



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN
CASA DE MÁQUINAS, PRESA, EMBALSE, TALLERES Y SUBESTACIÓN,
EN LA PLANTA HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS DEL MUNICIPIO DE
CUILAPA, SANTA ROSA**

LUIS FERNANDO GARCÍA CHAMALÉ

Asesorado por la Ma. Inga. Sigríd Alitza Calderón De León

Guatemala, marzo de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN
CASA DE MÁQUINAS, PRESA, EMBALSE, TALLERES Y SUBESTACIÓN,
EN LA PLANTA HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS DEL MUNICIPIO DE
CUILAPA, SANTA ROSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS FERNANDO GARCÍA CHAMALÉ

ASESORADO POR LA MA. INGA. SIGRID ALITZA CALDERON DE LEON

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, DE MARZO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. René Aguilar Marroquín
EXAMINADOR	Ing. Luis Antonio Tello Castro
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN CASA DE MÁQUINAS, PRESA, EMBALSE, TALLERES Y SUBESTACIÓN, EN LA PLANTA HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS DEL MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA

Tema que me fuere asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en Octubre de 2,010.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

Luis Fernando García Chamalé

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de octubre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1065.10.10.

Ingeniera
Norma Heana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.


Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, Luis Fernando García Chamalé, Carné No. 9112233 procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN CASA DE MÁQUINAS, PRESA, EMBALSE, TALLERES Y SUBESTACIÓN, EN LA PLANTA HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS DEL MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA"**.

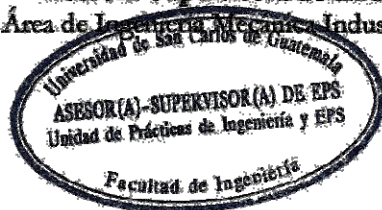
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo,

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga Sigrid Alitz Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN CASA DE MÁQUINAS, PRESA, EMBALSE, TALLERES Y SUBESTACIÓN, EN LA PLANTA HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS DEL MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando García Chamalé**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. A horizontal line is drawn across the signature.

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2010.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.030.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN CASA DE MÁQUINAS, PRESA, EMBALSE, TALLERES Y SUBESTACIÓN, EN LA PLANTA HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS DEL MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando García Chamalé**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2011.

/mgp

elias: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Inica, Ingenierías Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios riores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala, Centro América



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN CASA DE MÁQUINAS, PRESA, EMBALSE, TALLERES Y SUBESTACIÓN EN LA PLANTA HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS DEL MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando García Chamalé** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, marzo de 2011

ACTO QUE DEDICO A:

- A DIOS** Bondadoso dador de vida, quien me ha concedido todo lo que poseo, gracias por mi familia.
- A MIS PADRES** Julio García Larreynaga, Dios te conceda desde el cielo ver este tu triunfo. Vicenta Chamalé de García por tu cariño y sabios consejos.
- A MI ESPOSA** Claudia Verónica Ruiz de García. Por su amor y su apoyo incondicional en todo momento.
- A MIS HIJOS** Katherine Alexandra, Mildred Fernanda, Luis Geovany y Samuel Esteban, que este triunfo les sea de inspiración, que lo logren y lo superen.
- A MIS HERMANOS** Margarita, Edna Liliana, Julio Alberto y Mynor Geovani, por su apoyo en todo momento.
- A MI PADRINO** Ingeniero Miguel Ulloa Franco, por impulsarme en los últimos metros de esta carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SIMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	
1.1. Nombre y ubicación de la empresa	1
1.2. Tipo de empresa	1
1.3. Atribuciones de la empresa	2
1.4. Misión y visión de la empresa	3
1.5. Organigrama de la empresa	4
1.6. Análisis causa-efecto en la planta Los Esclavos	6
2. FASE SE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1. Análisis de la situación actual	13
2.1.1. Identificación de riesgos en operaciones y áreas seleccionadas	14
2.1.1.1. Diagrama causa efecto casa de maquinas	18

2.1.2.	Identificación de riesgos en el embalse	21
2.1.2.1.	Diagrama causa efecto en el embalse	22
2.1.3.	Identificación de riesgos en la presa	23
2.1.3.1.	Diagrama causa efecto en la presa	24
2.1.4.	Identificación de riesgos en subestación	25
2.1.4.1.	Diagrama causa efecto en subestación	26
2.1.5.	Identificación de riesgos en talleres de servicio	27
2.1.5.1.	Diagrama causa efecto en talleres de servicio	28
2.2.	Análisis de datos	29
2.2.1.	Realización de flujograma de operaciones	29
2.2.2.	Evaluación de riesgos en operaciones y áreas seleccionadas	32
2.3.	Propuesta para implementación de controles apropiados	44
2.4.	Propuesta para la administración de la salud, seguridad y medio ambiente	50
2.4.1.	Estructura del departamento	50
2.4.2.	Funciones del gerente de salud	51
2.4.3.	Funciones del supervisor de salud, seguridad y ambiente	51
2.4.4.	Importancia del área de salud, seguridad y ambiente	53
2.5.	Propuesta para condiciones inseguras de trabajo	54
2.6.	Principales causas para detener la producción	57

3.	FASE DE INVESTIGACION	59
3.1.	Central hidroeléctrica Los Esclavos	59
3.1.1.	Tipo de central hidroeléctrica	59
3.1.1.1.	Embalse de reserva de la planta Los Esclavos	61
3.1.1.2.	A pie de presa	62
3.1.1.3.	Aprovechamiento por derivación del agua en planta Los Esclavos	62
3.1.2.	Central hidroeléctrica de bombeo	63
3.1.3.	Principales componentes de la central hidroeléctrica Los Esclavos	64
3.1.4.	La presa	64
3.1.4.1.	Los aliviaderos	66
3.1.4.2.	Tomas de agua	67
3.1.4.3.	Casa de máquinas	70
3.1.4.4.	Turbinas hidráulicas	72
3.1.4.4.1.	Tipos de turbinas	73
3.1.4.4.2.	Turbinas utilizadas en la hidroeléctrica Los Esclavos	78
3.1.5.	Desarrollo de la energía hidroeléctrica	81
3.2.	Propuesta de mejora para la planta hidroeléctrica	86
3.2.1.	Rastrillos de limpieza método actual	86
3.2.2.	Rastrillos de limpieza método propuesto	87

3.2.3.	Dispositivos de seguridad	88
3.3.	Evaluación de riesgos	89
3.3.1.	Propósito	89
3.3.2.	Definiciones	90
3.3.3.	Requisitos generales	90
3.3.4.	Alcance	91
3.3.5.	Grupo de evaluación	93
3.3.6.	Enfoque de la evaluación	94
3.3.6.1.	Evaluación del ambiente de trabajo	96
3.3.6.2.	Análisis y observaciones de tareas críticas	
3.3.7.	Identificación del riesgo	98
3.3.8.	Evaluación de riesgos	100
3.3.9.	Control de riesgos	101
3.3.10.	Recopilación e informe de datos	102
		104
4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	
4.1.	Capacitación de tema: identificación y evaluación de riesgos	107
4.1.1.	Propósito	107
4.1.1.1.	Objetivo de la evaluación de riesgos	107
4.1.1.2.	Beneficios de la identificación y evaluación de riesgos	108
4.1.2.	Grupos de evaluación	109
4.1.3.	Enfoque de la evaluación	109

4.1.4.	Análisis de tareas críticas	111
4.1.5.	Identificación del riesgo	112
4.1.6.	Evaluación de riesgos	112
4.1.7.	Control de riesgos	113
4.2.	Capacitación sobre planes de emergencia	114
4.2.1.	Simulacro de evacuación	114
4.2.2.	Objetivos del simulacro	115
4.2.3.	Clasificación de simulacros	115
4.2.4.	Estructura funcional-recurso humano	116
4.2.5.	Estructura funcional-apoyo logístico	116
4.2.6.	Etapas del simulacro	117
4.2.7.	Análisis del simulacro	117
4.3.	Proyección y análisis sobre videos de seguridad industrial	118
4.3.1.	Objetivos de la proyección del video	118
4.3.2.	Discusión de la proyección	119
4.3.3.	Conclusiones	119
4.4.	Capacitación sobre candado y etiquetado	120
4.4.1.	Generalidades	120
4.4.2.	Cuando usar candado y etiquetado	121
4.4.3.	Orden e identificación	122
4.4.4.	Espacios confinados	122
4.5.	Capacitación sobre condiciones inseguras en talleres de	

servicio	124
4.5.1. Análisis de riesgo en talleres mecánicos	125
4.5.2. Peligros originados por los movimientos de las maquinas	127
4.5.3. Guardas de seguridad	128
4.5.4. Equipos de protección personal	131
4.5.5. Actitudes peligrosas del trabajador	133
4.5.6. Causas de accidentes con herramientas manuales	134
4.5.7. Posiciones del cuerpo en el manejo de cargas	135
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	139
BIBLIOGRAFÍA	141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama hidroeléctrica Los Esclavos	5
2. Gráfica estadística pregunta No. 1	7
3. Gráfica estadística pregunta No. 2	8
4. Gráfica estadística pregunta No. 3	8
5. Gráfica estadística pregunta No. 4	9
6. Gráfica estadística pregunta No. 5	9
7. Diagrama causa efecto hidroeléctrica Los Esclavos	10
8. Formato identificación de riesgos	15
9. Diagrama causa efecto generador 1	18
10. Diagrama causa efecto generador 2	20
11. Diagrama causa efecto embalse de regulación	22
12. Diagrama causa efecto embalse de presa	24
13. Diagrama causa efecto subestación	26
14. Diagrama causa efecto talleres de servicio	28

15. Flujograma de proceso	29
16. Formato para la evaluación de riesgos	37
17. Formato para controles apropiados	45
18. Organigrama para área se salud, seguridad y ambiente	53
19. Formato para condiciones inseguras	56
20. Esquema de central hidroeléctrica	59
21. Esquema de presa de embalse	61
22. Casa de maquinas a pie de presa	62
23. Esquema de uso derivación de agua	63
24. Panorámica hidroeléctrica Los Esclavos	65
25. Aliviaderos hidroeléctrica Los Esclavos	67
26. Descargadero hidroeléctrica Los Esclavos	69
27. Canal de desfogue hidroeléctrica Los Esclavos	69
28. Canal de derivación hidroeléctrica Los Esclavos	70
29. Esquema de una casa de máquinas	71
30. Esquema de una hidroeléctrica	73
31. Esquema de turbina tipo Pelton	74
32. Diagrama de un turbina Pelton	75
33. Esquema de una turbina Kaplan	76

34.	Alabes de una turbina Francis	77
35.	Turbinas utilizadas en hidroeléctrica Los Esclavos	79
36.	Diagrama de tipos de turbina	83
37.	Foto de rastrillo método actual	87
38.	Rastrillo hidráulico método propuesto	88
39.	Rastrillo hidráulico método propuesto (otro ejemplo)	89
40.	Matriz de riesgo para toma de acción	103
41.	Diagrama de administración del riesgo	108
42.	Diagrama de la exposición a riesgos	112
43.	Proceso de identificación de riesgos	112
44.	Proceso de evaluación de riesgos	113
45.	Proceso de identificación de peligros	114
46.	Máquina como concentración de energía	125
47.	Riesgo en talleres por sistemas de transmisión	126
48.	Riesgo en máquinas como fuentes de energía	126
49.	Tipos de movimiento que se dan en máquinas	127
50.	Riesgos debido a movimientos mecánicos	127
51.	Ejemplo de guarda de seguridad en una máquina	129
52.	Ejemplo de guarda fija	130

53. Ejemplo de guarda de seguro	130
54. Ejemplo de guarda con escudo protector	131
55. Cuadro de prevención de accidentes	132
56. Cuadro de prevención riesgo auditivo	132
57. Figura riesgo de accidente en pies	133
58. Máquina con guardas para prevenir accidentes	135
59. Formas correctas para manejo de carga	136

TABLAS

I	Valores de la evaluación de la probabilidad	33
II	Valores de la evaluación de la exposición	34
III	Valores de la evaluación de la severidad	35
IV	Acciones requeridas y plazos de ejecución	36
V	Posibles causas de interrupción de operaciones	57
VI	Datos técnicos hidroeléctrica Los Esclavos	65
VII	Dimensiones y cotas hidroeléctrica Los Esclavos	67
VIII	Medidas de construcción para el canal de aducción	70
IX	Ejemplo de niveles de severidad	96

LISTA DE SIMBOLOS

SIMBOLO	SIGNIFICADO
A	Amperaje
°C	Celcius
Km	Kilómetro
psi	Libras por pulgada cuadrada
M	Metro
MV	Mega vatio

GLOSARIO

Accidente	Evento no deseado que produce consecuencias negativas o daños al personal, el medio ambiente, o la empresa.
Actividades	Son todas aquellas que desarrollan tanto el personal interno como el externo de la planta.
Acto inseguro	Actividad desarrollada por una persona, que puede contribuir a la generación de un daño a la salud, ambiente o empresa.
Ambiente de trabajo	Escenario en que se desenvuelve el trabajador constituido por las instalaciones, servicios, maquinaria, equipo, materiales y las condiciones físicas ambientales de cada área.
Condición anormal	Escenario que por alguna razón que lo justifique se presenta dentro de la planta. La actividad se realiza sin seguir los procedimientos, planes y programas establecidos.

Condición de emergencia	Escenario en el que se presenta una situación interna o externa no controlada que altera las actividades dentro de la planta.
Condición insegura	Elemento del ambiente de trabajo que puede contribuir a la generación de un daño a la salud, seguridad, ambiente o empresa.
Condición normal	Escenario en el que se desarrollan las actividades cotidianas dentro de la planta conforme a los planes, programas y procedimientos establecidos.
Controles administrativos	Instrumentos generalmente asociados al comportamiento humano, que permiten controlar un riesgo, tales como: procedimientos, prácticas administrativas, permisos, etc.
Control operacional	Método para controlar, reducir o eliminar los riesgos identificados y significativos para la salud, seguridad y ambiente.
Evaluación de riesgo	Proceso sistemático documentado para asignar un valor de magnitud a un riesgo.

Exposición	Criterio de ponderación de un riesgo en el que se considera el número de repeticiones con el que se realiza una actividad.
Identificación de riesgo	Proceso sistemático por el cual se determinan los riesgos existentes en un área, los cuales pudieran generar un evento o consecuencias adversas a la salud, seguridad, ambiente o empresa.
Magnitud del riesgo	Valor final de medición del riesgo obtenido a partir del análisis y ponderación del riesgo considerando su probabilidad, exposición y severidad de acuerdo a la metodología establecida.
Probabilidad	Grado de certeza con bases objetivas y documentadas en la aparición de un evento.
Reducción de riesgos	Resultado de la aplicación adecuada del control de riesgos, determinado por medio de evaluaciones subsecuentes y la determinación de los riesgos residuales.

Riesgo	Situación, condición física o actividad del personal que pudieran producir un evento o accidente.
Riesgo a la propiedad	Situación potencial de deterioro abrupto o a largo plazo de las instalaciones o la infraestructura (reversible o irreversible) de la planta a causa de las condiciones de riesgo generadas por la operación de la misma.
Riesgos a la salud	Situación potencial de deterioro en la salud de cualquier persona, dentro de la planta, a causa de las condiciones de riesgo generadas por la operación.
Riesgos al ambiente	Situación generada por las operaciones de la planta, que podrían generar una modificación del medio ambiente y producir un desequilibrio en los ecosistemas naturales (emisiones a la atmósfera, generación de residuos, generación de ruido, contaminación de agua, etc).
Riesgo al negocio	Situación potencial de interrupción parcial o total, temporal o permanente de las operaciones de producción de la planta a causa de las condiciones de riesgo generadas por la operación de la misma (pérdida de

funcionalidad de la maquinaria, bloqueo de acceso, etc.)

Riesgo residual

Es el riesgo remanente una vez que un riesgo identificado inicialmente fue controlado operativa o administrativamente.

Tarea crítica

Actividad que si no se realiza correctamente puede resultar en una lesión seria, enfermedad, daño a la propiedad, interrupción del proceso y/o impacto ambiental.

RESUMEN

El recurso humano debe ser lo más valioso dentro de una empresa, se ha planteado una adecuada prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta el tamaño de la hidroeléctrica Los Esclavos, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, se analizará las posibles situaciones de emergencia para poder adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, controles para prevenir accidentes y evacuación de trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, su correcto funcionamiento.

Al personal se le proporcionó la información necesaria, material adecuado, en función de las circunstancias antes señaladas. Para la aplicación de las medidas adoptadas, las autoridades de la planta hidroeléctrica Los Esclavos deberán organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas. En el presente trabajo de graduación se puso en práctica un método para identificar y evaluar riesgos operacionales, de ahí se presentan una serie de controles apropiados sugeridos para reducir o eliminar los riesgos a los que los operadores de la hidroeléctrica Los Esclavos, están expuestos.

OBJETIVOS

GENERAL:

Proponer las medidas de prevención para la eliminación de riesgos operativos en los puestos y áreas de trabajo, para evitar condiciones que puedan generar accidentes en la planta hidroeléctrica Los Esclavos del municipio de Cuilapa, Santa Rosa.

ESPECÍFICOS:

1. Implementar un sistema de registros sobre la identificación y evaluación de riesgos en la planta hidroeléctrica Los Esclavos del municipio de Cuilapa Santa Rosa.
2. Anticipar en el tiempo incidentes que puedan transformarse en accidentes. Evaluando cualquier situación que pueda presentarse por muy remota que parezca.
3. Evaluar la operación de los componentes de casa de máquinas dentro de sus límites de seguridad, implementando controles adecuados.
4. Investigar conceptos y proporcionar material adecuado para que ayude a la implementación de la identificación y evaluación de riesgos operacionales en la planta hidroeléctrica Los Esclavos del municipio de Cuilapa, Santa Rosa.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en nuestro país han entrado nuevas maneras de generar energía eléctrica de acuerdo a las necesidades de consumo en el territorio nacional. La generación con hidroeléctricas es una alternativa muy eficiente, esto lo demuestra que la mayoría de generación se da a través de plantas hidroeléctricas.

Además de eficiente, una planta de generación debe ser segura tanto para el personal que labora dentro, como para las personas que viven a su alrededor. La energía que se deba generar debe ser limpia e inofensiva para el medio ambiente. Todo esto se logra administrando eficientemente la salud, la seguridad y el medio ambiente. Es importante mencionar que las leyes nacionales regulan estos factores, por lo tanto cualquier empresa esta expuesta a una demanda por la deficiente administración de ellos.

La evaluación de riesgos es elemento fundamental de la administración de seguridad, salud y ambiente que permite a la localidad comprender su exposición general a pérdida y el impacto potencial de esas exposiciones en personas, propiedad y el ambiente. La administración de riesgos es el proceso de la evaluación de riesgos y de la acción gerencial resultante para eliminar o controlar los riesgos.

Con estas actividades, se demostrará cuan importante es tener un estudio para minimizar riesgos operacionales en el puesto de trabajo y con esto salvaguardar lo más importante para una empresa, que es el recurso humano se habían visualizado al inicio.

Una planta como la hidroeléctrica Los Esclavos no está exenta de sufrir las consecuencias de una emergencia. Guatemala está considerado como uno de los países mas volcánicos del mundo, abundancia que ha producido terremotos de gran envergadura y de graves consecuencias para el país. En 1998 el país se vio seriamente afectado por el huracán Mitch, cuyos estragos alcanzaron Los Esclavos por rebosamiento del dique causando daños en equipos e infraestructura. Sin olvidar la reciente tormenta Aghata, con daños en el dique, el canal abierto y los embalses.

Se considera emergencia a todo estado de perturbación de un sistema compuesto por el recurso humano, equipos, insumos, organización de la empresa que pueda poner en peligro la estabilidad del mismo bien ya sea de forma total o parcial.

El origen de las emergencias puede ser accidental o no, de carácter técnico (incendios, explosiones, contaminación, intoxicaciones, fallas estructurales, daño a maquinarias, equipos, etc.) de origen natural (terremotos, inundaciones, huracanes, sismos, volcanes, etc.) o de origen social (terrorismo, vandalismo, incendios, atentados, robos, etc.)

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1 NOMBRE Y UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Durante sus 47 años de existencia, los retos afrontados y superados por el Instituto Nacional de Electrificación INDE le ha llevado a consolidarse como una de las instituciones mas eficientes de Guatemala, gracias al esfuerzo diario de un personal comprometido con el mejoramiento continuo de la entidad, logra que cada día la energía que mueve a nuestro país llegue cada vez a mas guatemaltecos.

La central hidroeléctrica Los Esclavos fue puesta en operación en el año 1,966, estado ubicadas sus instalaciones en la aldea Los Esclavos, del municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa a 66km. De la capital guatemalteca. En verano se utiliza como una central de regulación diaria y en invierno a filo de agua. La capacidad para embalsar agua en el embalse de la presa es de 225,000 metros cúbicos. El agua es conducida a través de una canal a cielo abierto de 1,335 metros, hasta la tubería forzada y de esta última, con 175 metros de longitud, hasta llegar a la casa de máquinas en donde se encuentran dos unidades tipo Francis de eje vertical con una capacidad de 7 MW por unidad. El salto de caída que utiliza esta central es de 108metros, con un caudal de turbinamiento de 7.68 metros cúbicos por segundo por unidad.

1.2 TIPO DE EMPRESA

La planta hidroeléctrica Los Esclavos es parte del sistema nacional interconectado que, como su nombre lo indica, es el conjunto de plantas eléctricas y redes de distribución que están enlazadas por el sistema de transporte y dan servicio a 21 de 22 departamentos del país.

A la empresa de generación de energía le corresponde la operación de las centrales, plantas y unidades de generación para comercializar energía y potencia eléctrica en el mercado eléctrico nacional y regional; cumpliendo con la ley general de electricidad y su reglamento así como la normativa del mercado eléctrico nacional y regional.

1.3. ATRIBUCIONES DE LA EMPRESA DE GENERACIÓN

Las atribuciones de la empresa de generación de energía son las siguientes:

- Administrar, operar y mantener en óptimas condiciones los activos de generación de electricidad, así como la coordinación con la operación del mercado mayorista.
- Vender su producción de energía eléctrica, la potencia disponible y otros servicios auxiliares, de conformidad con la operación del mercado mayorista. Así también participar en el mercado eléctrico regional, de conformidad con las políticas comerciales que defina el INDE.
- Hacer eficientes sus negocios de generación de electricidad, de conformidad con los buenos principios administrativos y financieros.

- Velar por la conservación de activos bajo su responsabilidad y el incremento de la capacidad de generación, de conformidad con las políticas que al respecto defina el INDE, y la defensa de los recursos con que cuenta para la generación de electricidad.
- Coordinar sus programas y actividades con los programas y planes de otros agentes del mercado eléctrico relacionados, con las dependencias del estado y con el propio INDE.
- Planificar, diseñar, financiar, construir y supervisar las obras de infraestructura necesaria.
- Conocer de todo estudio relacionado con el servicio de generación de energía eléctrica y resolver acerca de las obras pertinentes al mismo.
- Asesorar a las otras dependencias del instituto nacional de electrificación, en materia de su competencia.

1.4 MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA

- Misión

“Contribuir al desarrollo del mercado eléctrico nacional y regional, a través de la producción, transporte y comercialización de electricidad, permitiendo como institución nacional cumplir con su función social, incrementar la electrificación rural, suministrar un servicio eficiente y de calidad, desarrollar su recurso humano y procurar la disponibilidad de electricidad para el progreso de Guatemala”.

- Visión

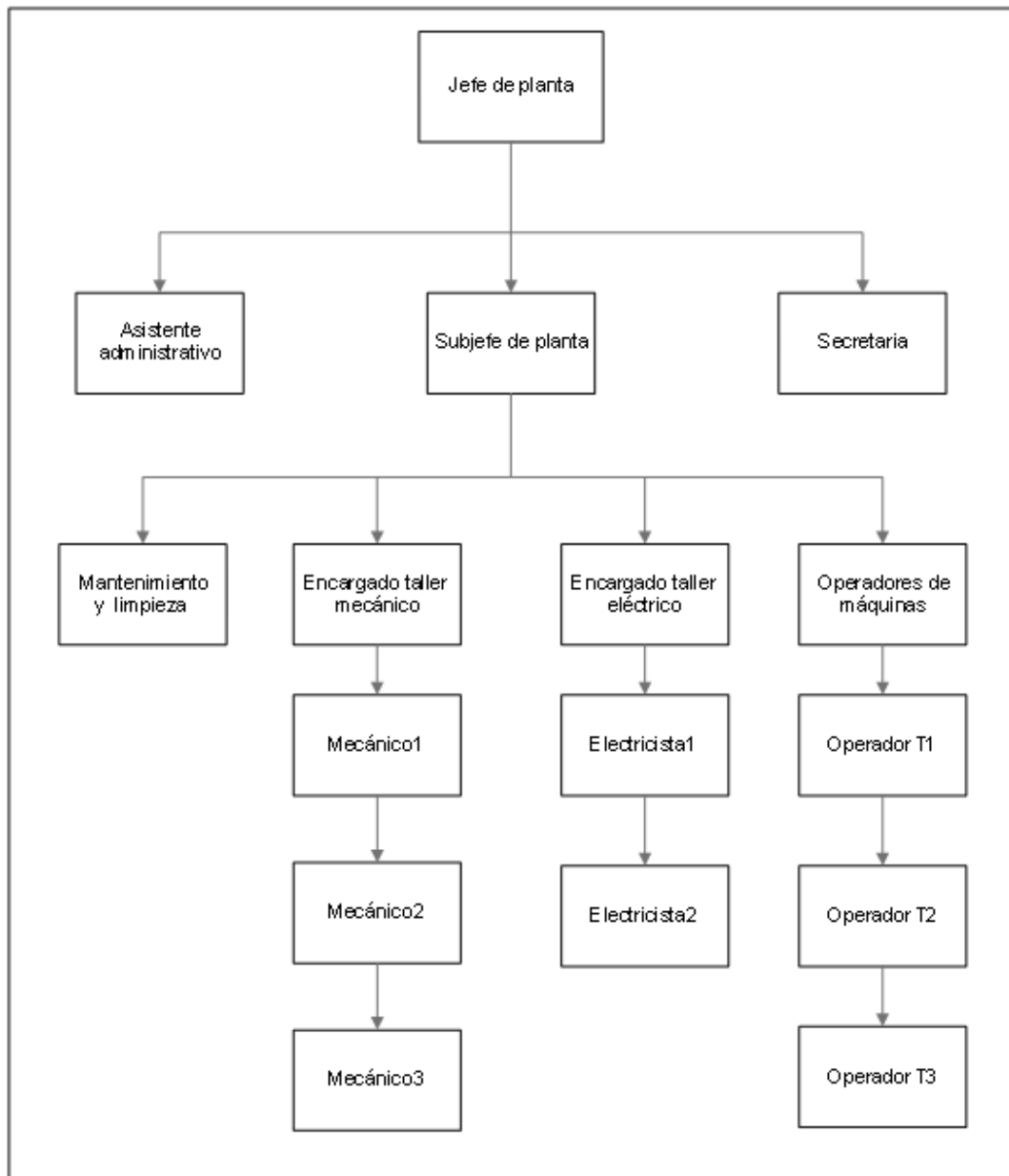
Ser la institución eléctrica nacional líder e impulsora del desarrollo del mercado eléctrico nacional y regional, cumpliendo con estándares de calidad mundial, a través de la actualización tecnológica y excelencia de su recurso humano.

