- Las herramientas cortantes, deben tener guardas, cuidar de no cortar el cable alimentador.
- Usar el EPP adecuado para operar las herramientas.

## 4.2. Discusión

La investigación se desarrolla como indica **(Cabaleiro Portela, 2010)**, el trabajo tiene consecuencia, debido que el ser humano está destinado a trabajar para alcanzar determinados objetivos y satisfacer diversas necesidades. Trabajo y salud deben estar relacionados positivamente, es decir, el trabajo ha de estar orientado a alcanzar una situación positiva de bienestar.

Sin embargo, el trabajo puede deteriorar la salud debido a un accidente laboral, una enfermedad relacionada con el trabajo, una enfermedad profesional o por generar fatiga mental, insatisfacción laboral, estrés, etc.

Con el fin de evitar algún daño al personal que laborará en las instalaciones de casa de máquinas se toma en cuenta lo que menciona **(Rubio Romero, 2004)**, que una evaluación ayuda a mejorar la toma de decisiones, la evaluación de riesgo no es una técnica inventada con el motivo de la ley de prevención de riesgos laborales (en adelante LPRL), los métodos de evaluación de riesgos vienen usándose desde hace varias décadas, tanto por obligación legislativa, como por motivos técnicos con el fin de ayudar a los profesionales de la seguridad en la toma de decisiones.

Tras una evaluación de riesgos se logrará evitar gastos altísimos por descuidos de la seguridad como menciona **(César, 2005)**, para dar una idea general y bastante clara de la gran transcendencia del problema de la seguridad industrial, se presenta una serie de datos relacionados con el tema de los accidentes industriales.

El National Safety Council, estima que los accidentes laborales cuestan a la nación (México) unos cinco billones de dólares al año, distribuidos en:

- Perdidas de salarios.
- Gastos médicos.
- Costo de seguros.

El fin común, lo que se espera después de la evaluación se define como salud y lo menciona **(Fernández Garcia, 2008)**, este sería el objetivo principal de la seguridad en el trabajo.

Existen diferentes concepciones sobre la salud. Desde el punto de vista preventivo nos guiaremos por la definición de la organización mundial de la salud (OMS) que considera a la salud como el estado de bienestar físico, mental y social completo es decir, “toda la persona”. Cabe resaltar la interpretación claramente positiva del concepto de salud en lugar del típicamente negativo de “ausencia de enfermedad” propio del sistema sanitario.

La evaluación de los riesgos traerá como beneficio salud para el personal que labora en las casas de máquinas del proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón, y mediante esa información se podrá prevenir accidentes y realizar planes en caso de accidentes por ello se acepta la hipótesis planteada.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- Las debilidades del proyecto son poco relevantes, y son aceptables para el tamaño del proyecto y para el tiempo que ha tomado.
- La evaluación cualitativa brinda claramente el impacto de los factores de riesgo mecánicos que podrían ocasionarse, por la equívoca gestión de seguridad.
- El decreto 2393 no abarca todos los factores de riesgo dentro del proyecto hidroeléctrico Toachi Pilatón, la norma internacional OHSAS 18001 brinda un lineamiento poco específico.
- Las medidas de control se deberán acatar, y ser adjuntas a las normativas de la seguridad en la casa de máquinas.

## 5.2. Recomendaciones

- Se deberá intentar reducir las debilidades del proyecto hidroeléctrico para evitar mayores accidentes.
- La evaluación cualitativa debe usarse como complemento de otros métodos de evaluación de riesgos, para mejorar su uso deben cuantificarse los costos de los riesgos evaluados.
- Se debe tomar en cuenta normas más completas y dirigidas al tipo de proyecto que es Toachi Pilatón, a su actividad y a los factores de riesgos mecánicos que incurrirían en los equipos que se usarán en la generación.
- Las medidas de control, se deberán actualizar en caso de que deban ser modificados y ajustados a los equipos que se usaran en la generación eléctrica.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Literatura citada

**Cabaleiro Portela, V. (2010).** Prevención de riesgos laborales. Vigo: Ideaspropias.

**César, R. (2005).** Seguridad Industrial: Un enfoque integral. Limusa: Limusa S.A.

**Cortés Díaz, J. (2007).** Técnicas de prevención de riesgos laborales (9 ed.). Madrid: Tébar, S.L.

**Díaz Zazo, P. (2009).** Prevención de riesgos laborales. Madrid: Paraninfo, S.A.

**Fernández Garcia, R. (2008).** Manual de prevención de riesgos laborales para no iniciados. Alicante: Editorial Club Universitario.