1.5 ORGANIGRAMA DE LA PLANTA

El organigrama que existe en la hidroeléctrica Los Esclavos es de tipo vertical, están representados los diferentes departamentos que la conforman. Es de mencionar que dentro de la planta existe un Jefe de planta el cual es el responsable de toda la hidroeléctrica y tiene como apoyo a un subjefe de planta, ambos puestos están ocupados por ingenieros mecánicos. El jefe de planta se encarga entre sus funciones tienen todos los elementos administrativos como: compras, contrataciones, costos, reportes de consumos, reportes de producciones, reporte de gastos, etc. El subjefe tiene a su cargo la administración operativa de la hidroeléctrica incluyendo la parte del mantenimiento mecánico, control de horas extras, permisos, logística para cubrir vacaciones, etc.

De manera didáctica se muestra en la figura 1 el organigrama de la hidroeléctrica Los Esclavos, los nombres de las personas de cada puesto se omiten a petición de la administración de la hidroeléctrica. Y se presenta en la siguiente figura.

Figura 1 Organigrama hidroeléctrica Los Esclavos



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

1.6 ANÁLISIS CAUSA Y EFECTO PLANTA LOS ESCLAVOS

Para realizar el diagrama causa efecto en la hidroeléctrica Los Esclavos, se realizó una presentación en la cual se le explicaba al personal de que trata dicho diagrama. En la presentación se dijo que el diagrama era una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la salud, la calidad de los productos o servicios, fenómenos sociales, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas inclinadas que representan las causas valoradas como tales por el personal participante en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, puede recibir otras líneas llamadas causas secundarias.

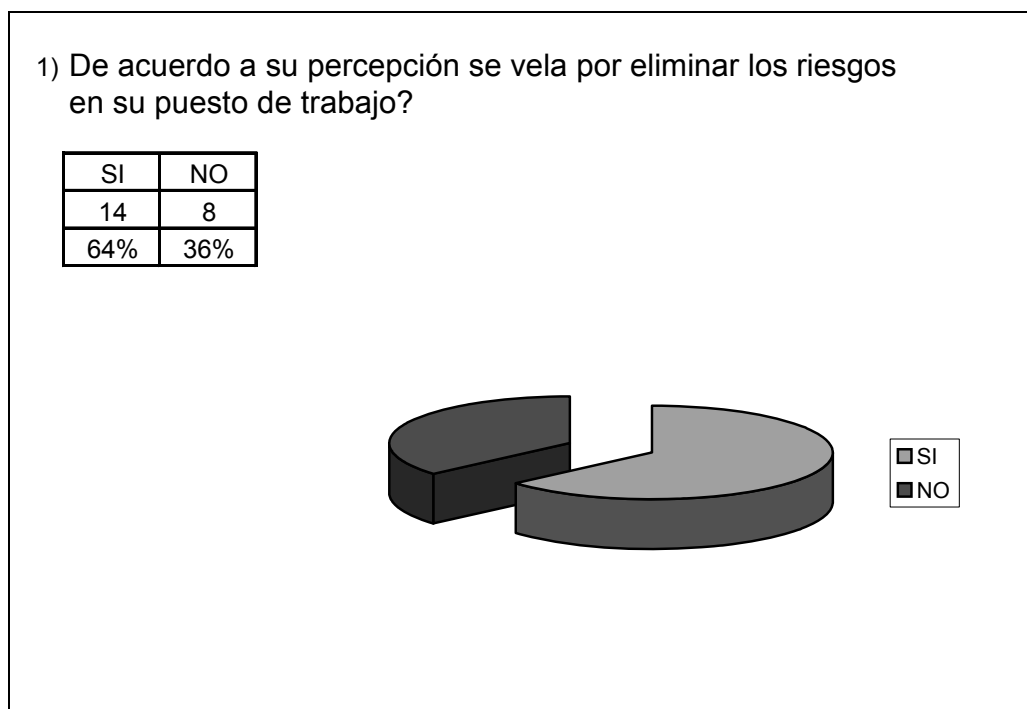
Para el análisis causa efecto realizado en la hidroeléctrica Los Esclavos hubo participación del personal operativo y el personal técnico; a la vez que participó el ingeniero subjefe de planta y mi persona. Se realizó un pequeño cuestionario para investigar las principales causas para reducir los riesgos operativos en la planta. Las preguntas fueron

- De acuerdo a su percepción se vela por eliminar los riesgos en su puesto de trabajo?
- Considera usted que el proceso cuenta con controles que permitan identificar riesgos de accidentes?
- Se ejecutan acciones de mejora en el proceso actualmente?
- Considera usted que el procedimiento de evacuación es el idóneo para su lugar de trabajo?

- Tiene usted equipo de seguridad y lo utiliza con frecuencia?

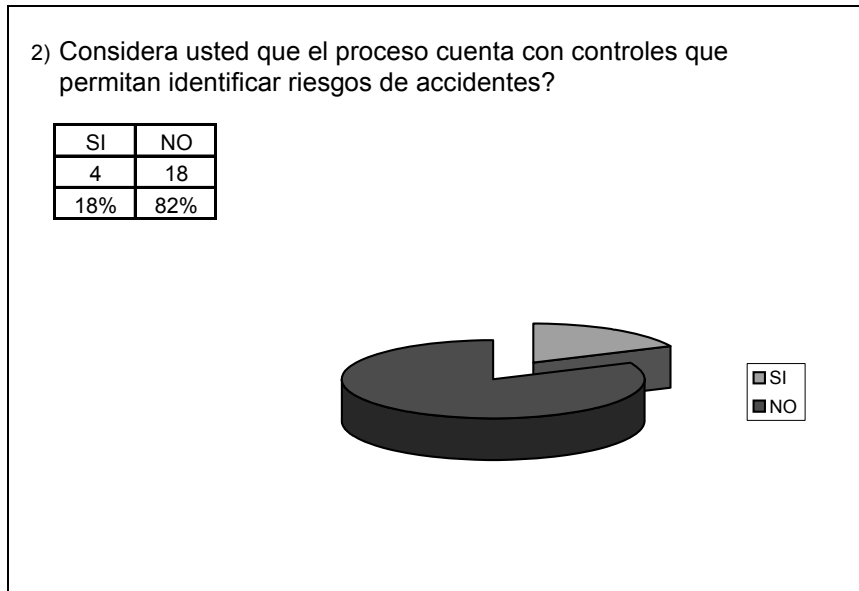
Los resultados del cuestionario por pregunta se dan a continuación:

Figura 2 Gráfica estadística pregunta 1



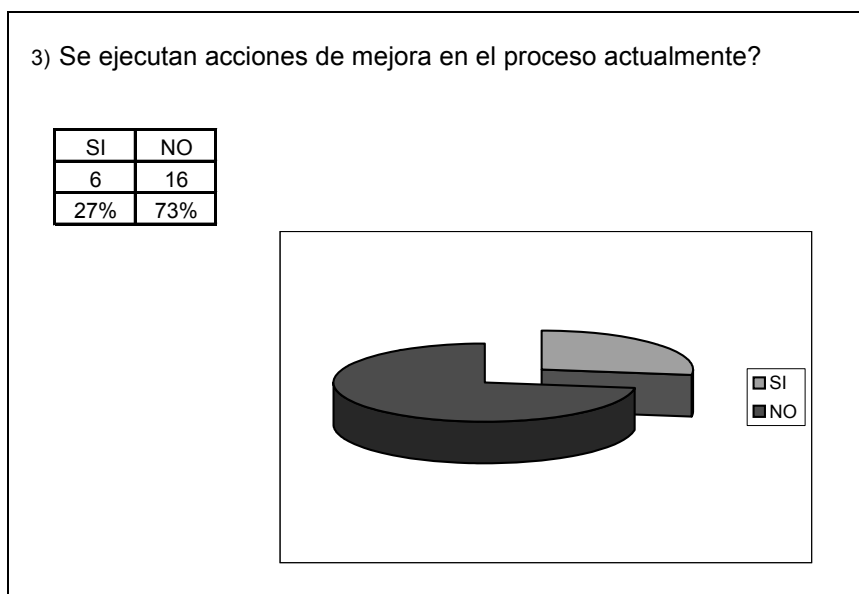
Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Figura 3 Gráfica estadística pregunta 2



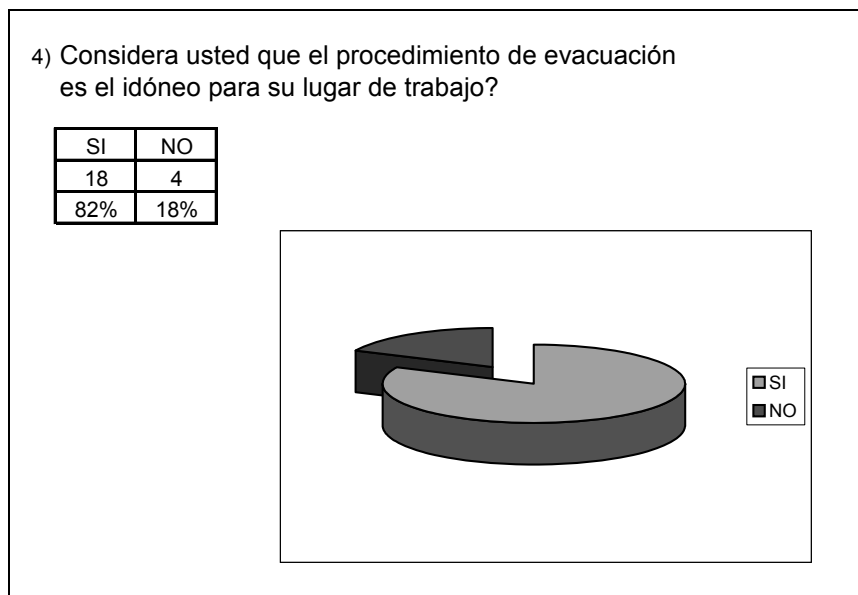
Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Figura 4 Gráfica estadística pregunta 3



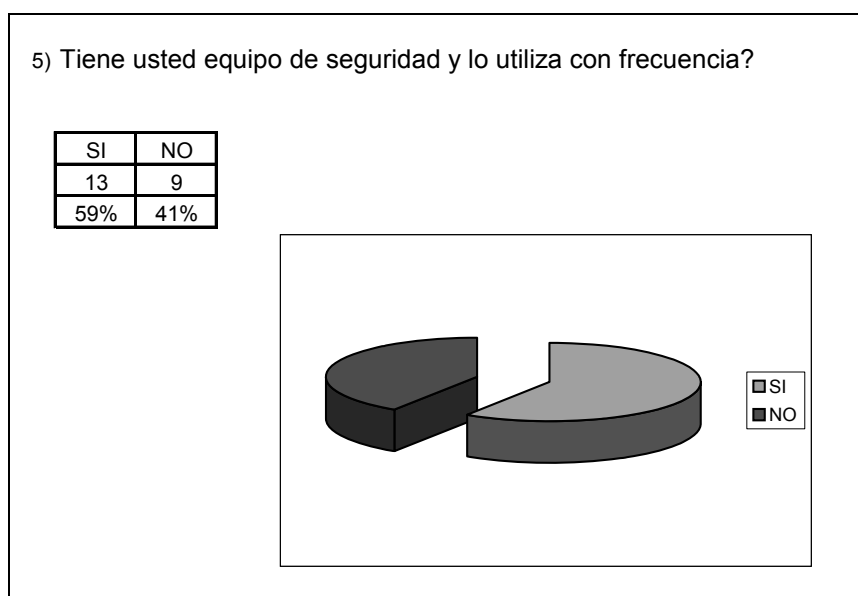
Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Figura 5 Gráfica estadística pregunta 4



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

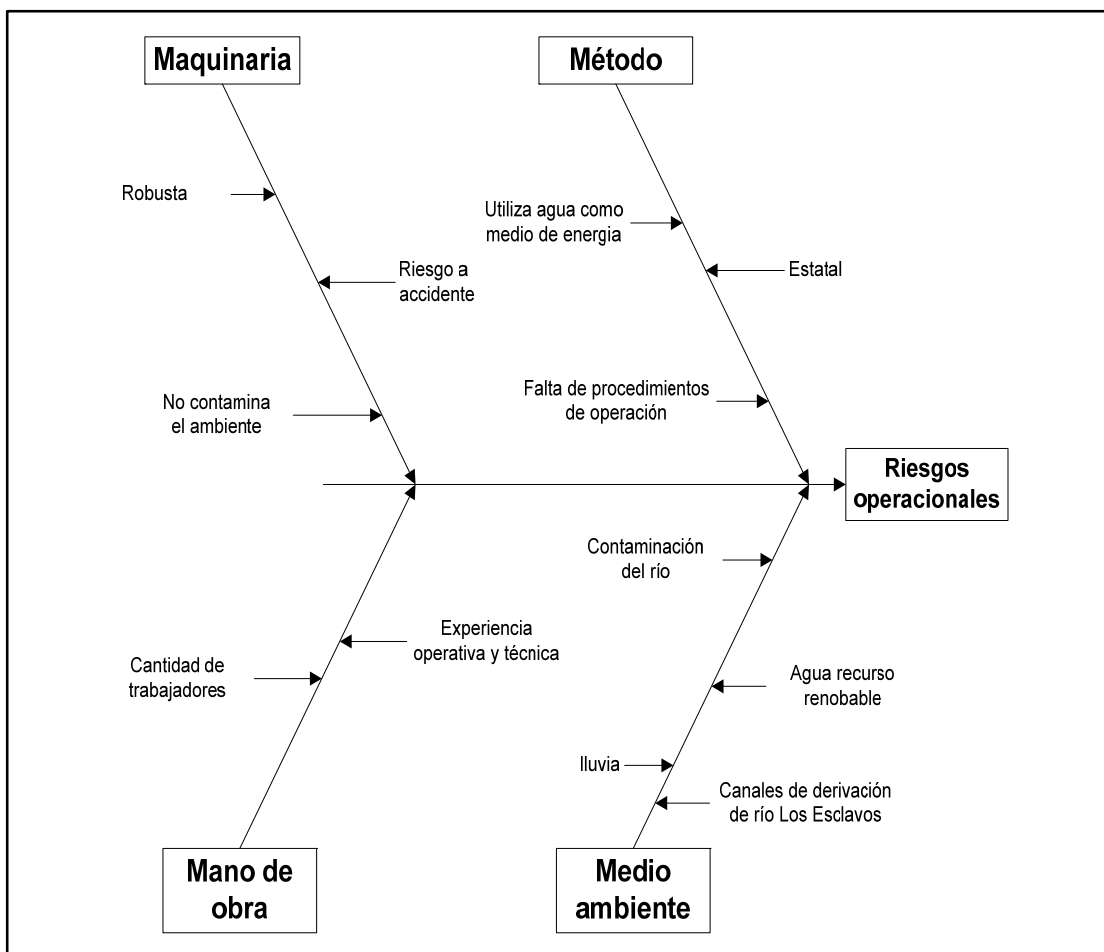
Figura 6 Gráfica estadística pregunta 5



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

En la figura 7 se presenta el diagrama causa efecto, resultado de las preguntas realizadas y de la lluvia de ideas del personal de la planta hidroeléctrica Los Esclavos.

Figura 7 Diagrama causa-efecto general de la hidroeléctrica Los Esclavos



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Mediante la observación del proceso y las entrevistas con el personal, se recolectó la información que se analizó por medio del diagrama causa-efecto utilizando la metodología 4'Ms (maquinaria, método, mano de obra y medio ambiente), para descubrir lo efectos de que provocan las causas para tener el problemas que son los riesgos operacionales.

Maquinaria: el equipo utilizado en el proceso de generación de energía eléctrica es revisado por el personal técnico de la hidroeléctrica para su mantenimiento. El personal operativo es el responsable del manejo adecuado, limpieza y supervisión del mismo para evitar paros y alteraciones del proceso debido a fallas del equipo por mal manejo. La falta de inspección de sistemas de seguridad industrial puede dar como efecto un riesgo operativo de accidente.

Método: no se cuenta con procedimientos escritos para los procesos ni uso de registros para recolectar información de las actividades que se llevan a cabo. Las tareas que se realizan diariamente no son previamente programadas y supervisadas por consiguiente pueden tener como efecto un riesgo operacional de accidente.

Mano de obra: el personal de la planta hidroeléctrica Los Esclavos tiene bastante experiencia lo cual también puede dar como efecto un riesgo operacional de accidente, debido al exceso de confianza.

Medio ambiente: respecto al medio ambiente no se encontró que tenga un efecto directo para provocar un riesgo operacional dentro de la hidroeléctrica Los Esclavos. En el medio ambiente lo que afectaría sería la contaminación del río y los efectos que tendría sobre la salud de los operadores, sin embargo en el

análisis general de la planta, el medio ambiente colabora con la planta en cuanto a lluvias, agua como recurso renovable. El medio ambiente también puede afectar a la planta a través de inundaciones, tormentas tropicales, etc.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Análisis de la situación actual

Esta es la parte central del trabajo de ejercicio profesional supervisado que se llevó a cabo en la planta hidroeléctrica Los Esclavos. Durante los tres meses de asistencia en la planta, se les acompañó durante todo el día de trabajo, a fin de tener la experiencia de campo de las actividades desarrolladas por ellos. Fue así como se logró establecer el diagrama de operaciones de cada puesto de trabajo. También se realizó la evaluación de riesgos de cada puesto, claro, con la ayuda del operador, aparte que se tuvo la participación activa del subjefe de planta hidroeléctrica Los Esclavos. Cabe mencionar que los diagramas causa efecto de cada puesto de trabajo fue realizado en consenso con el subjefe de planta con información recopilada de cada operador.

Para la identificación de riesgos y su posterior evaluación se utilizó un formato en el que se coloca la descripción del peligro/riesgo, luego se coloca la situación de la exposición del riesgo, si es una situación normal, anormal o de emergencia. A continuación se coloca donde impacta el riesgo si es en la persona, en el equipo, en el material o en el ambiente. La siguiente columna describe el riesgo o sea el efecto del peligro. El formato utilizado para la identificación de riesgos se muestra en la fig.8 y fue propuesta por el autor de esta tesis.

2.1.1 Identificación de riesgos en operaciones y áreas seleccionadas

La identificación se llevo a cabo gracias a la reunión del grupo de trabajo conformado por un operador, un electricista, un mecánico y mi persona como líder de grupo de evaluación. Los riesgos descritos anteriormente son los riesgos que el grupo observó como riesgos asociados con el ambiente de trabajo y las tareas críticas. El grupo estuvo en todo momento conciente de porqué se hacía esta actividad, de qué modo se haría. Evaluamos también que podía salir mal, que impacto se tenía en otras personal, en el ambiente o en la compañía. Como se puede observar, se tuvo una lista de peligros potenciales en cada área de trabajo, se investigó sobre accidentes ocurridos en el pasado.

El flujograma de proceso fue hecho basado en la observación del proceso de producción de energía que tiene la planta hidroeléctrica Los Esclavos, se realizó como un proceso continuo y no uno por cada estación de trabajo ya que así es como funciona. Un proceso continuo.

A continuación se observa siempre en cuadro el proceso de la evaluación de los riesgos ya identificados, en los cuales se ponderó cada riesgo de acuerdo a las tablas de cálculo de exposición, cálculo de la severidad y cálculo de la probabilidad. Dichas tablas se encuentran en la sección de anexos del presente trabajo de graduación. En la última parte de la fase de servicio técnico profesional, se determinará la magnitud del riesgo para poder realizar la selección de controles operacionales.

Figura 8 Formato para la identificación de riesgos operacionales

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: _____
 Sub Área: _____

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS									
No.	Descripción del Peligro/Riesgo	Situación			Impacto en				Descripción del Riesgo (efecto)
		N	A	E	Persona	Equipo	Material	Ambiente	

Elaborado por: _____
 Nombre del Líder del Grupo

Revisado por: _____
 Jefe de Planta

Fuente: diseño Luis García

La evaluación del riesgo incluye colocar si hay un control existente para reducir el riesgo. Se coloca a continuación la probabilidad de que ocurra el evento. Luego se coloca la exposición a la que está expuesto el operador. También se coloca la severidad del riesgo y por último se coloca la clasificación del riesgo, la acción requerida para minimizar o eliminar el riesgo y también se detalla el plazo de ejecución. Estas tablas se describen en el anexo del presente trabajo.

Se trabajó una identificación de riesgos para cada puesto de trabajo, con esto se espera cubrir la mayor parte de la hidroeléctrica Los Esclavos es por eso que en la presente tesis aparecerá una identificación de riesgos para el área del generador 1, generador 2, para el embalse de regulación, para el embalse de presa, para la subestación y para los talleres de servicio.

Con las reuniones realizadas con el personal operativo, técnico y de la administración se tienen los cuadros siguientes que muestran la evaluación de riesgos. También se realizó un diagrama causa efecto en cada uno de los puestos de trabajo, este análisis permitió conocer las posibles causas para que ocurra un accidente laboral; y es por esto que también aparecerán diagramas causa efecto para cada uno de los puestos de trabajo.

Este proceso se realizó por partes y es por esto que solo se está identificando los riesgos que se pueden observar. Mas adelante se evaluará cada riesgo mediante una tabla de ponderación que irá dándonos resultados, evaluando de esta forma las tareas propuestas a fin de minimizar o eliminar los riesgos a los cuales está expuesto el personal.

Identificación de riesgos en la casa de máquinas

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Casa de máquinas*

Sub Área: *Generador No. 1*

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

No.	Descripción del peligro/riesgo	Situación			Impacto en				Descripción del riesgo (efecto)
		N	A	E	Persona	Equipo	Material	Ambiente	
1	Calor	x			x				enfermedades ocupacionales
2	Iluminación	x			x				enfermedades ocupacionales
3	Ruido	x			x				enfermedades ocupacionales
4	Shock eléctrico		x		x				riesgo de electrocución
5	Tubería	x				x			golpe en la cabeza
6	Estructura metálico	x			x				golpe en la cabeza
7	piso		x		x				caída o tropezón
8	Fuga en tubería		x			x			generación de desperdicio
9	Derrame de aceite		x					x	degradación del ambiente
10	Derrame de agua en piso		x		x				caída o tropezón
11	Corto circuito x fuga		x			x			riesgo de electrocución
12	Escalera	x			x				caída
13	Puerta de piso	x			x				caída si puerta está abierta
14	Piso de metal	x						x	caída por piso resbaloso
15	Compuerta de hierro	x			x				golpe por descuido
16	Grúa / polipasto	x				x			golpe por caída de grúa
17	Compuertas	x				x			daño al equipo
18	Caída de llaves		x		x				golpe a personal plantas bajas
19	Inundación			x				x	tormentas tropicales

Elaborado por:

 Luis García
 Nombre del líder del grupo

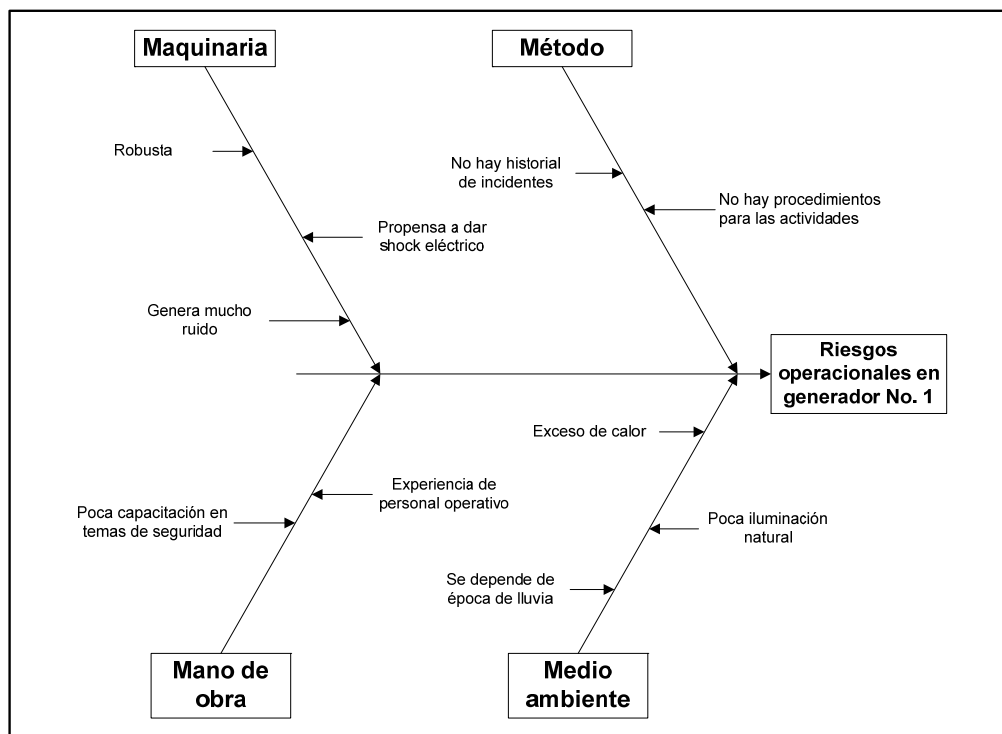
Revisado por:

 Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

2.1.1.1 Diagrama causa efecto casa de máquinas

Figura 9 Diagrama causa-efecto área del generador No. 1



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Como conclusión se tiene que los efectos que más se dan en el área de generador 1 dentro de la casa de máquinas son:

- Enfermedades ocupacionales
- Riesgo de shock eléctrico
- Golpe por tubería aérea
- Golpe por caída
- Generación de desperdicios debido a fugas en tuberías
- Golpe a personal de plantas de sótano por caída de herramienta

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Casa de máquinas*

Sub Área: *Generador No. 2*

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS									
No.	Descripción del peligro/riesgo	Situación			Impacto en				Descripción del riesgo (efecto)
		N	A	E	Persona	Equipo	Material	Ambiente	
1	Calor	x			x				enfermedades ocupacionales
2	Iluminación	x			x				enfermedades ocupacionales
3	Ruido	x			x				enfermedades ocupacionales
4	Shock eléctrico		x		x				riesgo de electrocución
5	Tubería	x				x			golpe en la cabeza
6	Estructura metálico	x			x				golpe en la cabeza
7	piso		x		x				caída o tropezón
8	Fuga en tubería		x			x			generación de desperdicio
9	Derrame de aceite		x					x	degradación del ambiente
10	Derrame de agua en piso		x		x				caída o tropezón
11	Corto circuito x fuga		x			x			riesgo de electrocución
12	Escalera	x			x				caída
13	Puerta de piso	x			x				caída si puerta está abierta
14	Piso de metal	x					x		caída por piso resbaloso
15	Compuerta de hierro	x			x				golpe por descuido
16	Grúa / polipasto	x				x			golpe por caída de grúa
17	Compuertas	x				x			daño al equipo
18	Caída de llaves		x		x				golpe a personal plantas bajas
19	Inundación			x				x	tormentas tropicales

Elaborado por:

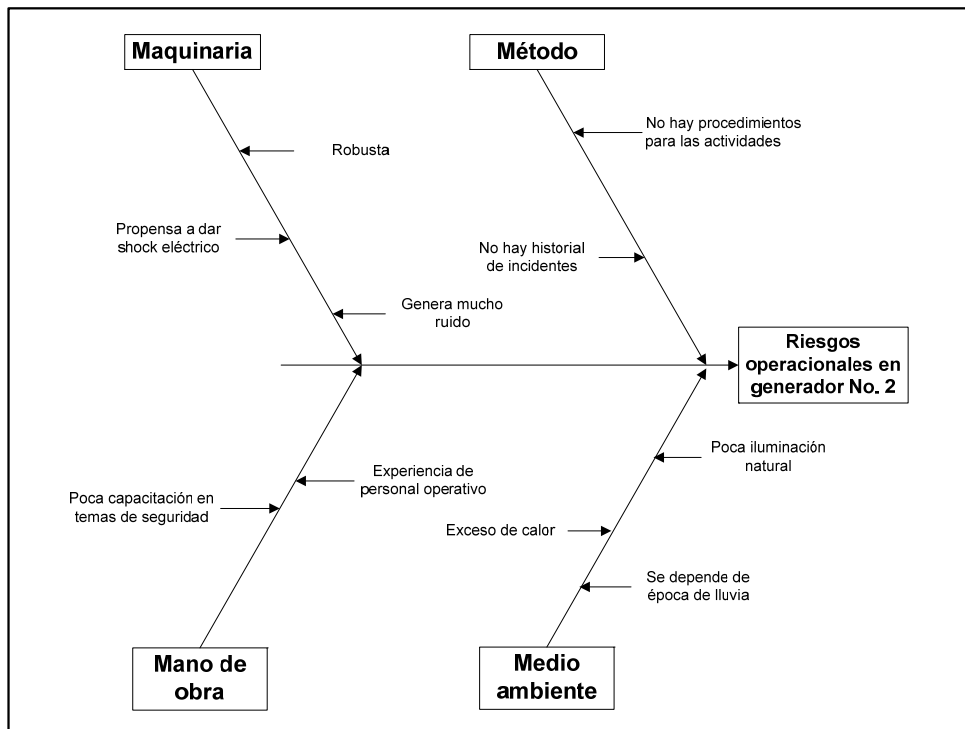
 Luis García
 Nombre del líder del grupo

Revisado por:

 Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Figura10 Diagrama causa-efecto área de generador No. 2



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Como conclusión se tiene que los efectos que más se dan en el área de generador 2 dentro de la casa de máquinas son:

- Enfermedades ocupacionales
- Riesgo de shock eléctrico
- Golpe por tubería aérea
- Golpe por caída
- Generación de desperdicios debido a fugas en tuberías
- Golpe a personal de plantas de sótano por caída de herramienta

2.1.2 Identificación de riesgos en el embalse

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Embalse*
 Sub Área: *Embalse de regulación*

IDENTIFICACIÓN									
No.	Descripción del peligro/riesgo	Situación			Impacto en				Descripción del riesgo (efecto)
		N	A	E	Persona	Equipo	Material	Ambiente	
1	Polipasto	x			x				Caída de polipasto en operador
2	Polipasto	x				x			Rotura debido a la caída
3	Rieles metálicos	x				x			Generación de óxido
4	Rieles metálicos		x		x				Golpe de operador con rieles
5	Animales / serpientes		x		x				Picadura o mordedura
6	Animales / serpientes		x					x	Impacto en fauna
7	Iluminación	x				x			No se mira equipo para operar
8	Iluminación	x			x				Enfermedad ocupacional
9	Ruido	x			x				Enfermedad ocupacional
10	Piso mojado por lluvia		x		x				Golpe por caída en el piso
11	Piso mojado por lluvia		x			x			Humedad sobre equipo eléctrico
12	Rastrillo		x		x				Golpe con el rastrillo al operar
13	Rastrillo		x			x			Caída de rastrillo
14	Compuertas	x			x				Riesgo de caída sobre operador
15	Compuertas		x			x			Deterioro al caerse
16	Canal abierto	x			x				Riesgo de caída en canal
17	Sedazo de fosas		x		x				Riesgo de caída en fosa
18	Motoredutores	x			x				Riesgo de atrapamiento
19	Motoredutores	x				x			Rotura de piezas metálicas
20	Botones mal protegidos		x		x				Riesgo de shock eléctrico
21	Botones mal protegidos		x			x			Corto circuito en polipastos
22	Inundación		x			x			Corto circuito en maquinaria

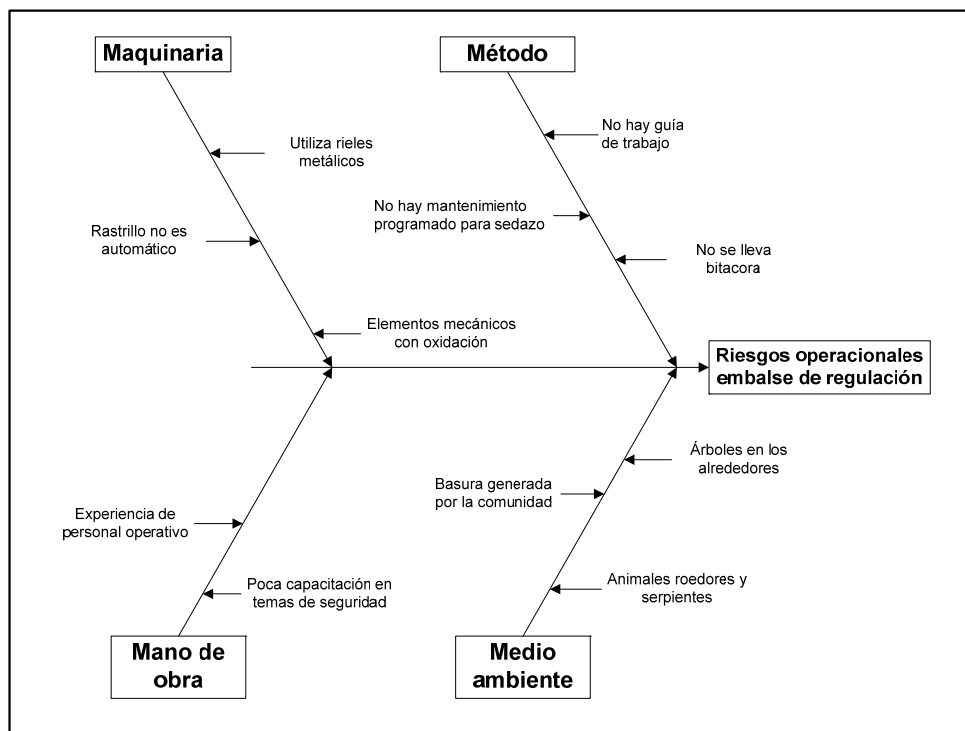
Elaborado por: _____ Luis García
 Nombre del líder del grupo

Revisado por: _____ Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

2.1.2.1 Diagrama causa efecto en el embalse de regulación

Figura 11 Diagrama causa-efecto embalse de regulación



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

En el embalse de regulación se pueden destacar los siguientes efectos:

- Enfermedades ocupacionales debidas al ruido, iluminación, etc
- Riesgos por colapso del polipasto eléctrico
- Picaduras, mordeduras de animales roedores (serpientes)
- Resbalones y caídas debido a piso mojado por lluvia
- Riesgos de shock eléctrico debido a humedad en botoneras
- Caída de rastrillo de limpieza (forma de operación)

2.1.3 Identificación de riesgos en la presa

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Presa*

Sub Área: *Embalse de presa/dique*

IDENTIFICACIÓN									
No.	Descripción del peligro/riesgo	Situación			Impacto en				Descripción del riesgo (efecto)
		N	A	E	Persona	Equipo	Material	Ambiente	
1	Rastrillos de limpieza	x			x				golpe por falla de rastrillo
2	Rastrillos de limpieza	x				x			rotura de mecanismo
3	Polipasto eléctrico	x			x				shock eléctrico
4	Polipasto eléctrico	x				x			rotura de cable
5	Gradas de metal	x			x				caída por resbalón
6	Extracción de basura		x		x				contaminación respiratoria
7	Extracción de basura		x					x	contaminación ambiental
8	Panales de abejas		x		x				riesgo de picadura
9	Serpientes		x		x				riesgo de picadura/mordedura
10	Exceso de basura		x					x	contaminación ambiental
11	Pasamanos de gradas	x			x				caída por resbalón
12	Pasamanos de terraza	x			x				caída por resbalón
13	Compresores	x				x			daño por inundación
14	Fabridarm/bolsas de aire	x				x			daño por exceso de basura
15	Cremalleras de compuerta	x			x				riesgo de atrapamiento
16	Tapas metálicas en el piso	x			x				caída por resbalón
17	Inundación			x	x				riesgo de ahogamiento
18	Techo de lámina	x				x			colapso por lluvia en exceso
19	Techo de lámina	x			x				caída sobre operadores

Elaborado por:

Luis García
Nombre del líder del grupo

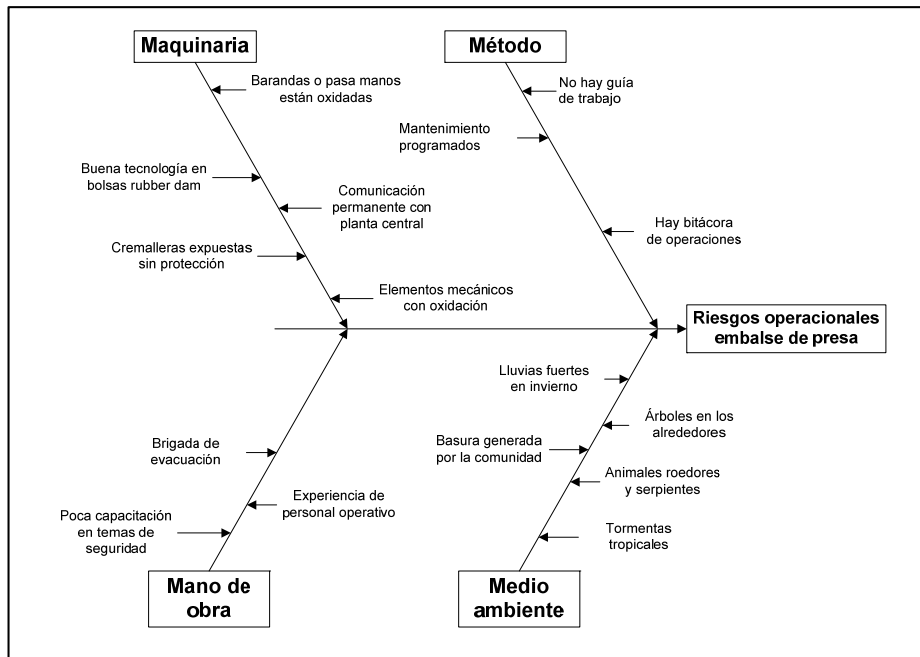
Revisado por:

Ing. Miguel Ulloa
Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

2.1.3.1 Diagrama causa efecto en la presa

Figura 12 Diagrama causa-efecto embalse de presa



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Algunos de los efectos encontrados en el embalse de presa:

- Golpe por falla de rastrillo
- Rotura de cable
- Contaminación respiratoria / ambiental en extracción de basura
- Riesgo de picadura debido a enjambre de abejas encontradas en el área
- Caídas por resbalones
- Daño por inundaciones
- Daño sobre operadores por techo de lámina en mal estado

2.1.4 Identificación de subestación

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Subestación*
 Sub Área: *Subestación*

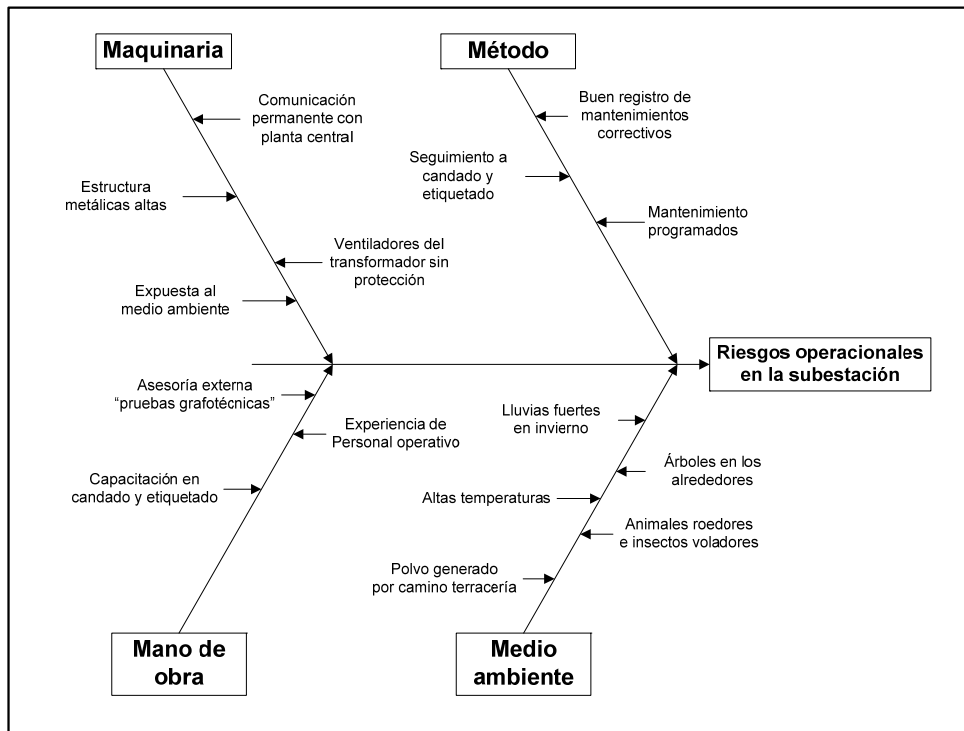
IDENTIFICACIÓN									
No.	Descripción del peligro/riesgo	Situación			Impacto en				Descripción del riesgo (efecto)
		N	A	E	Persona	Equipo	Material	Ambiente	
1	Ruido	x			x				enfermedad ocupacional
2	Suelo de piedrín		x		x				poco piedrín, resbalón por agua
3	Electrocución		x		x				trabajo con alta tensión
4	Área aislada	x				x			perímetro deteriorado
5	Ventiladores	x			x				ventiladores sin guarda protecc
6	Ventiladores	x				x			ventiladores sin guarda protecc
7	Derrumbes		x			x			subestac en área de derrumbe
8	Área de flipones	x			x				falta de candado y etiquetado
9	Temperatura ambiente	x			x				insolación por alta temperatura
10	Trabajo en altura	x			x				caída en trabajo en altura
11	Protección personal	x			x				uso de equipo de protección

Elaborado por: Luis García
Nombre del líder del grupo

Revisado por: Ing. Miguel Ulloa
Subjefe

2.1.4.1 Diagrama causa efecto en la subestación

Figura 13 Diagrama causa-efecto área de subestación



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Los efectos encontrados en la subestación se listan a continuación:

- Enfermedad ocupacional por ruido
- Resbalones por suelo mojado y poco pedrín
- Electrocutación por trabajo con alta tensión
- Perímetro del área deteriorado
- Falta de guardas de seguridad en ventiladores
- Falta de procedimiento de candado y etiquetado
- Falta de uso de equipo de protección personal

2.1.5 Identificación de riesgos en los talleres de servicio

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Talleres de servicio*
 Sub Área:

IDENTIFICACIÓN									
No.	Descripción del peligro/riesgo	Situación			Impacto en				Descripción del riesgo (efecto)
		N	A	E	Persona	Equipo	Material	Ambiente	
1	Equipo de soldadura	x			x				Quemaduras
2	Fallas del equipo de soldadura	x				x			Daños al equipo, interrupciones
3	Cilindros de oxígeno, acetileno			x				x	Incendio, contaminación de humo
4	Cilindros de oxígeno, acetileno			x	x				Quemaduras dif intensidades
5	Cilindros de oxígeno, acetileno			x		x			Destrucción y daños al equipo
6	Generación de humo x soldadura	x			x				Inhalación de gases tóxicos
7	Pulidora	x			x				Cortaduras en manos
8	Pulidora		x		x				Esquirlas en ojos, cara y manos
9	Ruptura de disco		x		x				Cortaduras y lesiones graves
10	Ruptura de disco		x			x			Daños al equipo, interrupciones
11	Esmeril	x			x				Esquirlas en ojos, cara y manos
12	Corto circuito equipos del área			x	x				Quemaduras
13	Corto circuito equipos del área			x		x			Destrucción y daños al equipo
14	Corto circuito equipos del área			x				x	Contaminación con humo
15	Partes cortantes en movimiento		x		x				Lesiones en manos, corte, etc
16	Generación de desechos metálicos	x						x	Oxidos contaminantes
17	Generación de lubricantes usados	x						x	Contaminación de suelo y agua
18	Generación de toallas clubricantes	x						x	Contaminación / incendio
19	Proceso de barrenado	x			x				Desprendimiento de viruta
20	Manejo de lubricantes	x			x				Daños en la piel x irritación
21	Prensa hidráulica	x			x				Golpes x piezas sueltas
22	Prensa de banco	x			x				Golpes x caída de piezas
23	Manejo de cargas pesadas	x			x				Daños en la espalda y articulac

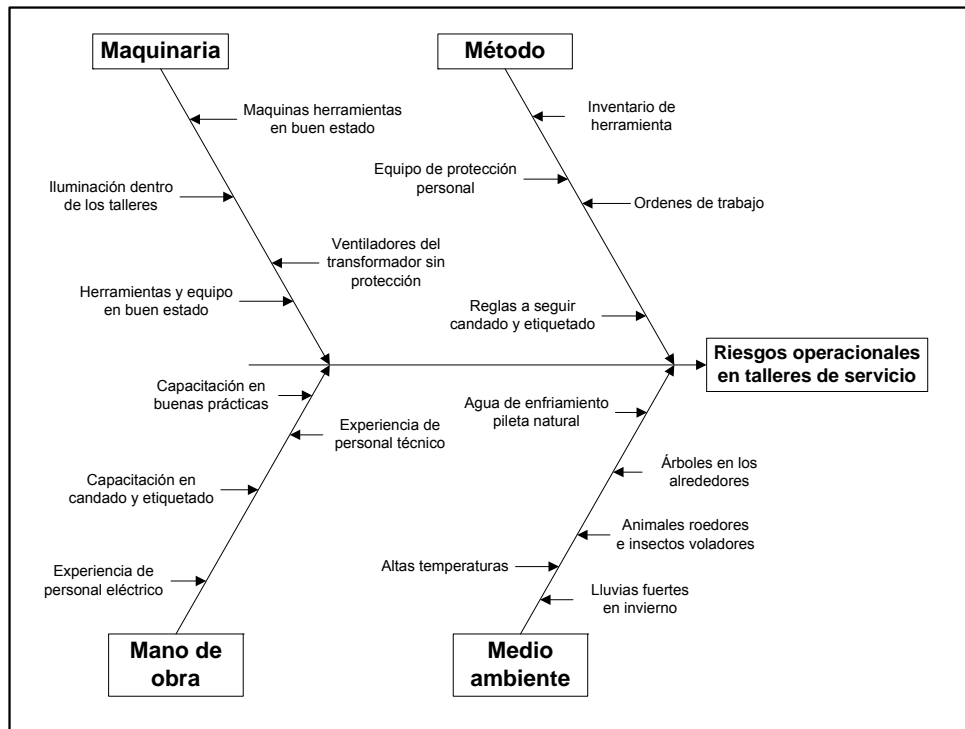
Elaborado por: _____ Luis García
 Nombre del líder del grupo

Revisado por: _____ Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

2.1.5.1 Diagrama causa efecto en talleres de servicio

Figura 14 Diagrama causa-efecto área de talleres de servicio



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

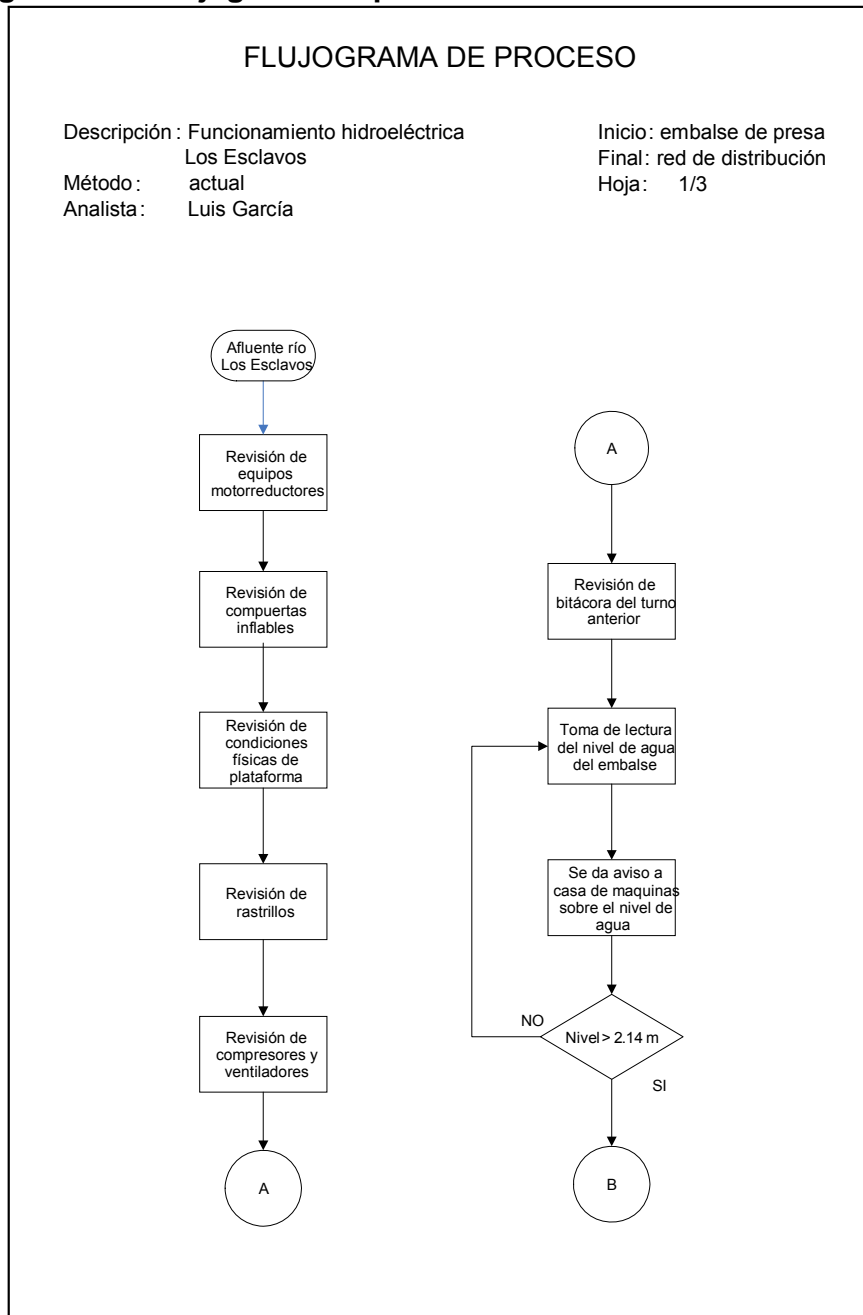
Los efectos encontrados en los talleres de servicio, son:

- Quemaduras debido a equipos de soldadura
- Incendio, contaminación de humo por soldadura acetileno
- Cortadura por uso de pulidoras
- Esquirlas en ojos y cara por uso de esmeril, fresa, torno
- Daños en la piel debido a mal manejo de lubricantes
- Lesiones en manos debido a partes cortantes en movimiento
- Daños en espalda y articulaciones debido a mal manejo de cargas pesadas