**Floría, P., & González, D. (2008).** Prevención de riesgos laborales. Madrid: Fundación Confemetal.

**Galindo Estrada, S. (2006).** Prevención de Riesgos Laborales básico. Málaga: INNOVACION Y CUALIFICACION S.L.

**Global Trend, Inc. (2012).** Plan de prevencion de riesgos y accidente, Proyecto hidroelectrico PANDO. Panama.

**González Muñoz, R. (2003).** Manual básico. Prevención de riesgos laborales. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.

**GORBEA, L. (12 de 06 de 2013).** Management Log. (B. d. Proyectos, Productor) Recuperado el 22 de 06 de 2015, de Management Log:

<http://mgtlog.com/diferencias-entre-el-analisis-cuantitativo-cualitativo-del-riesgo/>

**Institution\_British\_Standards. (2007).**

<https://manipulaciondealimentos.files.wordpress.com/> Recuperado el 01 de 06 de 2015, de manipulaciondealimentos.

**Ley N° 2393. (17 de 11 de 1986).** Registro oficial 565, de la Republica del Ecuador. Obtenido de [guiaosc.org/wp-content/uploads/2013/08/Decreto2393.pdf](http://guiaosc.org/wp-content/uploads/2013/08/Decreto2393.pdf)

**Loriente Lardiés, Ó., & Trull Dominguez, Ó. (2012).** Prevención de riesgo laborales. ADP Asociacion para el desarrollo del profesorado.

**Munich\_Rae, A. (2014).** **Foronuclear.org.** Obtenido de Foronuclear.org: <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-12>

**Rieske, D., & Asfahi, R. (2010).** Seguridad industrial Y administración de la salud (6 ed.). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.

**Rubio Romero, J. (2004).** Método de evaluación de riesgos laborales. Madrid: Díaz de Santos, S.A.

**Sabugal, S., & Gómez, F. (2006).** Centrales térmicas de ciclo combinado. Madrid: Díaz de Santos, S.A.

**Sánchez Domínguez, U. (2012).** Máquinas Hidráulicas. Alicante: Editorial Club Universitario.

**Sanz Osorio, J. (2008).** Energía hidroeléctrica. Zaragoza: Prensas universitarias de Zaragoza.

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

7.1 Anexo N° 1. Entrevista realizada a las inspectoras de fiscalización



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**

**CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Cuestionario a la fiscalizadora CELEC EP.**

**Pregunta 1: ¿Cuántos operadores trabajarán en las casas de máquinas?**

N°: \_\_\_\_\_

**Pregunta 2: ¿El personal a laborar en la generación está correctamente capacitado para sus funciones específicas y para evitar situaciones de riesgo?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Pregunta 3: ¿Se realizarán reuniones de seguridad antes de iniciar las actividades de generación?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Pregunta 4: ¿Se realizarán inspecciones diarias antes de iniciar las actividades y/o después de culminar, en las áreas más riesgosas de las casas de máquinas?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Pregunta 5: ¿Se realizarán supervisiones a la actividad de generación, con el fin de encontrar nuevos factores de riesgo?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Pregunta 6: ¿Con qué frecuencia se realizarán mantenimientos preventivos y correctivos a las turbinas?**

Semanal \_\_\_ Mensual \_\_\_ Trimestral \_\_\_ Semestral \_\_\_

**Pregunta 7: ¿Con qué frecuencia se efectuarán mantenimientos preventivos y correctivos al puente grúa?**

Semanal \_\_\_ Mensual \_\_\_ Trimestral \_\_\_ Semestral \_\_\_

**Pregunta 8: ¿Se verificará que el personal este provisto de su equipo de protección personal, antes de iniciar sus actividades?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Pregunta 9: ¿Se verificará que el personal no se encuentre bajo los efectos de drogas alcohólicas, psicotrópicas, psicodélicas, alucinógenas etc., antes de iniciar sus actividades?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Pregunta 10: ¿Se instalarán guardas en las áreas comprometedoras de las turbinas?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Preguntas 11: ¿Existirá la correcta coordinación entre actividad de generación con las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Pregunta 12: ¿Existen señales de alarma para emergencias dentro de la casa de máquinas?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Pregunta 13: ¿Existe una señal de alarma para cuando el puente grúa este en uso a fin de alertar al personal cercano?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

**Pregunta 14: ¿Cuál será la frecuencia para la sustitución de EPP del personal?**

Si \_\_\_ No \_\_\_

## 7.2 Anexo N° 2. Fotos en casa de máquinas

Fotos de casa de máquinas en visita para reconocer los factores de riesgo mecánicos.



Foto1. Delimitación del área de Trabajo



Foto 2. Señalización de precaución



**Foto 3. Montaje de Turbina 1**



**Foto 4. Montaje de Turbina 2**



**Foto 4. Blindaje de protección**



**Foto 5. Monitoreo de gases**



**Foto 6. Edificio de control nivel 3.**