2.2 Análisis de datos

2.2.1 Realización de flujograma de proceso

Figura 15 Flujograma de proceso hidroeléctrica Los Esclavos

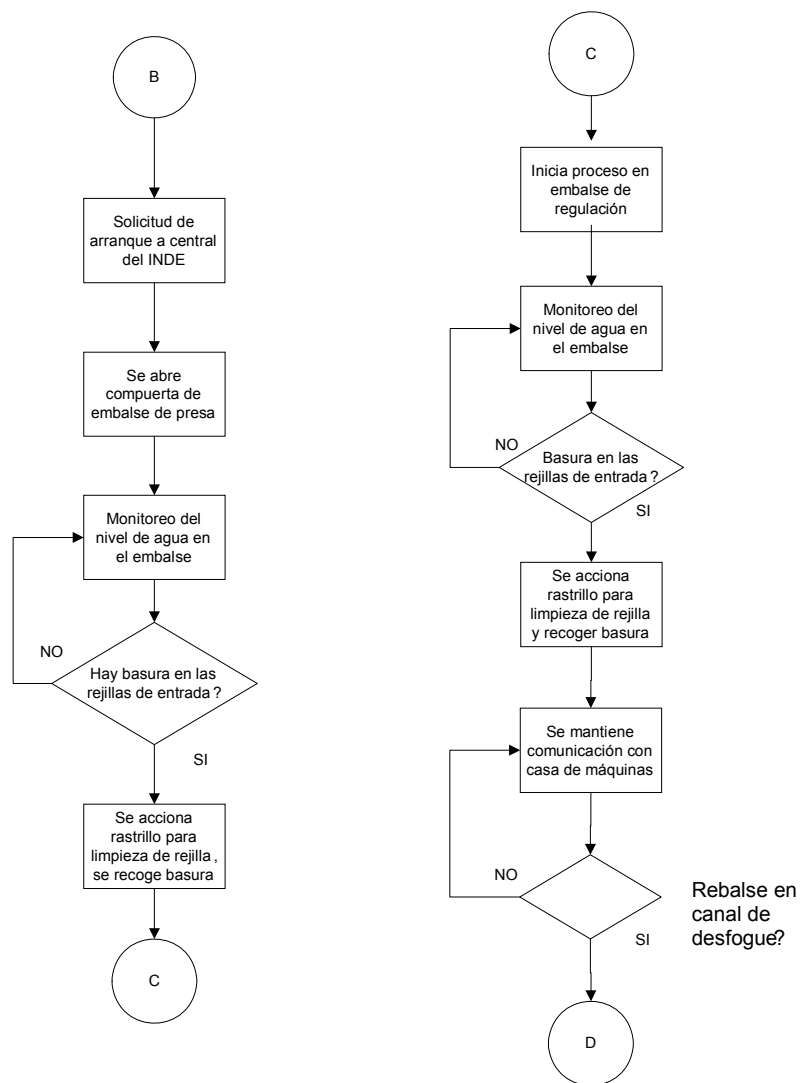


Fuente: diseño Luis García

FLUJOGRAMA DE PROCESO

Descripción: Funcionamiento hidroeléctrica
Los Esclavos
Método: actual
Analista: Luis García

Inicio: embalse de presa
Final: red de distribución
Hoja: 2/3

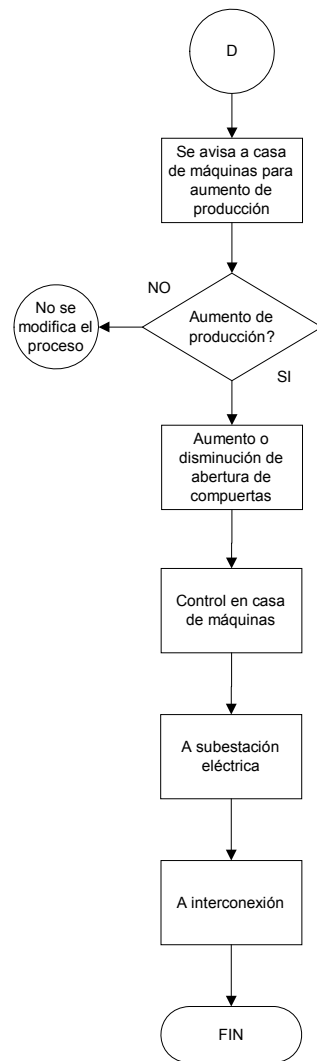


Fuente: diseño Luis García

FLUJOGRAMA DE PROCESO

Descripción: Funcionamiento hidroeléctrica
 Los Esclavos
 Método: actual
 Analista: Luis García

Inicio: embalse de presa
 Final: red de distribución
 Hoja: 3/3



SIMBOLO	SIGNIFICADO	CANTIDAD
□	OPERACIÓN O PROCESO	21
◇	DECISIÓN	5
○	CONECTOR	9
⬭	INICIO Y/O FINAL	2

Fuente: diseño Luis García

2.2.2 Evaluación de riesgos en operaciones y áreas seleccionadas

Después de que se realizó la identificación de riesgos operacionales, se realizaron juntas de evaluación donde participó el Ingeniero a cargo de la subjefatura de planta, la persona operadora de la máquina y el analista del proyecto de EPS. La propuesta para realizar dicha evaluación es el formato de Excel de evaluación de riesgos, en este formato se tomarán las descripciones de peligro o riesgo que se colocaron en el formato de identificación de riesgos operacionales, se evaluará si hay dentro de la planta un control existente para dicho riesgo. En las siguientes columnas se ponderarán los puestos en función de la probabilidad de que exista un riesgo, la exposición a dicho riesgo, la severidad. La multiplicación de estos factores nos dará la magnitud del riesgo. En función de esta magnitud se da la calificación del riesgo y el tiempo en el cual se debe cumplir con la implementación de los controles apropiados a fin de disminuir o eliminar el riesgo, con su respectiva descripción:

A continuación se muestran las tablas propuestas para la calificación del riesgo.

Probabilidad: grado de certeza con bases objetivas y documentadas en la aparición de un evento. Se debe considerar la eficacia de los controles existentes, asociados a cada riesgo al asignar el nivel de probabilidad.

Tabla I Valores de evaluación de la probabilidad

Probabilidad	Descripción de la probabilidad	Valor
Altamente probable	Esta es una condición no controlada que fácilmente producirá el evento previsto. El evento ocurrirá con certeza.	10
Probable	Existen controles, pero deben mejorarse o de lo contrario el evento ocurrirá. Existe la probabilidad de que el evento ocurra	6
Posible	Los controles parecen adecuados pero este tipo de eventos han ocurrido en el pasado o en otros sitios bajo circunstancias similares. El evento es inusual pero posible.	2
Remoto	Los controles que se han implementado son efectivos. Pero si alguna circunstancia cambia hay una pequeña probabilidad que un evento pueda ocurrir. Una coincidencia remota. Probabilidad de 1%.	0.3
Muy remoto	Los controles han sido probados completamente y han proporcionado protección efectiva bajo todas las circunstancias previsibles. Es posible que ocurra per muy remoto.	0.1

Fuente: Manual SIGSSA PMI

Exposición: criterio de ponderación de un riesgo en el que se considera el número de repeticiones con el que se realiza una actividad. La exposición está relacionada con la frecuencia de ciertas condiciones interactivas que tenderían a incrementar la posibilidad de que un evento ocurra. La exposición está relacionada a las interacciones de las personas con los equipos, materiales y el ambiente de trabajo. Se debe considerar el número de personas involucradas o los equipos afectados por esta condición.

Tabla II Valores de evaluación de exposición

Exposición	Descripción	Valor de exposición cantidad de	
		1 o 2	múltiple
Diaria	Ocurre cada día	0.70	1.00
Mensual	Ocurre cada mes	0.30	0.60
Trimestral	Ocurre cada trimestre	0.10	0.20
Anual	Ocurre cada año	0.05	0.10
Casi nunca	Posiblemente una ocurrencia en 10 años	0.01	0.01

Fuente: Manual SIGSSA PMI

Severidad: está relacionada con las consecuencias o pérdida potencial resultante del evento. La pérdida potencial puede tener relación con las personas, ambiente, propiedad y el negocio. En los casos en donde se puedan prever múltiples pérdidas, se tomará la más severa para determinar el valor de la misma.

Tabla III Valores de evaluación de severidad

Severidad / valor	Impacto / consecuencias			
	Personas	Ambiente	Propiedad	Negocio
Mayor / 50	Muerte, incapacidad permanente	Costo de reparación mayores de US\$1 millón	Daños por más de US\$1 millón	Incapacidad de cubrir mercado por más de una semana
Muy seria / 30	Lesión o enfermedad que causa incapacidad o discapacidad a largo plazo o más de 6 meses	Violación de leyes ambientales. Multas severas. Costo de reparación mayor a US\$100,000	Daños por más de US\$ 100,000	Incapacidad de cubrir mercado por más de un día
Seria / 15	Lesión que produce incapacidad por más de 2 semanas	Violación de leyes ambientales. Algunas multas. Costo de reparación mayor a US\$100,000	Daños por más de US\$ 10,000	Se requieren cambios mayores en la operación para poder suplir el mercado.
Poco seria / 5	Lesión que causa incapacidad menor a 2 semanas	No existen problemas regulatorios. No existen multas. Costo de reparación mayores a US\$1,000	Daños por más de US\$ 1,000	Algunos cambios en las operaciones para poder suplir el mercado.
Menor / 1	Solo primeros auxilios o tratamiento medico, pero no produce incapacidad	Problema interno menor. Costo de reparación menor a US\$1,000	Daños menores de US\$ 1,000	Alguna pérdida de tiempo en un departamento . Impacto menor en las operaciones

Fuente: Manual SIGSSA PMI

Para la propuesta de controles apropiados se debe de tomar en cuenta la siguiente tabla, en la cual se dan tiempos apropiados para la implementación de dicho control o acción a tomar, en esta se hace la evaluación final del riesgo, la tabla es la siguiente:

Tabla IV Acciones requeridas y plazos de ejecución

Intervalo de magnitud de riesgo	Clasificación del riesgo	Acción requerida	Plazo de ejecución
Es más de 150	Muy alto	acciones correctivas y remediales deber ser desarrolladas e implementadas	Acciones remediales deben iniciarse de inmediato y completarse en un mes
Entre 60 y 149	alto	Acciones correctivas y remediales deben ser desarrolladas e implementadas	Acciones correctivas deben iniciarse de inmediato y completarse en tres meses.
Entre 18 y 59	Medio	Acciones correctivas y remediales son requeridas	Acciones correctivas deben iniciarse y completar en seis meses
Entre 10 y 17	Bajo	Establecer medidas de mejoras	Acciones correctivas deben iniciarse en cuanto sea posible y completarse en un año.
Menor de 10	Muy bajo	Monitorear y mantener controles recurrentes	Planear las fechas de inicio y terminación según los recursos lo permitan.

Fuente: Manual SIGSSA PMI

El formato propuesto para la evaluación de los riesgos operativos en la hidroeléctrica Los Esclavos es el siguiente:

Figura 16 Formato para la evaluación de riesgos

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS DEPARTAMENTO DE OPERACIONES IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC							
Nombre del Área: Sub Área:							
EVALUACIÓN DE RIESGOS							
No.	Descripción del peligro/riesgo	Control existente	Prob.	Exp.	Sev.	MR	C. Riesgo
Elaborado por: _____			Nombre del líder del grupo				
Revisado por: _____			Subjefe				

Fuente: diseño Luis García

Evaluación en Casa de Máquinas Generador 1:

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Casa de máquinas*
 Sub Área: *Generador No. 1*

EVALUACIÓN DE RIESGOS							
No.	Descripción del peligro/riesgo	Control existente	Prob.	Exp.	Sev.	MR	C. riesgo
1	Calor	Reglas de trabajo	2	1	15	30	medio
2	Iluminación	Reglas de trabajo	2	0.1	5	1	muy bajo
3	Ruido	uso de protecc personal	2	1	15	30	medio
4	Shock eléctrico	no existe	2	1	15	30	medio
5	Tubería	uso de casco	2	1	15	30	medio
6	Estructura metálico	uso de casco	2	1	5	10	bajo
7	piso	control de fuga en tubería	2	1	15	30	medio
8	Fuga en tubería	control de fuga en tubería	2	1	15	30	medio
9	Derrame de aceite	uso de toallas industriales	2	0.1	50	10	bajo
10	Derrame de agua en piso	inspecciones de tuberías	2	0.1	50	10	bajo
11	Corto circuito x fuga	no existe	2	1	15	30	medio
12	Escalera	Reglas de trabajo	2	0.1	15	3	muy bajo
13	Puerta de piso	uso de etiquetado	2	0.1	15	3	muy bajo
14	Piso de metal	uso de etiquetado	2	0.1	15	3	muy bajo
15	Compuerta de hierro	uso de etiquetado	6	0.1	50	30	medio
16	Grúa / polipasto	inspecciones de rutina	6	0.1	15	9	muy bajo
17	Compuertas	inspecciones de rutina	0.3	1	30	9	muy bajo
18	Caída de llaves	cambio de piso de rejilla	2	1	15	30	medio
19	Inundación	plan de evacuación	2	0.7	15	21	medio

Elaborado por:

 Luis García
 Nombre del líder del grupo

Revisado por:

 Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Evaluación en Casa de Máquinas Generador 2:

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Casa de máquinas*
 Sub Área: *Generador No.2*

EVALUACIÓN DE RIESGOS							
No.	Descripción del peligro/riesgo	Control existente	Prob.	Exp.	Sev.	MR	C. riesgo
1	Calor	Reglas de trabajo	2	1	15	30	medio
2	Iluminación	Reglas de trabajo	2	0.1	5	1	muy bajo
3	Ruido	uso de protecc personal	2	1	15	30	medio
4	Shock eléctrico	no existe	2	1	15	30	medio
5	Tubería	uso de casco	2	1	15	30	medio
6	Estructura metálico	uso de casco	2	1	5	10	bajo
7	piso	control de fuga en tubería	2	1	15	30	medio
8	Fuga en tubería	control de fuga en tubería	2	1	15	30	medio
9	Derrame de aceite	uso de toallas industriales	2	0.1	50	10	bajo
10	Derrame de agua en piso	inspecciones de tuberías	2	0.1	50	10	bajo
11	Corto circuito x fuga	no existe	2	1	15	30	medio
12	Escalera	Reglas de trabajo	2	0.1	15	3	muy bajo
13	Puerta de piso	uso de etiquetado	2	0.1	15	3	muy bajo
14	Piso de metal	uso de etiquetado	2	0.1	15	3	muy bajo
15	Compuerta de hierro	uso de etiquetado	6	0.1	50	30	medio
16	Grúa / polipasto	inspecciones de rutina	6	0.1	15	9	muy bajo
17	Compuertas	inspecciones de rutina	0.3	1	30	9	muy bajo
18	Caída de llaves	cambio de piso de rejilla	2	1	15	30	medio
19	Inundación	plan de evacuación	2	0.7	15	21	medio

Elaborado por: _____ Luis García
 Nombre del líder del grupo

Revisado por: _____ Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Evaluación en embalse de regulación:

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Embalse*
 Sub Área: *Embalse de regulación*

EVALUACIÓN DE RIESGOS							
No.	Descripción del peligro/riesgo	Control existente	Prob.	Exp.	Sev.	MR	C. riesgo
1	Polipasto	inspecciones de mantenimiento	0.3	1	15	4.5	muy bajo
2	Polipasto	inspecciones de mantenimiento	0.3	0.1	5	0.15	muy bajo
3	Rieles metálicos	mantenimiento de pintura	0.3	1	15	4.5	muy bajo
4	Rieles metálicos	procedimiento de trabajo	2	1	15	30	medio
5	Animales / Serpientes	equipo de protección	2	1	5	10	bajo
6	Animales / Serpientes	no existe	2	0.3	5	3	muy bajo
7	Iluminación	mantenimiento eléctrico	2	0.7	15	21	medio
8	Iluminación	mantenimiento eléctrico	2	0.7	15	21	medio
9	Ruido	protección auditiva	2	0.1	50	10	bajo
10	Piso mojado por lluvia	no existe	2	0.1	50	10	bajo
11	Piso mojado por lluvia	mantenimiento eléctrico	2	1	15	30	medio
12	Rastrillo	procedimiento de trabajo	2	0.7	15	21	medio
13	Rastrillo	mantenimiento de cables	0.3	0.7	15	3.15	muy bajo
14	Compuertas	mantenimiento de compuertas	0.3	0.1	15	0.45	muy bajo
15	Compuertas	mantenimiento de compuertas	0.3	0.1	50	1.5	muy bajo
16	Canal abierto	protección con malla	0.3	0.7	50	10.5	bajo
17	Sedazo de fosas	mantenimiento a malla	0.3	1	30	9	muy bajo
18	Motorreductores	no existe protección	0.3	1	15	4.5	muy bajo
19	Motorreductores	mantenimiento a motorreductor	0.3	1	15	4.5	muy bajo
20	Botones mal protegidos	mantenimiento eléctrico	0.3	1	15	4.5	muy bajo
21	Botones mal protegidos	mantenimiento eléctrico	0.3	1	15	4.5	muy bajo
22	Inundación	plan de evacuación	0.3	1	15	4.5	muy bajo

Elaborado por: _____ Luis García
 Nombre del líder del grupo

Revisado por: _____ Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Evaluación en embalse de presa:

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *La presa*
 Sub Área: *Embalse de presa/Dique*

EVALUACIÓN DE RIESGOS							
No.	Descripción del peligro/riesgo	Control existente	Prob.	Exp.	Sev.	MR	C. riesgo
1	Rastrillos de limpieza	procedimiento de operación	2	0.7	5	7	muy bajo
2	Rastrillos de limpieza	mantenimiento de cables	2	0.7	5	7	muy bajo
3	Polipasto eléctrico	no existe	0.3	1	15	4.5	muy bajo
4	Polipasto eléctrico	mantenimiento de cables	0.3	1	15	4.5	muy bajo
5	Gradas de metal	no existe	2	1	5	10	bajo
6	Extracción de basura	protección respiratoria	2	0.3	5	3	muy bajo
7	Extracción de basura	no existe	2	0.7	15	21	medio
8	Panales de abejas	no existe	2	0.7	15	21	medio
9	Serpientes	no existe	2	0.1	50	10	bajo
10	Exceso de basura	no existe	2	0.1	50	10	bajo
11	Pasamanos de gradas	evaluar modificación	0.3	1	15	4.5	muy bajo
12	Pasamanos de terraza	evaluar modificación	0.3	0.7	15	3.15	muy bajo
13	Compresores	no existe	0.3	0.7	15	3.15	muy bajo
14	Fabridarm/bolsas de aire	no existe	0.3	0.1	15	0.45	muy bajo
15	Cremalleras de compuerta	evaluar guarda de seguridad	6	0.1	50	30	medio
16	Tapas metálicas en el piso	evaluar si es espacio confinado	0.3	0.7	50	10.5	bajo
17	Inundación	plan de evacuación	0.3	1	30	9	muy bajo
18	Techo de lámina	plan de evacuación	2	1	15	30	medio
19	Techo de lámina	mantenimiento de costaneras	2	1	15	30	medio

Elaborado por: _____ Luis García
 Nombre del líder del grupo

Revisado por: _____ Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Evaluación en subestación:

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Subestación*

Sub Área: *Subestación*

EVALUACIÓN DE RIESGOS

No.	Descripción del peligro/riesgo	Control existente	Prob.	Exp.	Sev.	MR	C. riesgo
1	Ruido	Normas de trabajo (EPP)	0.3	0.7	5	1.05	muy bajo
2	Suelo de pedrín	mantenimiento a suelo	2	1	5	10	bajo
3	Electrocución	evaluación para espacio conf	0.3	0.7	15	3.15	muy bajo
4	Área aislada	mantenimiento a perímetro	0.3	1	15	4.5	muy bajo
5	Ventiladores	evaluar guarda de protección	2	1	5	10	bajo
6	Ventiladores	evaluar guarda de protección	2	0.3	5	3	muy bajo
7	Derrumbes	plan de evacuación	2	0.7	15	21	medio
8	Área de flipones	no existe	2	0.7	15	21	medio
9	Temperatura Ambiente	no existe	2	0.7	30	42	medio
10	Trabajo en altura	evaluación para espacio conf	2	0.7	30	42	medio
11	Protección personal	Normas de trabajo (EPP)	0.3	1	50	15	bajo

Elaborado por: Luis García
Nombre del líder del grupo

Revisado por: Ing. Miguel Ulloa
Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Evaluación en talleres de servicio:

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Talleres de servicio*

Sub Área:

EVALUACIÓN DE RIESGOS							
No.	Descripción del peligro/riesgo	Control existente	Prob.	Exp.	Sev.	MR	C. riesgo
1	Equipo de soldadura	Uso de EPP	2	1	15	30	medio
2	Fallas del equipo de soldadura	Inspecciones y mantenimiento prev	2	0.1	5	1	muy bajo
3	Cilindros de oxígeno, acetileno	Manejo adecuado de cilindros	2	1	15	30	medio
4	Cilindros de oxígeno, acetileno	Manejo adecuado de cilindros	2	1	15	30	medio
5	Cilindros de oxígeno, acetileno	Manejo adecuado de cilindros	2	1	15	30	medio
6	Generación de humo x soldadura	Uso de EPP, ventilación de área	2	1	5	10	bajo
7	Pulidora	Uso de EPP	2	1	15	30	medio
8	Pulidora	Uso de EPP	2	1	15	30	medio
9	Ruptura de disco	Inspecciones y mantenimiento prev	2	0.1	50	10	bajo
10	Ruptura de disco	Inspecciones y mantenimiento prev	2	0.1	50	10	bajo
11	Esmeril	Uso de EPP	2	1	15	30	medio
12	Corto circuito equipos del área	Uso de extintores	2	0.1	15	3	muy bajo
13	Corto circuito equipos del área	Mantenimiento preventivo	2	0.1	15	3	muy bajo
14	Corto circuito equipos del área	Uso de EPP, ventilación de área	2	0.1	15	3	muy bajo
15	Partes cortantes en movimiento	Candado y etiquetado, uso EPP	6	0.1	50	30	medio
16	Generación de desechos metálicos	no existe	2	0.1	15	3	muy bajo
17	Generación de lubricantes usados	no existe, solo se almacenan	0.3	1	30	9	muy bajo
18	Generación de toallas lubricantes	no existe el control	2	1	15	30	medio
19	Proceso de barrenado	Uso de EPP	2	0.7	15	21	medio
20	Manejo de lubricantes	Uso de toallas industriales	0.3	0.7	1	0.21	muy bajo
21	Prensa hidráulica	Uso de EPP	2	0.7	15	21	medio
22	Prensa de banco	Uso de calzado de seguridad	2	0.7	15	21	medio
23	Manejo de cargas pesadas	Uso de EPP y capacitaciones	2	1	15	30	medio

Elaborado por:

Luis García
Nombre del líder del grupo

Revisado por:

Ing. Miguel Ulloa
Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

2.3 Propuesta para implementación de controles apropiados:

Después de las evaluaciones realizadas en cada uno de los puestos de trabajo de la hidroeléctrica Los Esclavos se llega a definir que uno de los problemas que existe es la falta de controles apropiados en algunos puestos para minimizar los riesgos operacionales. Dicha conclusión se da al analizar cada formato de evaluación de riesgos llenado junto con el operador del área y el subjefe de planta.

Además, no existen procedimientos en donde se establezca las operaciones de cada puesto. Tampoco hay registros de incidentes/accidentes que se han dado en la planta. Todo esto ha llevado a definir que es necesario que en la planta haya una persona que se dedique al departamento de seguridad industrial, que pueda capacitar sobre los riesgos que existen, la forma de llevarlos y que también se trabaje en los simulacros de evacuación. Todo esto debe de actualizarse ya que los programas actuales se encuentran un poco obsoletos.

A continuación se presenta el formato propuesto para los controles apropiados sugeridos para cada uno de los riesgos evaluados dentro de la hidroeléctrica Los Esclavos.

Figura 17 Formato utilizado para los controles apropiados

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del área:
Sub área:

CONTROLES APROPIADOS SUGERIDOS				
No.	Descripción del peligro/riesgo	Descripción del riesgo (efecto)	Control existente	Acción requerida

Elaborado por: _____
Nombre del líder del grupo

Revisado por: _____
Jefe de Planta

Fuente: diseño Luis García

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Planta hidroeléctrica Los Esclavos*

Sub Área: *Operaciones*

Hoja 1/4

CONTROLES APROPIADOS SUGERIDOS				
No.	Descripción del peligro/riesgo	Descripción del riesgo (efecto)	Control existente	Acción requerida
1	Calor	enfermedades ocupacionales	Reglas de trabajo	seguimiento a normas de trabajo
2	Iluminación	enfermedades ocupacionales	Reglas de trabajo	seguimiento a normas de trabajo
3	Ruido	enfermedades ocupacionales	uso de protecc personal	uso obligatorio de protectores de oídos
4	Shock eléctrico	riesgo de electrocución	no existe	implementación espacio confinado
5	Tubería	golpe en la cabeza	uso de casco	seguimiento a uso de casco
6	Estructura metálico	golpe en la cabeza	uso de casco	seguimiento a uso de casco
7	piso	caída o tropezón	control de fuga en tubería	reparación o cambio de sellos en bombas de agua
8	Fuga en tubería	generación de desperdicio	control de fuga en tubería	reparación o cambio de sellos en bombas de agua
9	Derrame de aceite	degradación del ambiente	uso de toallas industriales	manejo de lubricantes usados
10	Derrame de agua en piso	caída o tropezón	inspecciones de tuberías	reparación o cambio de sellos en bombas de agua
11	Corto circuito x fuga	riesgo de electrocución	no existe	reparación o cambio de sellos en bombas de agua
12	Escalera	caída	Reglas de trabajo	uso de avisos de precaución
13	Puerta de piso	caída si puerta está abierta	uso de etiquetado	uso de avisos de precaución
14	Piso de metal	caída por piso resbaloso	uso de etiquetado	uso de avisos de precaución
15	Compuerta de hierro	golpe por descuido	uso de etiquetado	avisos de precaución y circulación de área de trabajo
16	Grúa / polipasto	golpe por caída de grúa	inspecciones de rutina	seguimiento a inspecciones
17	Compuertas	daño al equipo	inspecciones de rutina	seguimiento a inspecciones
18	Caída de llaves	golpe a personal plantas bajas	cambio de piso de rejilla	acción no necesaria
19	Inundación	tormentas tropicales	plan de evacuación	realizar simulacros de evacuación
20	Polipasto	Caída de polipasto en operador	inspecciones de mantenimiento	seguimiento a inspecciones de mantenimiento
21	Polipasto	Rotura debido a la caída	inspecciones de mantenimiento	seguimiento a inspecciones de mantenimiento
22	Rieles metálicos	Generación de óxido	mantenimiento de pintura	pintar rieles con anticorrosivo
23	Rieles metálicos	Golpe de operador con rieles	procedimiento de trabajo	revisar procedimiento de operación
24	Animales / Serpientes	Picadura o mordedura	equipo de protección	Crear botiquin primeros auxilios y capacitación de los mismos
25	Animales / Serpientes	Impacto en fauna	no existe	sin consecuencia alguna

Elaborado por:

 Luis García
 Nombre del líder del grupo

Revisado por:

 Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Planta hidroeléctrica Los Esclavos*

Sub Área: *Operaciones*

Hoja 2/4

CONTROLES APROPIADOS SUGERIDOS				
No.	Descripción del Peligro/Riesgo	Descripción del Riesgo (efecto)	Control Existente	Acción Requerida
26	Iluminación	No se mira equipo para operar	mantenimiento eléctrico	Aumentar lámparas en el área
27	Iluminación	Enfermedad ocupacional	mantenimiento eléctrico	Aumentar lámparas en el área sin consecuencia por nivel de ruido
28	Ruido	Enfermedad ocupacional	protección auditiva	
29	Piso mojado por lluvia	Golpe por caída en el piso	no existe	Colocar piso antideslizante sin consecuencia por probabilidad de que suceda
30	Piso mojado por lluvia	Humedad sobre equipo eléctrico	mantenimiento eléctrico	revisar procedimiento de operación
31	Rastrillo	Golpe con el rastrillo al operar	procedimiento de trabajo	seguimiento a mantenimiento mecánico y sus inspecciones
32	Rastrillo	Caída de rastrillo	mantenimiento de cables	seguimiento a inspecciones de mantenimiento
33	Compuertas	Riesgo de caída sobre operado	mantenimiento de compuertas	seguimiento a inspecciones de mantenimiento
34	Compuertas	Deterioro al caerse	mantenimiento de compuertas	rotular con aviso de lugar peligroso
35	Canal abierto	Riesgo de caída en canal	protección con malla	
36	Sedazo de fosas	Riesgo de caída en fosa	mantenimiento a malla	reparación de malla
37	Motorreductores	Riesgo de atrapamiento	no existe protección	diseñar guarda de protección
38	Motorreductores	Rotura de piezas metálicas	mantenimiento a motorreductor	seguimiento a inspecciones de mantenimiento
39	Botones mal protegidos	Riesgo de shock eléctrico	mantenimiento eléctrico	capacitación sobre manejo de dispositivos eléctricos
40	Botones mal protegidos	Corto circuito en policastos	mantenimiento eléctrico	reparación por parte de mantenimiento
41	Inundación	Corto circuito en maquinaria	plan de evacuación	seguimiento a simulacros de evacuación
42	Rastrillos de limpieza	golpe por falla de rastrillo	procedimiento de operación	revisar procedimiento de operación
43	Rastrillos de limpieza	rotura de mecanismo	mantenimiento de cables	seguimiento a inspecciones de mantenimiento
44	Polipasto eléctrico	shock eléctrico	no existe	capacitación sobre manejo de dispositivos eléctricos
45	Polipasto eléctrico	rotura de cable	mantenimiento de cables	seguimiento a inspecciones de mantenimiento
46	Gradas de metal	caída por resbalón	no existe	Colocar piso antideslizante
47	Extracción de basura	contaminación respiratoria	protección respiratoria	normas de trabajo en protección personal
48	Extracción de basura	contaminación ambiental	no existe	sin consecuencia por probabilidad de que suceda
49	Panales de abejas	riesgo de picadura	no existe	primeros auxilios referentes al tema de abejas
50	Serpientes	riesgo de picadura/mordedura	no existe	primeros auxilios referentes al tema picadura de serpientes

Elaborado por:

Luis García
Nombre del líder del grupo

Revisado por:

Ing. Miguel Ulloa
Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Planta hidroeléctrica Los Esclavos*

Sub Área: *Operaciones*

Hoja 3/4

CONTROLES APROPIADOS SUGERIDOS				
No.	Descripción del Peligro/Riesgo	Descripción del Riesgo (efecto)	Control Existente	Acción Requerida
51	Exceso de basura	contaminación ambiental	no existe	crear sistema de extracción de basura
52	Pasamanos de gradas	caída por resbalón	evaluar modificación	no necesaria la modificación por acceso restringido
53	Pasamanos de terraza	caída por resbalón	evaluar modificación	no necesaria la modificación por acceso restringido
54	Compresores	daño por inundación	no existe	plan de mantenimiento correctivo tras inundación
55	Fabridarm/bolsas de aire	daño por exceso de basura	no existe	revisar plan de mantenimiento de las bolsas de aire
56	Cremalleras de compuerta	riesgo de atrapamiento	evaluar guarda de seguridad	diseñar guarda de protección
57	Tapas metálicas en el piso	caída por resbalón	evaluar si es espacio confinado	etiquetado de área de trabajo
58	Inundación	riesgo de ahogamiento	plan de evacuación	evaluar plan de simulacros de evacuación
59	Techo de lámina	colapso por lluvia en exceso	plan de evacuación	cambio o reparación de techo de lámina
60	Techo de lámina	caída sobre operadores	mantenimiento de costaneras	cambio o reparación de techo de lámina
61	Ruido	enfermedad ocupacional	Normas de trabajo (EPP)	no necesaria por nivel de ruido
62	Suelo de piedrín	poco piedrín, resbalón por agua	mantenimiento a suelo	establecer subestación como espacio confinado
63	Electrocución	trabajo con alta tensión	evaluación para espacio conf	reparación de valla perimetral
64	Área aislada	perímetro deteriorado	mantenimiento a perímetro	reparación de valla perimetral
65	Ventiladores	ventiladores sin guarda protecc	evaluar guarda de protección	diseñar guarda de protección
66	Ventiladores	ventiladores sin guarda protecc	evaluar guarda de protección	diseñar guarda de protección
67	Derrumbes	subestac en área de derrumbe	plan de evacuación	seguimiento a simulacros de evacuación
68	Área de flipones	falta de candado y etiquetado	no existe	capacitación e implementación de candado y etiquetado
69	Temperatura Ambiente	insolación por alta temperatura	no existe	no necesaria por probabilidad de falla
70	Trabajo en altura	caída en trabajo en altura	evaluación para espacio conf	capacitación e implementación de trabajo seguro en alturas
71	Protección personal	uso de equipo de protección	Normas de trabajo (EPP)	Normas de trabajo EPP
72	Equipo de soldadura	Quemaduras	Uso de EPP	Normas de trabajo EPP
73	Fallas del equipo de soldadura	Daños equipo, interrupciones	inspecciones y mantenimiento preventivo	inspecciones y mantenimiento preventivo
74	Cilindros de oxígeno, acetileno	Incendio, contaminac de humo	Manejo adecuado de cilindros	Normas de trabajo EPP
75	Cilindros de oxígeno, acetileno	Quemaduras dif intensidades	Manejo adecuado de cilindros	capacitación sobre manejo adecuado de cilindros de gas

Elaborado por:

Luis García
Nombre del líder del grupo

Revisado por:

Ing. Miguel Ulloa
Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

HIDROELÉCTRICA LOS ESCLAVOS
 DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO USAC

Nombre del Área: *Planta hidroeléctrica Los Esclavos*

Sub Área: *Operaciones*

Hoja 4/4

CONTROLES APROPIADOS SUGERIDOS				
No.	Descripción del Peligro/Riesgo	Descripción del Riesgo (efecto)	Control Existente	Acción Requerida
76	Cilindros de oxígeno, acetileno	Destrucción y daños al equipo	Manejo adecuado de cilindros	capacitación para manejo adecuado de gases
77	Generación de humo x soldadura	Inhalación de gases tóxicos	Uso de EPP, ventilación de área	capacitación para manejo adecuado de gases
78	Pulidora	Cortaduras en manos	Uso de EPP	utilizar rótulos de prevención
79	Pulidora	Esquirlas en ojos, cara y manos	Uso de EPP	utilizar rótulos de prevención
80	Ruptura de disco	Cortaduras y lesiones graves	Inspecciones y mantenimiento prev	reforzar uso de EPP
81	Ruptura de disco	Daños al equipo, interrupciones	Inspecciones y mantenimiento prev	reforzar uso de EPP
82	Esmeril	Esquirlas en ojos, cara y manos	Uso de EPP	Inspecciones de mantenimiento capacitación para uso de
83	Corto circuito equipos del área	Quemaduras	Uso de extintores	extintores
84	Corto circuito equipos del área	Destrucción y daños al equipo	Mantenimiento preventivo	capacitación para uso de extintores
85	Corto circuito equipos del área	Contaminación con humo	Uso de EPP, ventilación de área	capacitación en primeros auxilios
86	Partes cortantes en movimiento	Lesiones en manos, corte, etc	Candado y etiquetado, uso EPP	implementación de candado y etiquetado
87	Generación desechos metálicos	Oxidos contaminantes	no existe	Separación de desechos metálicos implementar reuso
88	Generación de lubricantes usados	Contaminación de suelo y agua	no existe, solo se almacenan	Concientización sobre uso adecuado de estos desechos
89	Generación de toallas c/lubricantes	Contaminación / incendio	no existe el control	Concientización sobre uso adecuado de estos desechos
90	Proceso de barrenado	Desprendimiento de viruta	Uso de EPP	reforzar uso de EPP
91	Manejo de lubricantes	Daños en la piel x irritación	Uso de toallas industriales	Concientización sobre uso adecuado de estos desechos
92	Prensa hidráulica	Golpes x piezas sueltas	Uso de EPP	reforzar uso de EPP
93	Prensa de banco	Golpes x caída de piezas	Uso de calzado de seguridad	reforzar uso de EPP
94	Manejo de cargas pesadas	Daños en la espalda y articulac	Uso de EPP y capacitaciones	reforzar uso de EPP

Elaborado por:

 Luis García
 Nombre del líder del grupo

Revisado por:

 Ing. Miguel Ulloa
 Subjefe

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

2.4 Propuesta para la administración de la salud, seguridad y medio ambiente:

A continuación se presenta el diseño administrativo, comenzando por la estructura administrativa y luego con la metodología de identificación y control de riesgos dentro de la planta hidroeléctrica Los Esclavos.

2.4.1 Estructura del departamento

Se presenta una breve descripción de las necesidades de personal para la sección que administrará el sistema, además de describir su estructura administrativa, también se establecen los objetivos a corto mediano y largo plazo.

Para que el área sea eficiente y productiva, debe tener la calidad de personal adecuado. En el área hay tres áreas importantes a cubrir, las cuales son:

- El área administrativa
- La supervisión de la salud y seguridad
- La supervisión del medio ambiente

Para el área administrativa se ha pensado en la persona de la subjefatura de la planta, y una persona que pueda realizar la supervisión de la salud y seguridad y la supervisión del medio ambiente. Por lo tanto se necesita de una persona más para integrar el área de salud, seguridad y ambiente.

2.4.2 Funciones del gerente de salud

Objetivo: planear, organizar, dirigir y controlar la marcha administrativa y técnica del área de salud, seguridad y medio ambiente, además de velar por el cumplimiento de las políticas de la empresa.

Funciones principales:

- Formula y propone a la gerencia general nuevas técnicas para la identificación de riesgos a la salud, seguridad y medio ambiente.
- Planifica, organiza, coordina y controla programas de capacitación hacia los empleados sobre riesgos a la salud, seguridad y medio ambiente.
- Organiza y coordina programas de capacitación referentes a otras áreas.
- Formula, propone y controla el presupuesto asignado.
- Asiste la evaluación del plan estratégico de la planta.

Relaciones: con todos los departamentos de la empresa y todas aquellas instituciones o empresas que requiera para desarrollar las tareas que tiene encomendadas.

Responsabilidad: la administración de los recursos del área de salud, seguridad y ambiente, para el logro de los objetivos de la empresa.

2.4.3 Funciones del supervisor de salud, seguridad y ambiente:

Objetivo: supervisar el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos por parte de la empresa, e identificar cualquier riesgo a la salud de los trabajadores y normas del cuidado del medio ambiente, que rigen a la empresa.

Funciones principales:

- Supervisa y analiza que las actividades y condiciones de la planta estén dentro de las normas y cumpliendo con los procedimientos de seguridad.
- Supervisa que la planta este operando bajo las normas y procedimientos que la ley exige, tomando muestras de agua residuales y enviándolas a laboratorio para ver que no haya contaminación.
- Propone mejoras al desarrollo de las actividades y condiciones de la planta para que se lleven a cabo de la manera más segura y que además no ocasionen ningún daño al medio ambiente.
- Audita las condiciones de la planta además de emitir un dictamen sobre las condiciones de la planta y cualquier imprevisto daño al medio ambiente.
- Elaborar informes mensuales sobre las condiciones de la planta y cualquier imprevisto que se halla suscitado o que pudo haber dañado al medio ambiente.
- Coordina, dirige y controla las actividades de capacitación sobre salud, seguridad y ambiente.
- Investiga e informa de cualquier accidente y/o condición peligrosa que sea identificada.

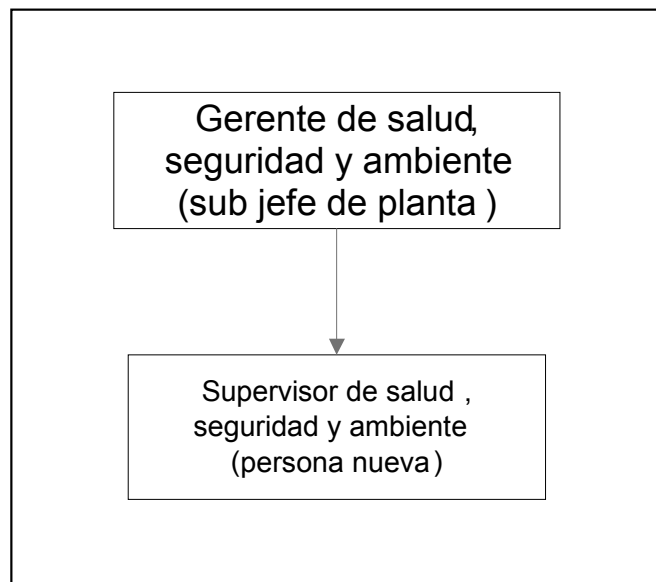
- Coordina y supervisa al personal subcontratado que ingresa a la planta.
- Establece una comunicación profesional y cordial con los demás departamentos.

Relaciones: con todas las instancias de la organización y con todas aquellas instituciones o empresas que requiera para desarrollar las tareas que tiene encomendadas.

Responsabilidad: supervisión del área de salud, seguridad y medio ambiente.

El tipo de organigrama del departamento propuesto va de acuerdo al tipo de organización que es del tipo funcional. En la figura 18 se describe el organigrama propuesto.

Figura 18 Organigrama del área de salud, seguridad y ambiente



Fuente: Propuesta diseño Luis García

2.4.4 Importancia del área de salud, seguridad y ambiente dentro de la planta:

El papel que juega el área de salud, seguridad y ambiente dentro de la empresa es muy importante para lograr los objetivos estratégicos. La percepción que se debe tener es la de evitar costos a la empresa y no la de una fuente de estos. El evitar costos a la empresa es parte preponderante del departamento, el afán de evitar daños físicos a las personas, máquinas y equipos, así como evitarse multas y penalizaciones por daños al medio ambiente, son sus principales objetivos.

No todas las empresas tienen este pensamiento y a veces esta es razón para que algunas quiebren por problemas operativos, de mantenimiento o legales. La principal meta del área es mostrarle a la empresa lo importante que es dentro de su estructura y su funcionamiento, y los resultados futuros son los que demostrarán su importancia y además ayudaran a su desarrollo dentro de la empresa.

Con los buenos resultados, la empresa invertirá más en capacitaciones, investigaciones y desarrollo de nuevas tecnologías, además de nuevas técnicas y herramientas de mejoramiento.

2.5 Propuesta para condiciones inseguras de trabajo:

Formato de registro: cuando algún operador o el supervisor de salud, seguridad encuentra una condición insegura se propone este formato que consta de las siguientes partes:

- Encabezado. Se debe especificar el nombre de quien realiza la inspección, la fecha y hora de inicio como de finalización de la inspección, así como el área

y/o equipo a inspeccionar, el número de correlativo de la auditoria y la cantidad de hojas usadas para la inspección.

- No. Correlativo. Se coloca para tener en cuenta el número de condiciones inseguras registradas.
- Elemento. Aquí se registra el elemento que tiene que ver directamente con la condición insegura, por ejemplo, una guarda rota.
- Estado. En esta columna se indica el estado en que se encuentra el elemento, por ejemplo: rajada con fuga, etc.
- Riesgo. Se coloca el riesgo o riesgos que puede provocar el estado del elemento, ejemplo: quemaduras, explosión, etc.
- Probabilidad, exposición y consecuencia. Aquí se colocan los códigos o las letras con las que se identifican las ponderaciones que se le da a cada factor.
- Grado de peligrosidad. En esta columna se coloca el resultado de la suma de las ponderaciones de los factores de probabilidad, exposición y consecuencia.
- Clasificación. Se coloca de acuerdo al resultado del grado de peligrosidad, verificando en los rangos, la clase de peligro
- Acción a tomar. Se especifica la acción a tomar para la eliminación de la condición insegura.
- Corregida. Esta columna se utiliza para registrar si una condición que ya fue registrada y reportada no ha sido corregida. Si la condición es nueva no se debe de llenar.
- Responsable. Se coloca quien es el responsable de corregir la condición insegura.

Las inspecciones se deben realizar por lo menos una vez por semana en cada área de la planta. En la figura 19 se muestra el formato propuesto.

2.6 Principales causas para detener la producción

Por lo general se da una interrupción de operaciones cuando existe una adición a las interacciones de personal, equipo, materiales, medio ambiente; el equipo de evaluación de riesgos debe considerar las posibles interrupciones al negocio o a las operaciones que pueden ser causadas por eventos no intencionados. Lo siguiente debe ser considerado:

Tabla V Posibles causas de interrupción de operaciones

Peligros naturales	Explosiones y fuego
1) Fuertes vientos 2) Tormentas, enlodamiento, rayos 3) Temblores, derrumbes 4) Frío extremo, nieve, hielo 5) Calor extremo	1) Gas y líquidos inflamables 2) Combustibles arreglados 3) Combustibles temporales (almacenaje temporal) 4) Eventos ocurridos en propiedades cercanas
Falla de servicios	Falla de proveedores
1) Electricidad, teléfono 2) Gas, vapor, combustible 3) Agua 4) Aire comprimido	1) Falla en su desempeño 2) No proveen 3) Trabajadores del proveedor en huelga 4) Terminación de contrato, fallas
Actos deliberados	Asuntos legales
1) Sabotaje 2) Vandalismo 3) Robo 4) Huelgas	1) Permisos ambientales 2) Permisos de fuego 3) Permisos de operación
Falla de equipo	Pérdida de materiales
1) Electrónica 2) Mecánica 3) Corrosión, erosión 4) Desgaste 5) Falla en el sistema de cómputo 6) Falla en el sistema de comunicaciones	1) Materiales sin procesar 2) Productos terminados 3) Productos empacados

Fuente: Manual Sigssa PMI

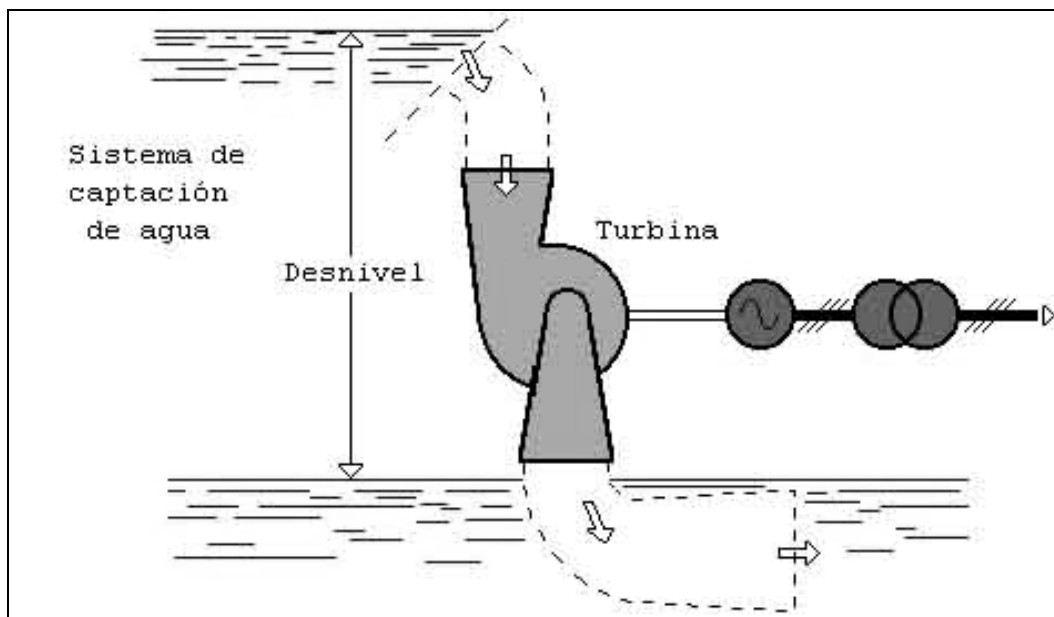
3 FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1. Central hidroeléctrica Los Esclavos

3.1.1. Tipo de central hidroeléctrica

La función principal de la hidroeléctrica Los Esclavos es utilizar la energía potencial del agua almacenada en su embalse y convertirla, primero en energía mecánica y luego en energía eléctrica. El esquema de la central hidroeléctrica Los Esclavos puede representarse así:

Figura 20 Esquema de central hidroeléctrica



Fuente: <http://www.inde.gob>

El sistema de captación de agua en la hidroeléctrica Los Esclavos provoca un desnivel que origina una cierta energía potencial acumulada. El paso del agua por la turbina desarrolla en la misma un movimiento giratorio que acciona el alternador y produce la corriente eléctrica.

Las ventajas que se lograron investigar de la central hidroeléctrica Los Esclavos son las siguientes:

- ✓ La planta no requiere combustible, sino que usa una forma renovable de energía, constantemente repuesta por la naturaleza de manera gratuita a través del río Los Esclavos.
- ✓ Es limpia, pues no contamina ni el aire ni el agua.
- ✓ La planta puede combinarse con otros beneficios, como riego, protección contra inundaciones como el ocurrido recientemente con la tormenta Aghata (finales de mayo 2010) en donde se pudo desfogar el cauce del río a fin de que minimizar los daños causados a la población cercana.
- ✓ Los costos de mantenimiento y explotación son relativamente bajos.
- ✓ Las turbinas utilizadas en la hidroeléctrica Los Esclavos son catalogadas como máquinas sencillas, eficientes y seguras, que pueden ponerse en marcha y detenerse con rapidez y requiere poca vigilancia siendo sus costos de mantenimiento, por lo general, reducidos.

Contra las ventajas descritas anteriormente deben señalarse ciertas desventajas que presenta la hidroeléctrica Los Esclavos:

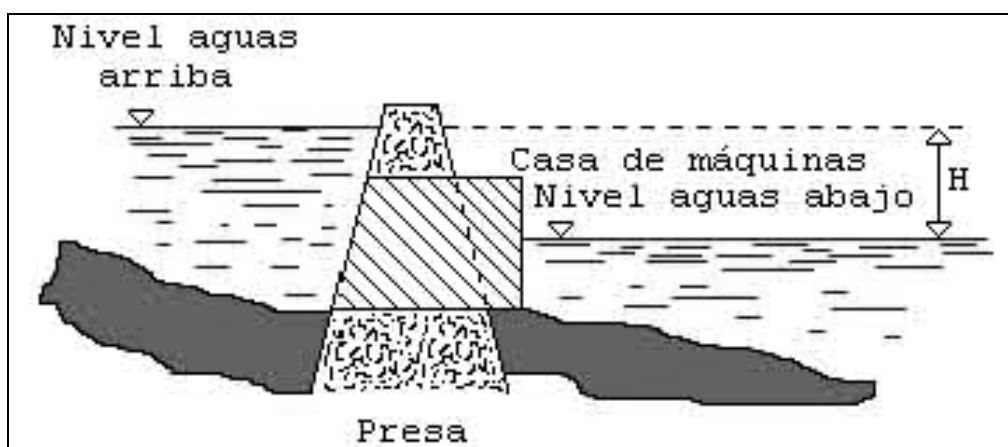
- ✓ Los costos de capital por kilovatio instalado son con frecuencia altos.
- ✓ El emplazamiento, determinado por características naturales, está lejos del centro o centros de consumo.

- ✓ Por lo general cualquier modificación en construcción es de largo tiempo comparado con una central termoeléctrica.
- ✓ La disponibilidad de energía por lo general siempre fluctúa de entre estaciones del año.

3.1.1.1 Embalse de reserva de la planta Los Esclavos

En la planta hidroeléctrica Los Esclavos se embalsa un volumen considerable de líquido “aguas arriba” de las turbinas tipo Francis de eje vertical, esto es posible gracias a las presas construidas para tal fin. El embalse permite graduar la cantidad de agua que pasa por las turbinas. Del volumen embalsado depende la cantidad que puede hacerse pasar por las turbinas. Centrales con almacenamiento de reserva exigen por lo general una inversión de capital mayor, pero en la mayoría de casos permiten usar toda la energía posible y producir kilovatios-hora más baratos.

Figura 21 Esquema de una presa de embalse

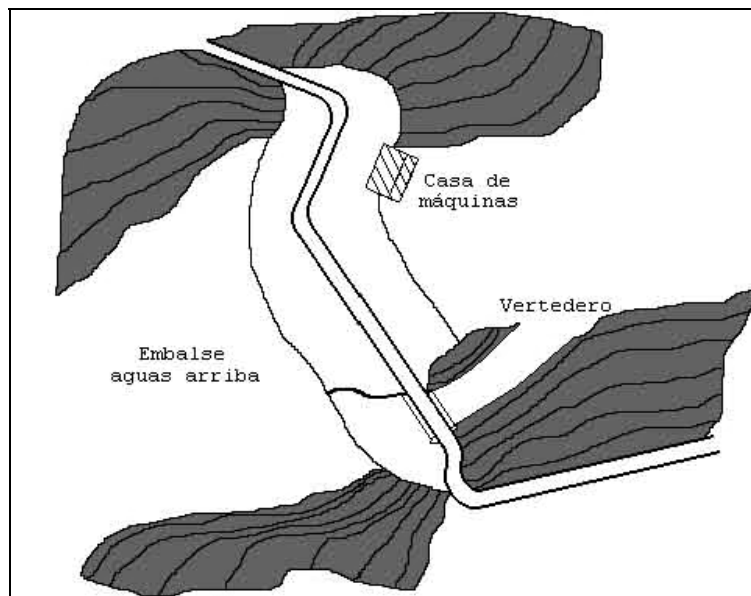


Fuente: <http://www.inde.gob>

3.1.1.2 A pie de presa

Es una de las variantes que puede existir de hidroeléctrica, en este tipo el desnivel obtenido es de carácter mediano.

Figura 22 Casa de máquinas al pie de la presa



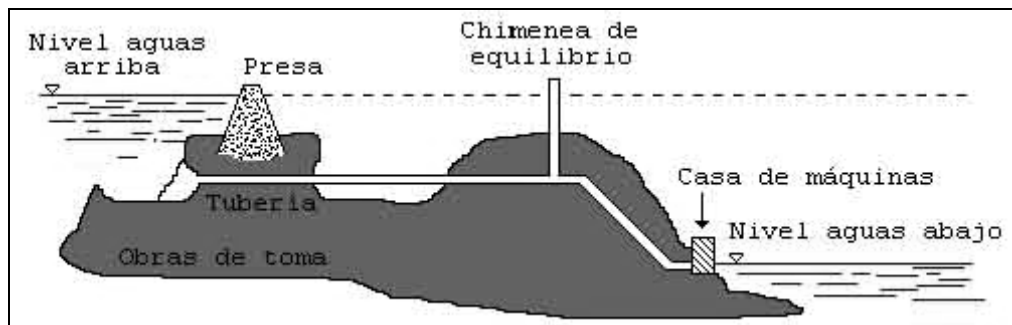
Fuente: <http://www.inde.gob>

3.1.1.3 Aprovechamiento por derivación del agua en planta Los Esclavos

La planta hidroeléctrica Los Esclavos puede decirse que tiene aprovechamiento por derivación del agua, ya que el lugar es apropiado por la topografía del terreno, se ubica la otra de toma de agua, y el líquido se lleva por medio de canales hasta las proximidades de la casa de máquinas.

Allí se encuentra instalada la chimenea de equilibrio, a partir de la cual la conducción tiene un declive más pronunciado, para ingresar finalmente a la casa de máquinas. La chimenea de equilibrio es un simple conducto vertical que asegura al cerrar las válvulas de la central, que la energía cinética que tiene el agua en la conducción, se libere en ese elemento como un aumento de nivel y se transforme en energía potencial.

Figura 23 Esquema de uso derivación de agua



Fuente: <http://www.inde.gob>

3.1.2. Central hidroeléctrica de bombeo

Las centrales hidroeléctricas de bombeo son un tipo especial de centrales hidroeléctricas que posibilitan un empleo más racional de los recursos hidráulicos de un país.

Disponen de dos embalses situados a diferente nivel. Cuando la demanda de energía eléctrica alcanza su máximo nivel a lo largo del día, las centrales de bombeo funcionan como una central convencional generando energía.

Al caer el agua, almacenada en el embalse superior, hace girar el rodete de la turbina asociada a un alternador.

Después el agua queda almacenada en el embalse inferior. Durante las horas del día en la que la demanda de energía es menor el agua es bombeada al embalse superior para que pueda hacer el ciclo productivo nuevamente.

Para ello la central dispone de grupos de motores-bomba o, alternativamente, sus turbinas son reversibles de manera que puedan funcionar como bombas y los alternadores como motores.

3.1.3 Principales componentes de la central hidroeléctrica Los Esclavos

3.1.3.1 La presa

En toda estructura de una Central Hidroeléctrica, se cuenta con una presa, la cual tiene como finalidad el almacenamiento del agua. Existen diferentes tipos y diseños de presa, los cuales dependen de las necesidades y exigencias de la central en la etapa de diseño. En el caso particular de la central hidroeléctrica Los Esclavos la presa cuenta con núcleo central de arcilla, ésta permite almacenar aproximadamente 225,000 m³, con este volumen es posible tener una regulación diaria del embalse y en inviernos es posible trabajar a filo del agua.

La presa tiene 225 metros de largo por 25 de ancho en la base. Altura en la parte central del vertedero hasta la cota de 213 y sobre el se instaló la

presa de goma o tubo inflable de 2 metros de diámetro para elevar la altura de embalse a 215 m. Alimentación alternativa de los órganos de descarga, dos presas de goma tipo FABRIC DAM infladas con aire para la regulación del nivel de la presa, las cuales en caso de emergencia se pueden desinflar dando paso a crecidas para la protección de la presa.

Tabla VI Datos técnicos de la presa hidroeléctrica Los Esclavos

ALTURA MÁXIMA	108m
COTA DE LA CORONA	895 (sobre nivel del mar)
LONGITUD DE LA CORONA	225m
COTA DE CIMENTACIÓN	775m(sobre nivel del mar)
NIVEL MÁXIMO DE OPERACIÓN	850 m(sobre nivel del mar)
NIVEL MINIMO DE OPERACIÓN	840 m(sobre nivel del mar)

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Figura 24 Foto panorámica de la presa hidroeléctrica Los Esclavos



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

3.1.3.2 Los aliviaderos

Los aliviaderos son elementos vitales de la presa que tienen como misión liberar parte del agua detenida sin que esta pase por la sala de máquinas. Se encuentran en la pared principal de la presa y pueden ser de fondo o de superficie.

La misión de los aliviaderos es la de liberar, si es preciso, grandes cantidades de agua o atender necesidades de riego. Los aliviaderos se diseñan para que la mayoría del líquido se pierda en una cuenca que se encuentra a pie de presa, llamada amortiguación. Para el caso de la central hidroeléctrica Los Esclavos, cuenta con compuertas de movimiento traslación recto, construidas en hierro operadas a control manual local y control remoto desde la casa de máquinas, ubicadas en Bocatoma, desfogue, entrada y salida de desarenador, desagüe, desarenador salida de emergencia entre desarenador y embalse de regulación; entrada y salida de embalse de regulación y desagüe embalse de regulación. La estructura y dimensiones corresponden a la siguiente tabla.

Tabla VII Dimensiones y cotas de desfogues hidroeléctrica Los Esclavos

ESTRUCTURAS	DESAGUE DE FONDO I	DESAGUE DE FONDO II
COTA EJE COMPUERTA	709.8m (sobre el nivel del mar)	719.45m (sobre el nivel del mar)
DIMENSIONES COMPUERTA	2.0 x 2.5 m (ancho x altura)	6 x 2.5 m (ancho x altura)
CAPACIDAD MÁXIMA (descarga)	96 m ³ /s	176m ³ /s

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Figura 25 Foto de aliviaderos hidroeléctrica Los Esclavos



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

3.1.3.3 Tomas de agua

Las tomas de agua son construcciones adecuadas que permiten recoger el líquido para llevarlo hasta las máquinas por medio de canales o tuberías, se hallan en la pared anterior de la presa que entra en contacto con el agua embalsada. Estas tomas además de unas compuertas para regular la cantidad de agua que llega a las turbinas, poseen unas rejillas metálicas que impiden que elementos extraños como troncos, ramas, etc. puedan llegar a los alabes y producir desperfectos.

El canal de derivación se utiliza para conducir agua desde la presas hasta las turbinas de la central generadora. Generalmente es necesario hacer la entrada a las turbinas con conducción forzada siendo por ello preciso que exista una cámara de presión donde termina el canal y comienza la turbina. Es bastante normal evitar el canal y aplicar directamente las tuberías forzadas a las tomas de agua de las presas.

El canal de conducción en la hidroeléctrica Los Esclavos se encuentra a continuación del desarenador para conducir el agua al embalse de regulación con una longitud de 1,355 metros, tres metros de alto por tres metros de ancho.

La hidroeléctrica Los Esclavos tiene además el embalse de regulación con una longitud de 150 metros con dos secciones paralelas de seis metros de alto. En este embalse se efectúa una segunda remoción de partículas sólidas. Los rebales son evacuados por una canal hacia el descargadero, el cual lleva las aguas al rebalse del río.

Figura 26 Descargadero hidroeléctrica Los Esclavos



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

El descargadero es una tubería de desfogue que hace la función de aliviadero o descargadero del embalse de regulación.

La tubería de presión es un tubo metálico de 175 metros de largo por 2.50 metros de diámetro, que se bifurca en su base en dos tubos de 1.20 metros de diámetro. La caída total es de 105.3 metros.

Figura 27 Canal de desfogue hidroeléctrica Los Esclavos



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Tabla VIII Medidas de construcción para el canal de aducción

Dimensiones de la compuerta (ancho x altura)	2.5 m x 3.0m
Caudal máximo de conducción	24 m ³ /s
Longitud del tunel	1355 metros
Diámetro	1.20 metros

Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

Figura 28 Canal de derivación o embalse hidroeléctrica Los Esclavos



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

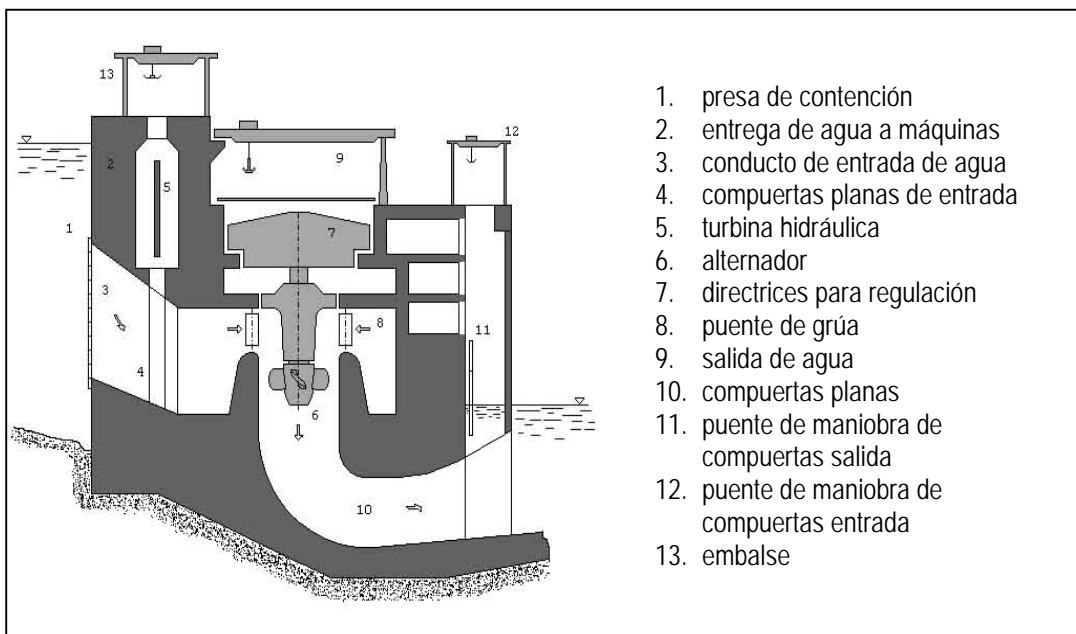
3.1.3.4 Casa de máquinas

Es la construcción en donde se ubican las máquinas (turbinas, alternadores, etc.) y los elementos de regulación y comando. En la figura siguiente tenemos el corte esquemático de una central de caudal elevado y baja caída. La presa comprende en su misma estructura a la casa de máquinas. Se

observa en la figura que la disposición es compacta, y que la entrada de agua a la turbina se hace por medio de una cámara construida en la misma presa. Las compuertas de entrada y salida se emplean para poder dejar sin agua la zona de las máquinas en caso de reparación o desmontajes.

En la hidroeléctrica Los Esclavos, la casa de máquinas se localiza a la orilla del río al final de la tubería de presión, construida desde la cota de 96 metros y con su techo en la cota de 118 metros, consta de piso de generadores, piso de turbinas, nivel de tubos de aspiración y nivel de grúa. Contiguo al edificio de la casa de máquinas el edificio de mando, estructura de concreto, muros de concreto y ladrillo y barro cocido.

Figura 29 Esquema de una Casa de Máquinas



Fuente: Tecnología para centrales Munich Re Group

3.1.3.5 Turbinas hidráulicas

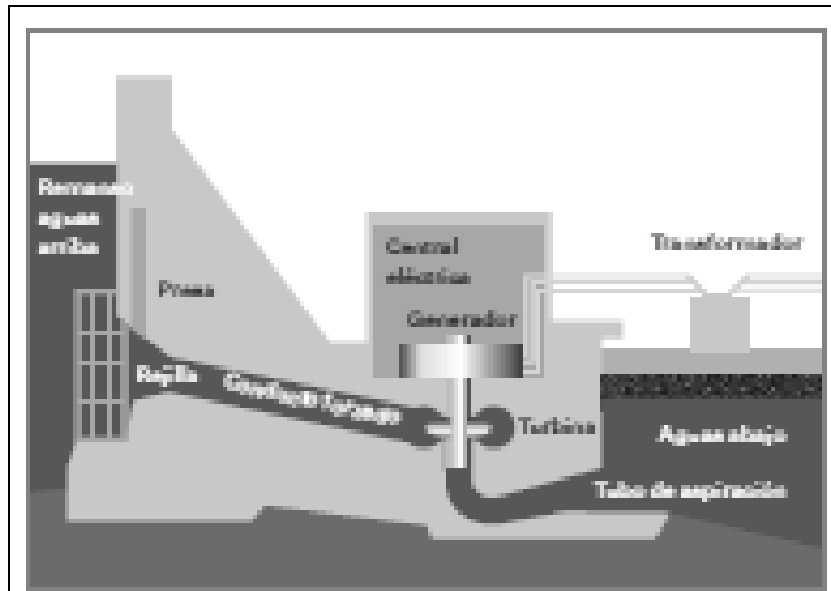
Se utilizan diferentes tipos de turbinas, dependiendo del caudal y del salto. En general, podemos decir que, para caídas altas tendremos altas velocidades de turbina y para caídas bajas, tendremos velocidades bajas por parte de la turbina.

La explotación de la fuerza hidráulica siempre requiere el empleo de una turbina hidráulica. La turbina transforma la energía potencial y cinética en movimientos mecánicos. Si se instala un generador sobre el árbol de la turbina, los movimientos mecánicos se convierten directamente en corriente eléctrica. La potencia $P(W)$ de una turbina hidráulica se determina a partir del producto de la aceleración gravital $g(9.81m/seg^2)$, la densidad del agua $d (kg/m^3)$, la caída de agua $h (m)$, el cauda de la turbina $Q (m^3/seg)$ y el rendimiento $\eta (\%)$

$$P = \eta * d * g * h * Q$$

Esta formula demuestra que un salto alto puede compensar un caudal bajo y viceversa. Ello significa que un volumen de agua relativamente pequeño de un arroyo en la montaña (que sin embargo puede tener una caída de varios cientos de metros, posiblemente sea capaz de generar mas electricidad que el gran caudal de un río cuyo salto de agua apenas supera la diferencia de altura de una presa. A fin de alcanzar un rendimiento óptimo la turbina debe ser adaptada a los distintos saltos de agua y caudales. Es decir, una central de alta presión en las montañas necesita otra turbina que una central de agua fluyente a orillas de un río. Las turbinas hidráulicas pueden ser turbinas de reacción y turbinas de chorro libre, según la característica de la presión en el rodete.

Figura 30 Esquema de una hidroeléctrica



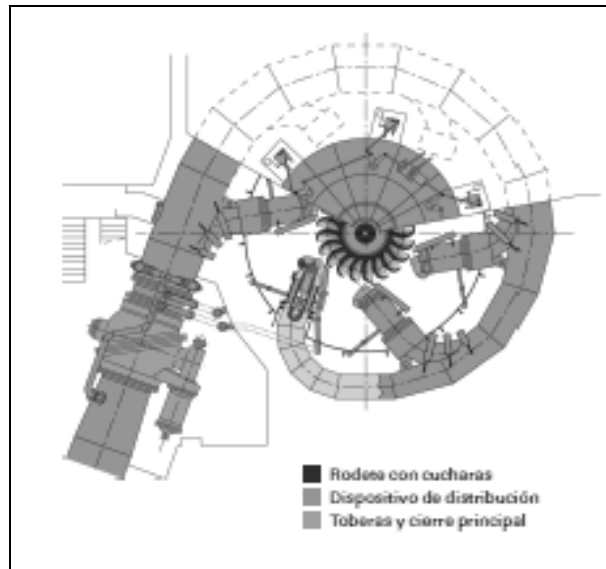
Fuente: Tecnología para centrales Munich Re Group

3.1.3.5.1 Tipos de turbinas

Turbinas Pelton:

La turbina Pelton está compuesta por un disco de rueda que lleva paletas en su circunferencia. Uno o varios chorros de agua golpean estas paletas. Debido a esto, estas turbinas también son conocidas como turbinas de chorro libre. Después que el agua deja las paletas, prácticamente no hay energía cinética y gotea en agua abajo.

Figura 31 Turbina tipo Pelton

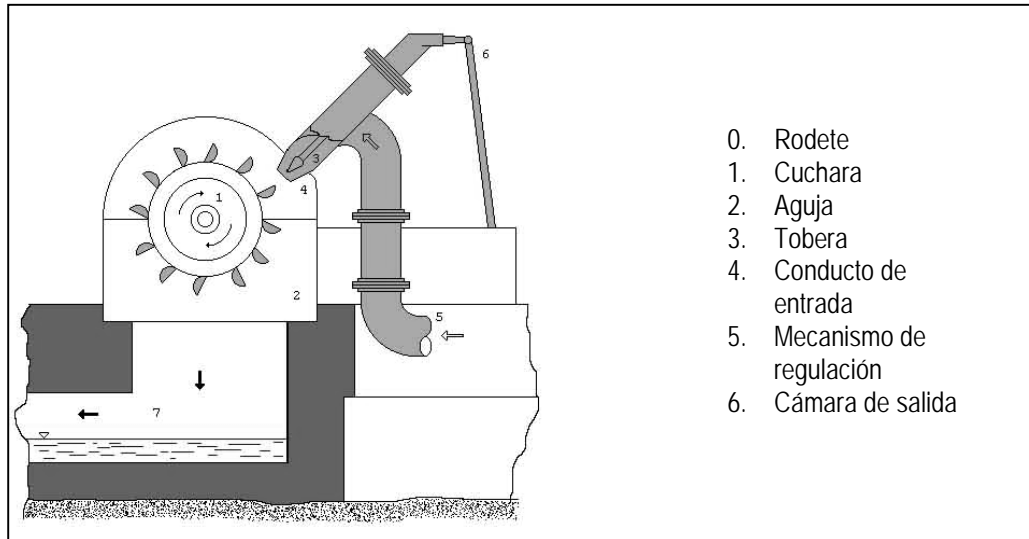


Fuente: Tecnología para centrales Munich Re Group

La aguja de los inyectores se utiliza como un dispositivo regulador y de apagado. El área apropiada para el uso de estas turbinas (pelton) comprende las centrales con caídas más altas (hasta 1900m). Al mismo tiempo debido a su simplicidad, también son utilizadas para las caídas más bajas y caudales bajos.

La velocidad sincrónica típica para las turbinas Pelton es una red de 50 Hz está entre los 100 y 428.6 rpm. La velocidad de disparo para este tipo de turbina es normalmente 1.8 a 1.9 veces la velocidad nominal.

Figura 32 Diagrama de una turbina Pelton

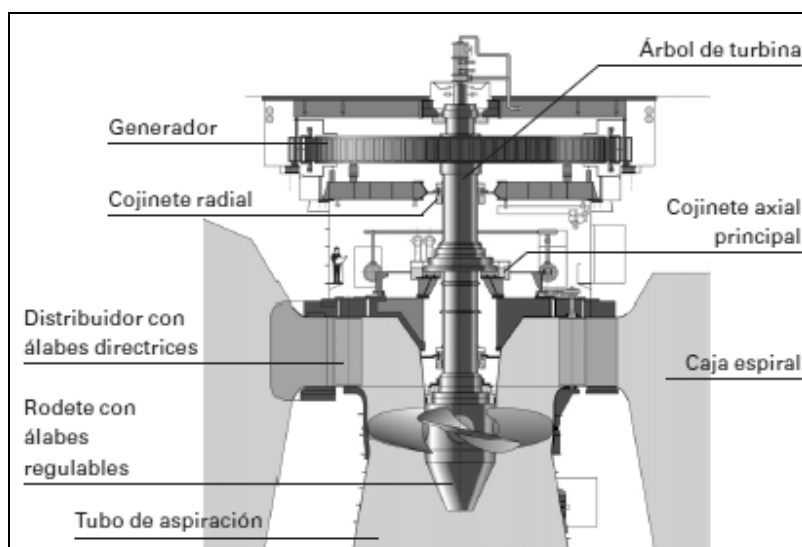


Fuente: Tecnología para centrales Munich Re Group

Turbinas Kaplan:

Tienen solamente ruedas de rodamiento de flujo axial. Este tipo de turbina posee un buen funcionamiento aun en cargas parciales; por lo tanto puede ser fácilmente adaptada a un régimen de agua cambiante. La turbina Kaplan es semejante a una hélice de un barco. Las amplias palas o álabes de la turbina son impulsadas por agua de alta presión liberada por una compuerta. Kaplan es una turbina de hélice con álabes ajustables, de forma que la incidencia del agua en el borde de ataque del álabe pueda producirse en las condiciones de máxima acción, cualesquiera que sean los requisitos de caudal o de carga. Se logra así mantener un rendimiento elevado a diferentes valores de potencia. Característica importantísima para un rotor de hélice, pues es una de las deficiencias más notables que se advierten en las turbo máquinas de hélice de álabe fijo, en las cuales la incidencia del agua sobre el borde de ataque se produce bajo ángulos inapropiados, al variar la potencia dando lugar a separación o choques, que reducen fuertemente el rendimiento de la unidad.

Figura 33 Esquema de una turbina Kaplan



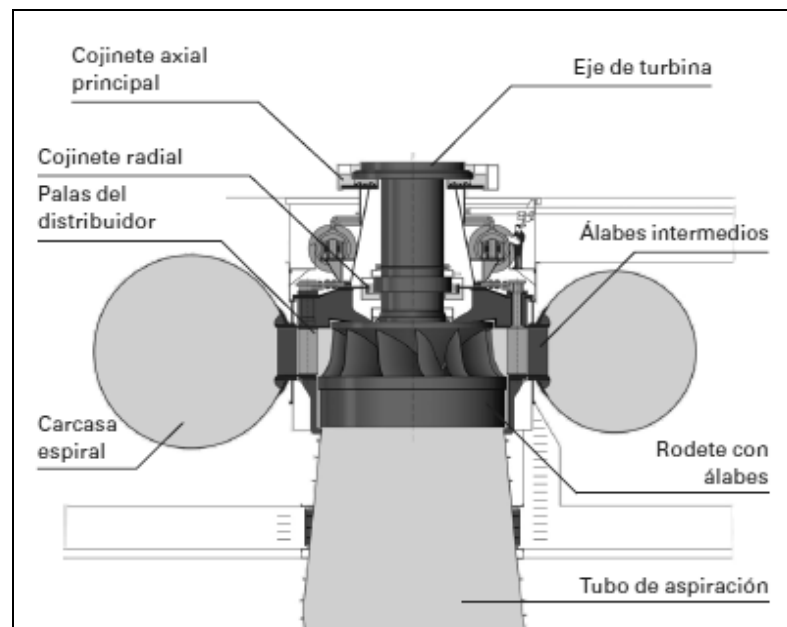
Fuente: Tecnología para centrales Munich Re Group

Turbinas francis:

La turbina Francis es adecuada para las centrales con caídas medias. La turbina Francis es un motor hidráulico de reacción, que se emplea para caudales y alturas medias. El agua procedente de la tubería forzada entra perpendicularmente al eje de la turbina y sale paralela a él. La parte por la que entra el agua en la turbina se denomina “cámara de descarga”. El agua, después de pasar por el rodete, impulsando a este y haciendo girar, sale por un tubo denominado tubo de aspiración. Para regular el caudal de agua que entra en el rodete se utilizan unas paletas directrices situadas en forma circular, y cuyo conjunto se denomina “distribuidor”. Cada una de las paletas directrices se mueve sobre un pivote, de tal forma que llegan a tocarse en la posición de cerrado, en cuyo caso no entra agua en el rodete, y tienen sus caras casi paralelas en la posición de abierto, en cuyo caso el caudal de agua recibido por el rodete es máximo. El conjunto de paletas directrices del distribuidor se

acciona por medio de un anillo móvil, al que están unidas todas las paletas directrices, y este anillo móvil, a su vez está accionado por el regulador de velocidad de la turbina. Una turbina Francis vista desde abajo, donde es el rodete de la turbina, unido al eje de la misma. Las paletas del distribuidor expresan los pivotes sobre los que giran dichas paletas.

Figura 34 Alabes de una turbina Francis



Fuente: Tecnología para centrales Munich Re Group

Turbinas de bombeo:

Las turbinas de bombeo son utilizadas en las centrales donde el bombeo y la generación se realizan con la misma máquina hidráulica.

Las centrales de bombeo son un tipo especial de centrales hidroeléctricas que posibilitan un empleo más racional de los recursos

hidráulicos de un país. Disponen de dos embalses situados a diferente nivel. Cuando la demanda de energía eléctrica alcanza su máximo nivel a lo largo del día, las centrales de bombeo funcionan como una central convencional generando energía. Al caer el agua, almacenada en el embalse superior, hace girar el rodete de la turbina asociada a un alternador. Después el agua queda almacenada en el embalse inferior. Durante las horas del día en la que la demanda de energía es menor el agua es bombeada al embalse superior para que pueda hacer el ciclo productivo nuevamente.

Para ello la central dispone de grupos de motores-bomba o, alternativamente, sus turbinas son reversibles de manera que puedan funcionar como bombas y los alternadores como motores.

3.1.3.5.2 Turbinas utilizadas en hidroeléctrica Los Esclavos

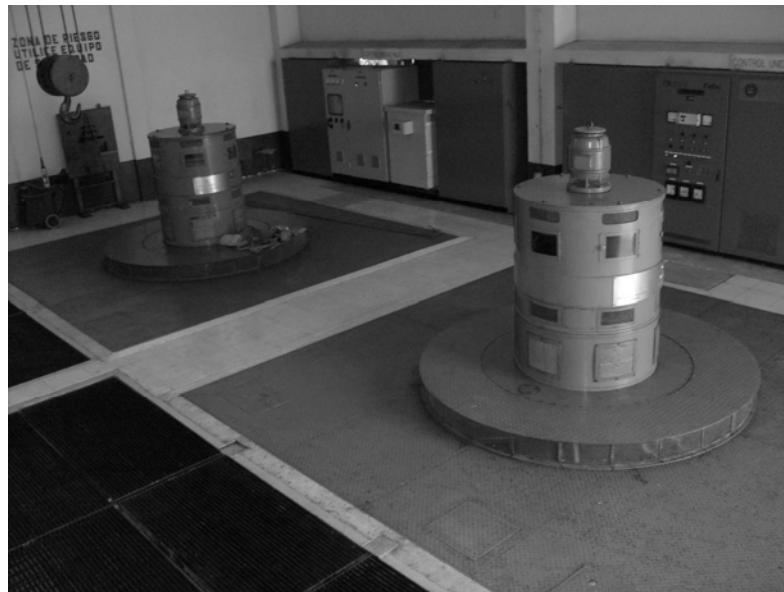
La casa de máquinas está localizada a la orilla del río al final de la tubería de presión, construida desde la cota de 96 metros y con su techo en la cota de 118 metros, consta de piso de generadores, piso de turbinas, nivel de tubos de aspiración y nivel de grúa. Contiguo al edificio de la casa de máquinas el edificio de mando, estructura de concreto, muros de concreto y ladrillo. La hidroeléctrica tiene dos válvulas de mariposa, las cuales son dispositivos que sirven de cierre a la tubería de presión, ancho de 1.2 metros y longitud de 0.62 metros, con acondicionamiento hidráulico.

El equipo electromecánico que tiene la hidroeléctrica Los Esclavos es el siguiente:

- Turbinas dos (2) tipo Francis de eje vertical potencia 7240 KW, 9850 CV.

- Regulador hidráulico de velocidad dos (2) unidades.
- Generadores: dos unidades (2) marca SIEMENS tipo alternado trifásico, asíncrono.
- Excitatriz: dos (2) unidades marca SIEMENS
- Regulador de tensión dos (2) unidades.
- Alternador de péndulo dos (2) unidades.
- Relés de protección.

Figura 35 Turbinas utilizadas en hidroeléctrica Los Esclavos



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

En la subestación elevadora, los generadores están enlazados con el transformador a través de una barra de 6.9 KV, transformador potencia 15,000 KVA. Relación 69,000/6900 V. Las líneas de transmisión son de 69 Kv, longitud de 5.5 Km.

La hidroeléctrica Los Esclavos cuenta con un complejo llamado Colonia del INDE, ubicada en el kilómetro 66 vía a El Salvador rodeada de muro perimetral en concreto y malla. Consta de edificaciones de un nivel en el que funcionan la sede administrativa del EGEE y del ETCEE y vivienda para funcionarios de la entidad.

SERVICIOS DE LA PLANTA:

Electricidad: planta eléctrica de emergencia con capacidad para la colonia, dique, embalse, casa de máquinas.

Agua: nacimiento de agua que se utiliza directamente para enfriamiento en el proceso de generación y luego pasa a tanque de depósito con rebalse y caída a foso anexo a taller de mecánica por medio de motobombas para reciclaje y apoyo en enfriamiento. Para consumo se compra agua purificada en bolsa comercial.

Combustibles: gasolinera privada frente a la colonia del INDE que abastece de gasolina y diesel a vehículos y equipos de la empresa.

Puente grúas: la casa de máquinas está provista de un puente grúa móvil de 20 toneladas.

Comunicaciones: internamente la red de comunicaciones está conformada por un sistema de radiocomunicación VHF y un teléfono vía microondas. Cada camioneta con radio para comunicaciones. En caso de emergencia se comunican con la colonia o jefe de área.

El soporte de comunicaciones en casa de máquinas, presa y colonia se hace mediante vía telefónica interna. Operarios de dique y embalse de regulación con radio y teléfono para comunicación con extensiones de la planta.

La comunicación de los vigilantes en cada garita con teléfono para comunicaciones dentro de la planta.

Vigilancia: en garita de la colonia un vigilante y otro disponible, cambia cada doce horas. En la vía de acceso a la planta por garita se encuentra un vigilante armado con arma corta, relaciona en bitácora de ingreso el nombre del conductor y número de la placa del vehículo.

Transporte: en la planta hay cuatro camionetas doble cabina, tres conductores disponibles. En ETCEE cada cuadrilla se moviliza en camioneta doble cabina. Cuatro vehículos de transporte, tres conductores de turno, en la noche no hay disponibilidad de auto en la planta, se llama a la colonia donde hay disponibilidad de piloto.

Servicios médicos: los funcionarios de la hidroeléctrica Los Esclavos son atendidos en consultorio de la colonia del INDE, en horario laboral de lunes a viernes por un médico general. Dependiendo de la capacidad de resolución o si el paciente lo requiere, se acerca al puesto sanitario de Barberena, donde funciona el seguro subsidiado por la empresa o a Guatemala si es el caso. Ya que el IGSS sólo tiene cobertura para enfermedad laboral o profesional.

3.1.3.6 Desarrollo de la energía hidroeléctrica

Resulta imposible acometer nuevos desarrollos de turbinas hidráulicas sin una simulación de flujos asistida por ordenador (dinámica de fluidos computacional, CFD) y sin los sofisticados programas de cálculo. Las simulaciones se emplean asimismo para la modernización de centrales hidroeléctricas existentes y también para el desarrollo de nuevos tipos de turbinas. Normalmente, las simulaciones CFD son bastante menos complejas que los ensayos basados en modelos hidráulicos menos costosos y de mayor

calidad. Así, en los últimos años, gran número de los rodets tipo Francis se desarrollaron sólo por medios informáticos y su fabricación se realizó sin ensayos previos de otros modelos. Las simulaciones CFD también permiten llevar a cabo estudios de viabilidad para la modernización de instalaciones ya existentes.

La tecnología de las principales instalaciones se ha mantenido igual durante el siglo XX. Las centrales dependen de un gran embalse de agua contenido por una presa. El caudal de agua se controla y se puede mantener casi constante. El agua se transporta por unos conductos o tuberías forzadas, controlados con válvulas y turbinas para adecuar el flujo de agua con respecto a la demanda de electricidad. El agua que entra en la turbina sale por los canales de descarga. Los generadores están situados justo encima de las turbinas y conectados con árboles verticales. El diseño de las turbinas depende del caudal de agua. Además de las centrales situadas en presas de contención, que dependen del embalse de grandes cantidades de agua, existen algunas centrales que se basan en la caída natural del agua, cuando el caudal es uniforme. Estas instalaciones se llaman de agua de afluente.

En el desarrollo de una central hidroeléctrica a menudo la construcción está expuesta a numerosos riesgos entre los que se pueden mencionar:

Peligros naturales:

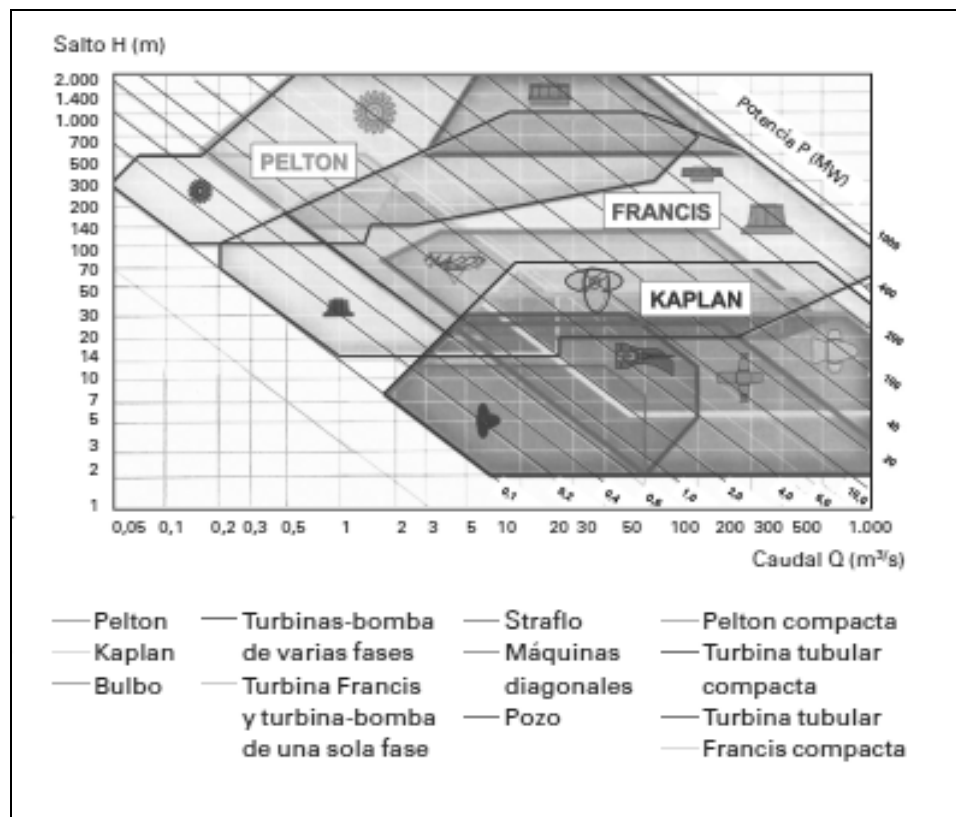
Daños provocados por inundaciones, incendios y explosiones.

Montaje de turbogeneradores:

En muchas ocasiones, las casas de máquinas son largas y estrechas para que los grupos de turbogeneradores estén instalados unos junto a otros. Durante el montaje, la grúa de la casa de máquinas levanta los componentes

pesados destinados a las turbinas que se están montando, transportándolos sobre las unidades ya montadas. Estas operaciones conllevan un riesgo de siniestro considerable.

Figura 36 Diagrama de tipos de turbinas



Fuente: Tecnología para centrales Munich Re Group

Ensayo técnico no concluyente: un potencial de siniestros elevado se da también en los ensayos técnicos que consisten en poner a prueba por primera vez la interacción entre todos los componentes. En el marco de los ensayos, algunos operadores exigen someter a prueba la velocidad de empalamiento, lo

cual entraña un riesgo particularmente alto dado que puede dejar completamente dañada la turbina.

Máquinas e instalaciones en cavidades subterráneas: aparte del riesgo de inundación y la elevada exposición a incendio, las máquinas instaladas en las cavidades subterráneas también corren el peligro de sufrir explosión en los transformadores. Por ello, durante las operaciones de prueba todas las medidas de prevención y sistemas de extinción de incendios deben estar en pleno estado operativo.

Rotura de máquinas: el riesgo de sufrir una rotura de máquina es bastante elevado por la carga permanente y la creciente fatiga del material sometido a fuerzas dinámicas.

Daños en los cojinetes: en los turbogeneradores de gran tamaño, las importantes fuerzas radiales afectan los cojinetes. Muchas veces, incluso durante la construcción, se pasa por alto realizar un alineamiento exacto del rodete/estator. Estadísticamente, más o menos el 40% de los daños ocasionados a la explotación se debe a fallos de los cojinetes. Por ello es conveniente revisar permanentemente con instrumentos que miden la presión, la temperatura y las vibraciones en los cojinetes. Asimismo es esencial disponer de una bomba de aceite auxiliar que funcione, por cada unidad, y que se active automáticamente en caso de una despresurización.

Mecanismo de cierre defectuoso: si la turbina se abre o cierra demasiado rápido como consecuencia de un fallo en la técnica de control, se puede producir un golpe de ariete que causa un impacto extremadamente dinámico sobre los conductos forzados.

Vibraciones: la cavitación (implosión de las cavidades por golpes de ariete) o a la turbulencia de estela pueden provocar fuerte vibraciones durante una operación a carga parcial. Por turbulencia de estela se entiende la formación de burbujas de vapor que se extienden desde el rodete de la turbina en

dirección del flujo. La rotación del rodete de la turbina hace que la turbulencia de este la se mueva de forma irregular hacia delante y hacia atrás chocando con la pared del tubo de aspiración, lo cual puede provocar fuertes vibraciones.

La calidad de riesgo de una central hidroeléctrica depende en primer lugar del mantenimiento y de la revisión técnica de la planta. Asimismo es recomendable recurrir a informaciones adecuadas para evaluar la protección contra incendios e inundaciones. Por otra parte, los informes de inspección han de revelar la siniestralidad de los últimos años e incluir, en lo posible, un plan de mantenimiento así como una lista de máquinas y otros componentes clasificados según su antigüedad. También hay que comprobar las medidas de seguridad en caso de incendio en las salas subterráneas de los transformadores.

La potencia instalada de las centrales hidroeléctricas suele llegar hasta 600 MW e incluso mas elevados en casos excepcionales. En la interrupción operativa, es importante tener presente que, en muchos casos, las instalaciones son modelos particulares (en función del volumen de agua y de la altura de la caída), construidas lejos de zonas urbanas y, por lo tanto, difíciles de acceder. El beneficio de explotación representa la mayor parte de la suma asegurada, dado que los costes corrientes son relativamente bajos.

3.2 Propuesta para mejora de la planta hidroeléctrica

La calidad de riesgo de la planta hidroeléctrica Los Esclavos depende en primer lugar del mantenimiento y de la revisión técnica de la planta. Asimismo se recomienda recurrir a informaciones adecuadas para evaluar la protección contra accidentes operativos. Por otra parte, los informes de inspección han de revelar la siniestralidad de los últimos años e incluir en lo posible, un plan de mantenimiento así como una lista de maquinas y otros componentes clasificados según su antigüedad. También hay que comprobar las medidas de seguridad en caso de incendio en las salas subterráneas de los transformadores.

Después de los tres meses de duración del presente ejercicio profesional supervisado he podido darme cuenta que la máquina que más riesgo de accidente representa son los rastrillos de limpieza de las compuertas, tanto en la presa de embalse como en la presa de regulación. Y es por esto que a continuación muestro información donde propongo que se puedan cambiar los rastrillos de limpieza.

3.2.1 Rastrillos de limpieza método actual

Los rastrillos utilizados actualmente en la planta hidroeléctrica Los Esclavos se componen de un moto reductor con cable maniobrado a través de una botonera. Cuando hay necesidad de limpiar las rejillas de la compuerta, el operador hace bajar el rastrillo hacia el agua. El rastrillo atrapa la basura que hay en la reja y el operador sube con el cable con el moto reductor y extrae la basura hacia una carreta. El paso siguiente es donde se observó mayor riesgo

ya que el operador mete unos trozos entre el rastrillo y el marco para que el rastrillo baje de forma semi circular. La figura 37 muestra como es el rastrillo de limpieza actualmente.

Figura 37 Foto de rastrillo actual



Fuente: Hidroeléctrica Los Esclavos

3.2.2 Rastrillos de limpieza método propuesto

Los rastrillos que se proponen para la planta hidroeléctrica Los Esclavos, son rastrillos de tipo hidráulico que se han creado para la limpieza de las rejillas de aguas arriba de las centrales hidroeléctricas. Éstos son previstos para un montaje y un mantenimiento fuera del agua, no necesitan el vaciado del canal. Están formados por un pie mecánico-soldado, un brazo principal y un brazo rastrillo maniobrados por gatos hidráulicos.

Cuando no está en funcionamiento, los dos brazos están doblados. Cuando se pone en marcha, el brazo rastrillo se desdobla, el brazo principal baja hasta que el rastrillo llega al fondo de la rejilla. El rastrillo se adapta sobre la rejilla y sube hasta el colector de desperdicios.

Puede también ser previsto un ciclo automático ya sea por un interruptor regulable que determina la frecuencia de funcionamiento, o bien por un sistema detector de relleno de las rejás. Cada ciclo puede dirigirse manualmente desde la caja de control. También existe una marcha manual que permite dirigir cada movimiento deseado a través de una caja de control.

3.2.3. Dispositivos de seguridad

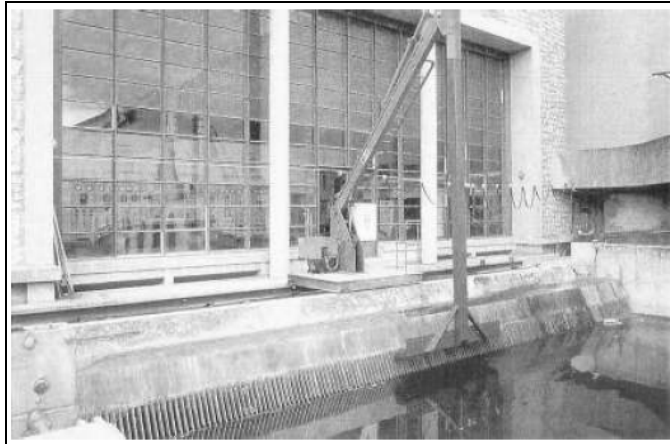
La central hidráulica está protegida por controladores de nivel de temperatura así como por un repetidor térmico por el motor de bombeo. Cada fallo corta la alimentación eléctrica del limpia rejás hasta que un operador intervenga. Todos estos fallos se avisan mediante señales luminosas o sonoras que se pueden transmitir a distancia. En caso de bloqueo, el limpia rejás se desplaza a la estación siguiente. En la versión fija, deja de funcionar ya que necesita un operador para ponerse de nuevo en funcionamiento. En los dos casos, el bloqueo se indica por un indicador luminoso. La figura 38 muestra el rastrillo hidráulico propuesto para la planta hidroeléctrica Los Esclavos.

Figura 38 Rastrillo hidráulico propuesto



Fuente: www.saltosdelpirineo.com

Figura 39 Rastrillo hidráulico propuesto



Fuente: www.saltosdelpirineo.com

3.3 Evaluación de Riesgos

3.3.1 Propósito

Establecer un proceso sistemático para identificar, evaluar y documentar los riesgos para las personas, propiedad y ambiente. La aplicación del proceso de evaluación de riesgos permitirá a la localidad tomar decisiones con relación al desarrollo e implementación de controles eficaces para reducir o eliminar los riesgos identificados.

3.3.2 Definiciones

Riesgo: posibilidad o probabilidad de pérdida debido a un evento no-intencional. Operativamente, el riesgo debería ser calculado tomando en

consideración las dos siguientes variables asociadas con un evento no-intencional potencial: la severidad de la pérdida potencial y la probabilidad de que ocurra un evento no-intencional. Cuando se esté calculando la probabilidad, la localidad debería tomar en consideración las experiencias pasadas dentro de la localidad y en la industria en general, además debe tomar en consideración las especificaciones del fabricante y las especificaciones del proveedor y los resultados de las pruebas de desempeño, cambios en las operaciones, controles existentes, frecuencia y duración de la exposición y número de personas expuestas. El término “riesgo” se refiere a todas las exposiciones de seguridad y salud ocupacional tanto como a los aspectos e impactos ambientales.

Evaluación de riesgos: es el proceso general de identificación, análisis y evaluación de riesgos.

Peligro: una condición o práctica con un potencial de pérdida accidental.

3.3.3 Requisitos Generales

La evaluación de riesgos es un elemento fundamental de la administración de seguridad, salud y ambiente; que permite a la localidad comprender su exposición general a pérdida y el impacto potencial de esas exposiciones en personas, propiedad y el ambiente. La administración de riesgos es el proceso de la evaluación de riesgos y de la acción gerencial resultante para eliminar o controlar los riesgos. Para eficazmente manejar los riesgos, la localidad debería desarrollar un enfoque sistemático para:

- Identificar todos los riesgos de salud seguridad y ambiente asociados con sus actividades, productos y servicios que pueden controlar y sobre los cuales se puede esperar que tengan influencia

- Evaluar y documentar el nivel de riesgo por cada exposición a pérdida
- Desarrollar e implementar controles operacionales apropiados (guardas de seguridad, alarmas, detectores de humo, procedimientos, cursos de entrenamiento, practicas administrativas, etc.) para minimizar o eliminar los riesgos
- Monitorear la eficacia de los controles y todas las exposiciones identificadas y las nuevas

La evaluación de riesgos debería definirse con suficiente detalle y conducirse en el tiempo apropiado y con la suficiente frecuencia que se pueda asegurar el manejo eficaz de los riesgos.

3.3.4 Alcance

La localidad debería establecer un enfoque sistemático para estudiar a toda la localidad de tal modo que todos los riesgos posibles sean tomados en consideración. El alcance debería ser amplio y detallado en su naturaleza, cubriendo todas las áreas de la localidad. Las áreas de la localidad pueden incluir, pero no debería limitarse a:

- Rutas de entrada y salida para los empleados de la localidad
- Áreas de estacionamiento y rutas de tráfico para vehículos dentro de la localidad
- Edificios, terrenos y caminos asociados a los empleados
- Áreas de producción
- Áreas de mantenimiento y talleres

- Cuartos de máquinas (áreas donde hay calderas, generadores, distribuidores, etc.)
- Áreas de almacenamiento de material a granel y de combustible
- Áreas de almacenamiento de materiales peligrosos
- Garajes
- Almacenes
- Operaciones remotas
- Oficinas
- Cafetería de los empleados y áreas de recreo

El alcance debería cubrir todas las actividades, productos y servicios (incluyendo áreas de trabajo, procesos, equipo y tareas) bajo situaciones normales, anormales y de emergencia en todas las áreas de la localidad.

Las evaluaciones de riesgo para todas las actividades existentes, productos y servicios deberían ser revisadas y actualizadas por lo menos cada tres años. Todos los cambios a actividades, productos o servicios deberían ser evaluados apropiadamente cuando se estén planificando e implementando. Las actividades o condiciones pre-existentes que puedan representar un riesgo a salud seguridad y ambiente, deberían ser identificadas y evaluadas (por ejemplo, tanques subterráneos que no están en uso, almacenes abandonados, etc.)

3.3.5 Grupo de evaluación

La localidad debería establecer un enfoque de grupo de trabajo multidisciplinario para conducir las evaluaciones de riesgo, con participación del personal de salud seguridad y ambiente, personal de producción y mantenimiento, y otros departamentos funcionales, como sea apropiado. La localidad debería determinar cómo los empleados deberían ser incluidos en el proceso de evaluación.

El grupo debería tener por lo menos a un miembro que tenga conocimiento profundo y experiencia en el área que se va a evaluar. Antes del trabajo de evaluación debería proporcionarse al grupo un entrenamiento básico relacionado con la metodología de evaluación de riesgos. El líder del grupo debería tener conocimiento profundo sobre técnicas y métodos de evaluaciones prácticas de riesgos.

En ciertas circunstancias, la localidad puede que no tenga la experiencia apropiada para evaluar eficazmente los riesgos asociados con un proceso en particular o una parte de los aparatos. Se debería establecer un criterio que especifique las circunstancias bajo las cuales una tercera parte será consultada para evaluar operaciones mas complejas o de riesgo mayor. Por ejemplo, se puede contratar a un consultor para realizar análisis formales, detallados de estudios de peligro y operatividad (HAZOP, Hazard and Operability Study) para sistemas de procesos complejos.

3.3.6 Enfoque de la evaluación

El enfoque de la evaluación debería cubrir todas las áreas funcionales de la localidad. Cuando se divide la localidad en áreas, la división debería ser suficientemente detallada para aquellos riesgos identificados puedan ser asignados a la persona responsable de manejar ese riesgo en esa área funcional, por ejemplo al supervisor de área.

Antes que empiece el proceso de evaluación, la localidad debería desarrollar criterio y la metodología a ser usada para evaluar los riesgos. Un primer paso importante en el desarrollo del criterio es la consideración del nivel de los controles y protecciones existentes asociados con los riesgos. Técnicas cuantitativas o semi cuantitativas deberían ser conducidas usando el mismo criterio de evaluación. Todas las evaluaciones deberían ser conducidas usando el mismo criterio de evaluación. El criterio debería ser establecido por la probabilidad de la existencia y la severidad de un riesgo.

La localidad debería establecer una medida de probabilidad de existencia. Se prefieren medidas cuantitativas. La probabilidad de que va a ocurrir el evento depende de, entre otras cosas, los factores de probabilidad y los factores de exposición. Ambos factores deberían ser considerados en la evaluación de los riesgos.

Bases de la probabilidad:

Un cálculo de cuan probable es que ocurra un evento basándose en los factores de probabilidad. Los ejemplos de los factores de probabilidad pueden incluir un componente de los porcentajes de falla establecido por productores

de equipos o mediante pruebas especializadas conducidas por organizaciones independientes dentro de la industria en general (p Ej. Tiempo promedio entre fallas, numero de ciclos útiles, etc.). los factores de probabilidad son normalmente relacionados con el equipo y condiciones ambientales de trabajo y no son relacionados con la actividad del operador. Los factores de probabilidad son generalmente asociados con el diseño del equipo, el mantenimiento, los procedimientos, el nivel de controles operacionales existentes, etc.

Bases de la exposición:

Un cálculo de cuan probable es que un evento ocurra basándose en la frecuencia y duración de la exposición a causas inmediatas del evento. Los ejemplos pueden incluir la frecuencia con la que un operador abre una válvula de drenaje, la cantidad de tiempo al que un operador esta expuesto a un ambiente peligroso, la frecuencia con la que maneja materiales peligrosos, la frecuencia del paso del trafico pesado cerca de los tanques de almacenamiento, etc.

La localidad debería establecer una medida de la severidad del riesgo potencial. Se prefieren las medidas cuantitativas. La severidad de un evento debería ser clasificada de acuerdo como la localidad establezca la perdida potencial (impacto) para las personas, propiedad, ambiente o el negocio.

Un ejemplo de los niveles de severidad podría ser:

Tabla IX Ejemplo de niveles de severidad

Nivel de severidad	Descripción	Impacto en las personas	Impacto en el ambiente	Impacto en la propiedad	Interrupción del negocio
I	Mayor	Muerte o incapacidad permanente	Perdida o permiso de operación Cobertura de prensa a nivel nacional Daño irreparable al ecosistema Costo de remediación mas alto que los US \$5 millones	Perdida total de la localidad o mayor que los US\$ 10 millones	Incapacidad de suplir al mercado por mas de una semana
II	Serio	Perdida de mas de 10 días como resultado de un accidente	Violación grande de las reglas de los permisos Cobertura de prensa local	Perdida entre los US\$ 5 -10 millones	Incapacidad de suplir al mercado entre 2 – 5 días
III	Menor	Perdida de menos de 10 días como resultado de un accidente	Violación menor a las reglas del permiso operativo	Perdida entre US\$250,000 – 5 millones	Incapacidad de suplir al mercado por hasta 2 días
IV	Insignificante	Lesión menor con uso de primeros auxilios		Perdida menor a los US\$ 250,000	Interrupción que dura menos de un turno

Fuente: Manual Sigssa PMI

3.3.6.1 Evaluación del ambiente de trabajo

Este enfoque debería identificar y evaluar los riesgos asociados con todos los aspectos del ambiente de trabajo. El ambiente de trabajo incluye el lugar del trabajo, el proceso, la maquinaria y el equipo, las veredas, el área de

estacionamiento, las áreas de almacenamiento, las condiciones del proceso, los materiales y su interacción con otros materiales, los sistemas de ingeniería, etc.

Este enfoque debería identificar y evaluar aquellas tareas que representan los más altos riesgos en la localidad. El enfoque debería estudiar lo que hace el empleado (su comportamiento hacia el ambiente de trabajo) para realizar una tarea que es parte de sus funciones.

Las evaluaciones del ambiente de trabajo deberían enfocarse en el impacto de las áreas de trabajo, el proceso industrial y los sistemas de ingeniería en las personas, la propiedad y el medio ambiente. Los riesgos de salud seguridad y ambiente deberían ser identificados y evaluados por todos los aspectos del ambiente de trabajo, incluyendo pero no limitándose a:

- Rutas de entrada y salida para los empleados de la localidad;
- Área de estacionamiento y rutas de tráfico de vehículos en el territorio de la localidad
- Edificios, áreas y veredas asociadas con los empleados
- Lugar de trabajo, incluyendo entradas, salidas y circuito de producción
- Sistemas eléctricos y mecánicos
- Sistemas bajo presión
- Herramientas eléctricas y manuales
- Maquinaria y equipo, tanto el existente como diseños nuevos pendientes
- Líneas de producción, grupos de aparatos
- Condiciones operativas del proceso e impacto potencial a la seguridad

- Sistemas de manejo de materiales a granel y de almacenaje de combustible
- Sistemas de manejo de materiales peligrosos y de almacenamiento
- Materiales y la interacción de materiales
- Integridad de las estructuras
- Incendio potencial y peligro de explosión
- Radiación, ruido, polvo aerotransportado, exposiciones químicas
- Iluminación, temperatura, vibración, ergonomía, tensión física
- Potencial de derrames líquidos y emisiones de aire involuntarias
- Manejo de desperdicios y de sistemas de deshecho

3.3.6.2 Análisis y observaciones de las tareas críticas

Una tarea crítica es una tarea que si no se ha realizado apropiadamente puede resultar en una lesión seria, enfermedad, daño a la propiedad, interrupción del proceso y/o impacto ambiental.

Antes de empezar a identificar las tareas críticas, la empresa debería de:

- Definir claramente el criterio que permitirá a una tarea ser llamada crítica (por ejemplo lesión personal severa e inmediata o lesión a otros, sobrecarga del contaminante del tratamiento de aguas usadas, creación de condiciones operativas de procesos peligrosos o inseguros, creación de una situación de alto potencial de incendio, etc

- Establecer y proveer entrenamiento apropiado para el personal relacionado con el análisis y observaciones de tareas críticas. Este entrenamiento debería proveer la información necesaria referente al propósito, métodos y beneficios de análisis y observaciones de la tarea

La localidad debería establecer un enfoque sistemático para identificar y manejar todas las tareas críticas. Para cada área de trabajo funcional este enfoque puede incluir, pero no limitarse a:

- ✓ Identificar todas las ocupaciones en el área funcional
- ✓ Identificar todas las tareas realizadas dentro de cada ocupación
- ✓ Identificar y documentar las tareas críticas basándose en un criterio establecido
- ✓ Desarrollar los controles necesarios, incluyendo los procedimientos de las tareas para minimizar o eliminar los riesgos identificados asociados con las tareas
- ✓ Entrenar a todos y cada uno de los empleados que tienen que ver con los procedimientos
- ✓ Entrenar a los supervisores en apropiadamente observar, analizar y administrar las tareas críticas
- ✓ Desarrollar un plan para observar periódicamente a los empleados que realizan las tareas críticas

Después de que las observaciones iniciales y los análisis de tareas críticas hayan sido terminados, el jefe inmediato del empleado debería conducir observaciones frecuentes de seguimiento. Las observaciones deberían ser

informales y formales. Como mínimo, el desempeño de cada empleado realizando sus tareas críticas debería ser observado formalmente cada tres años. Las observaciones formales debería ser seguidas por un informe que explique lo que el empleado y la localidad deberían hacer para mejorar el desempeño del empleado y/o que se debería hacer para reforzar el comportamiento esperado.

3.3.7 Identificación del riesgo

El equipo de evaluación debería identificar todos los riesgos asociados con el ambiente de trabajo y las tareas críticas. Las siguientes preguntas pueden usarse como guía durante el proceso de identificación:

- ✓ ¿Por qué hacemos esta actividad? ¿Debería hacerse de este modo?
- ✓ ¿Qué puede salir mal?
- ✓ ¿Qué impacto puede tener en mi, otras personas, el ambiente, o la compañía?
- ✓ ¿Qué probabilidades hay de que suceda?
- ✓ ¿Qué puedo hacer con relación a esto?

El proceso de identificación debería considerar usar los siguientes recursos de ayuda:

- ✓ Listas de peligros potenciales
- ✓ Una revisión de informes sobre accidentes, incidentes y primeros auxilios ocurridos en el pasado

- ✓ Especificaciones e información de pruebas del fabricante
- ✓ Experiencias de otras localidades o informes de la industria en general
- ✓ Discusiones con los empleados de operaciones y mantenimiento
- ✓ Procedimientos seguros de trabajo

3.3.8 Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos es el proceso de asignar un nivel de probabilidad y un nivel de severidad a cada riesgo identificado. Los valores asignados a la probabilidad y severidad deberían ser realistas y basarse en el criterio establecido por el grupo de evaluación y aprobado por la gerencia de la localidad. Las discusiones del grupo y el consenso del grupo son elementos importantes para llegar a cálculos realistas.

Cada riesgo debería ser documentado juntamente con su nivel establecido de probabilidad y severidad. Los resultados del proceso de evaluación del riesgo deberían ser lógicos, deben ser válidos y tener fundamentos que se puedan repetir con los mismos resultados.

3.3.9 Control de riesgos

Control de riesgos es el proceso de desarrollar e implementar controles operacionales apropiados para mitigar o eliminar el riesgo. A fin de prepararse para controles operacionales, la localidad debería establecer un proceso sistemático para dar prioridad a los riesgos de manera que la gerencia de la

localidad pueda eficazmente enfocar los recursos en aquellos riesgos que son considerados significativos y que presentan el mas alto nivel de exposición a perdida. El equipo de evaluación de riesgo debería establecer el proceso y criterio de priorizar y la alta gerencia de la localidad debería aprobarlo.

Un ejemplo de sistema de prioridades es la matriz de riesgo para tomar acción. Este sistema utiliza la probabilidad y severidad establecida de cada riesgo para determinar su nivel de significado y donde está situado en la lista de prioridades para la acción correctiva.

En el cuadro siguiente se muestra la matriz de riesgo para tomar acción:

Figura 40 Matriz de riesgo para toma de acción

		Nivel de Severidad Riesgo en Aumento			
		IV	III	II	I
Nivel de Probabilidad Riesgo en Aumento	A	Y			Riesgo mas alto
	B				
	C				
	D				
	E	Riesgo mas bajo			X
	F	Los riesgos son controlados por la protección existente o el total cumplimiento legal			

Fuente: Manual Sigssa PMI

El contenido de esta matriz es:

X: todos los riesgos catastróficos, sin importar cuán improbables sean, requieren acción.

Y: todas las exposiciones a riesgos altamente probables o continuos, aun cuando su severidad sea insignificante, requieren acción.

En esta matriz en particular, todos los riesgos sobre la línea sólida en negrita son considerados significativos y tienen que ser reducidos. La localidad debería establecer un plan de acción y distribuir los recursos para reducir estos riesgos. Los riesgos bajo la línea, porque tienen menos prioridad, deberían ser reducidos como el tiempo y los recursos lo permitan. Finalmente, con el tiempo, todos los riesgos incontrolados deberían ser reducidos hasta que caigan dentro del apartado inferior marcado con F. La categoría F indica que el riesgo es adecuadamente controlado a través de guardas de seguridad y protecciones apropiados y que la situación está en total cumplimiento con las leyes y regulaciones locales, y otros requisitos a los cuales la localidad se suscribe.

La localidad debería establecer controles operacionales apropiados para reducir o eliminar los riesgos. Deberían desarrollarse planes de acción eficaces que contengan las acciones a ser tomadas, quién es el responsable por la acción, y en qué fecha las acciones serán finalizadas.

La jerarquía apropiada de controles operacionales debería ser:

- ✓ Eliminación del riesgo (p. Ej. Eliminar la actividad, reajustar el proceso, etc.)
- ✓ Sustitución (p. Ej. Uso de materiales o un proceso con menor riesgo inherente)
- ✓ Controles de ingeniería (p. Ej. Dispositivos de seguridad, interruptores, guardas de máquinas, automatización, etc.)
- ✓ Equipos de protección personal

3.3.10 Recopilación e informe de datos

La localidad debería recopilar y mantener registros de las evaluaciones de riesgos y las decisiones hechas basadas en estas evaluaciones, incluyendo los planes de acción para reducir el riesgo. Estos registros deberían ser usados para actualizar las evaluaciones. Los registros deberían estar disponibles para investigaciones y cualquier otra actividad de decisión relacionada con eventos inesperados o continuos esfuerzos de mejoramiento.

La localidad debería establecer un registro de los aspectos y riesgos de salud seguridad y ambiente. Todos los riesgos incontrolables deberían ser mantenidos en el registro. Por cada riesgo, el registro debería incluir, como mínimo, la siguiente información:

- ✓ Una descripción apropiada del riesgo
- ✓ El área funcional donde es localizado el riesgo
- ✓ Tareas, actividades, productos o servicios asociados con el riesgo
- ✓ El impacto de los riesgos en salud, seguridad y ambiente
- ✓ Tipo de situación (normal, anormal o emergencia)
- ✓ Grado de control (directo/indirecto)
- ✓ Grado de influencia (mayor/menor)
- ✓ Una referencia para controlar la metodología
- ✓ El nivel de probabilidad
- ✓ El nivel de severidad
- ✓ El significado final de la clasificación

Los resultados de la identificación, evaluación y control del riesgo deberían ser reportados a la apropiada gerencia del área funcional. Los informes de evaluación del riesgo deberían incluir pero no deberían limitarse a:

- Una descripción de las áreas funcionales evaluadas
- Tipo de evaluaciones realizadas
- Nombres de los miembros del grupo
- Métodos de evaluación usados
- Riesgos y probabilidad y severidad asociadas identificados
- Prioridad de riesgos y acciones recomendadas

La alta gerencia de la localidad debería considerar los resultados de la evaluación cuando establezca las metas y objetivos de salud seguridad y ambiente para la localidad. Los resultados deberían ser una parte integral de las revisiones gerenciales.

Cada área funcional de la localidad debería tener una evaluación de riesgos cada tres años. Evaluaciones de riesgos específicos adicionales deberían ser realizadas apropiadamente después de un accidente mayor o cuando un cambio está siendo planificado e implementado en la localidad. Cada año la localidad debería revisar y actualizar el registro de aspectos y riesgos de salud seguridad y ambiente para asegurarse que la información es actual.

4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

4.1. Capacitación de tema: identificación y evaluación de riesgos

En este tema se desarrollo capacitación para el personal de la planta hidroeléctrica Los Esclavos, asistiendo a la misma los puestos siguientes:

- Dos electricistas de piso
- Dos mecánicos de piso
- Cuatro operadores de casa de máquinas
- Ocho auxiliares de operación

Los temas se muestran a continuación, es una descripción de los que se hablo en la capacitación

4.1.1. Propósito

4.1.1.1. Objetivo de la evaluación de riesgos

- Conocer e implementar el proceso para identificar, evaluar, controlar y documentar apropiadamente los riesgos existentes (personas, propiedad y ambiente)
- Desarrollar e implementar controles eficaces para reducir o eliminar los riesgos identificados

4.1.1.2. Beneficios de la identificación y evaluación de los riesgos

- Nos permite comprender la exposición real a pérdida y el impacto potencial de esas exposiciones en las personas, la propiedad y e ambiente.
- Es una actividad de reconocimiento de nuestras áreas y operaciones.
- Nos traza la pauta que debemos seguir para administrar los riesgos presentes en nuestras operaciones.

La siguiente fue una diapositiva con el siguiente esquema para administrar un riesgo

Figura 41 Administración del riesgo



Fuente: diseño Luis García

4.1.2. Grupos de evaluación

Se capacitó al personal para administrar eficazmente los riesgos. Se debe desarrollar un grupo evaluador para:

- **Identificar:** todos los riesgos de salud, seguridad y ambiente asociados con las actividades y productos
- **Evaluar y documentar:** el nivel de riesgo por cada exposición a pérdida; teniendo en cuenta la probabilidad, la exposición al riesgo y la severidad del mismo
- **Desarrollar e implementar:** controles operacionales apropiados para minimizar o eliminar los riesgos
- **Monitorear:** la eficacia de los controles y todas las exposiciones identificadas y las nuevas que surjan

4.1.3. Enfoque de la evaluación

El enfoque de la evaluación, se explico, que estará bien hecho en la medida que se conozca la importancia del trabajo que se está llevando a cabo, para esto habría que acentuar lo siguientes conceptos que nos serán muy útiles para cuando se realice el estudio de campo:

Riesgo:

- Situación, condición física o actividad del personal que pudiera producir un evento (accidente).
- Posibilidad o probabilidad de pérdida debido a un evento no intencional.

- Posibilidad o probabilidad de la materialización de un peligro existente.

Peligro:

- Es una fuente, una situación o un acto potencial de daño a las personas, materiales, equipo y ambiente.
- Una condición o práctica con un potencial de pérdida accidental.

Probabilidad:

- Posibilidad de materialización del peligro.
- Es grado de certeza con bases objetivas y documentadas en la aparición de un evento.

Exposición:

- Es la frecuencia u ocurrencia de ciertas condiciones que podrían conducir a la materialización del peligro...
- Criterio de ponderación de un riesgo en el que se considera el número de repeticiones con que se realiza una actividad.

Severidad de un riesgo:

- Depende de las consecuencias del mismo, en las personas, propiedad y el ambiente.
- Grado de consecuencia negativa que pudiera tener un evento en la salud, seguridad, ambiente, negocio o propiedad

Evaluación de un riesgo:

- Se le llama así al proceso general de identificación, análisis y evaluación de riesgos.
- Grado de consecuencia negativa que pudiera tener un evento en la salud, seguridad, ambiente, negocio o propiedad.

Magnitud de riesgo: valor final de medición del riesgo obtenido a partir del análisis y ponderación del riesgo considerando su probabilidad, exposición y severidad. La fórmula de la magnitud de riesgo es como sigue:

$$\mathbf{MR = P \times E \times S}$$

MR magnitud del riesgo

P probabilidad

E exposición

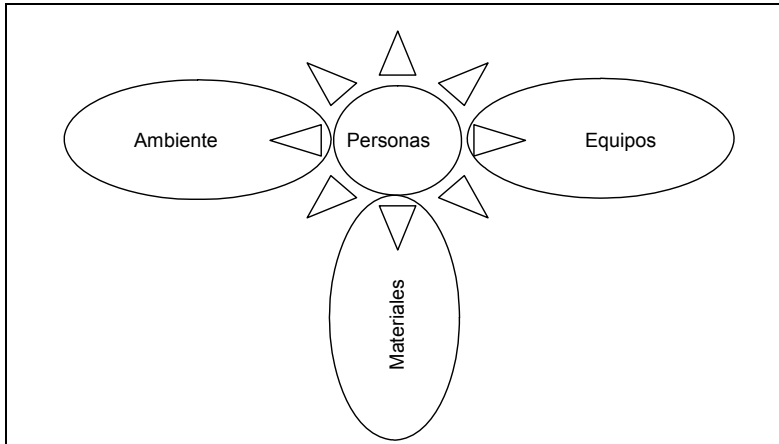
S severidad

4.1.4. Análisis de tareas críticas

Este tema fue expuesto a través del siguiente diagrama, donde se muestra el proceso de analizar una tarea crítica:

La exposición a riesgos y las consecuencias que de ellos se derivan, tiene impactos directos e indirectos en:

Figura 42 Exposición a riesgos

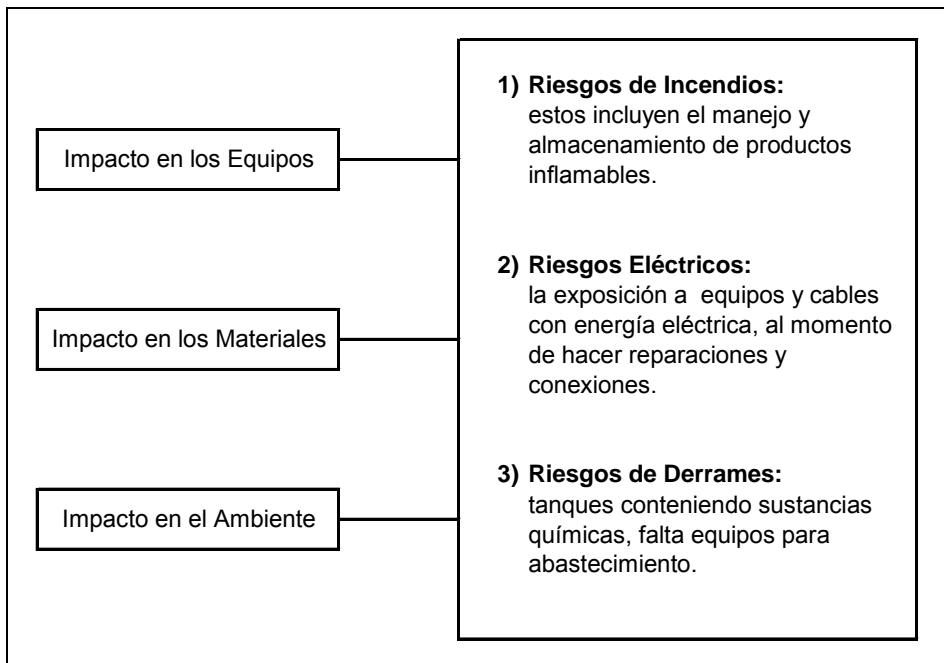


Fuente: Manual Sigssa PMI

4.1.5. Identificación del riesgo

Este tema se explicó con el diagrama siguiente:

Figura 43 Proceso de identificación de riesgos

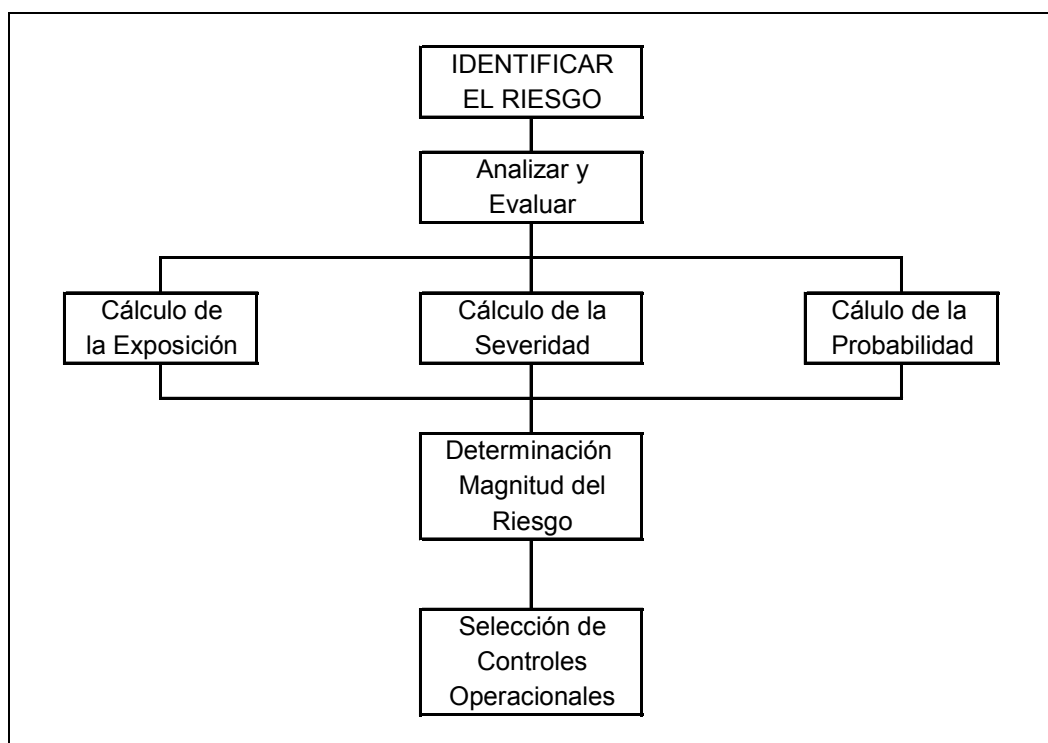


Fuente: Manual Sigssa PMI

4.1.6. Evaluación de riesgos

Se explica como es el esquema general de la evaluación de riesgos a través del siguiente diagrama:

Figura 44 Proceso de evaluación de riesgos

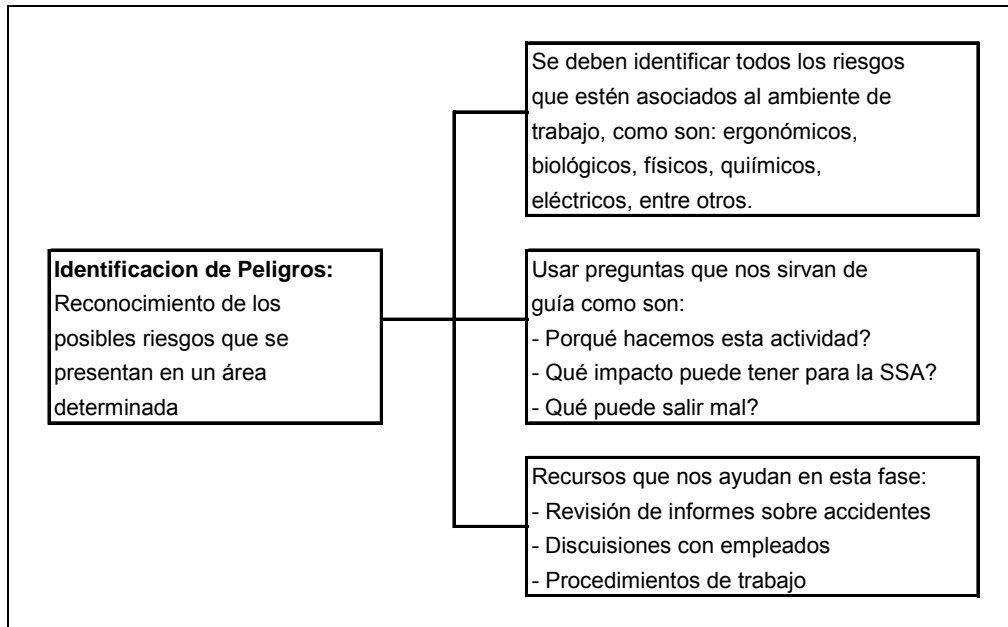


Fuente: Manual Sigssa PMI

4.1.7. Control de riesgos

En este tema se capacitó para la identificación de peligros, como el cuadro siguiente:

Figura 45 Proceso de identificación de peligros



Fuente: Manual Sigssa PMI

4.2. Capacitación sobre planes de emergencia

4.2.1 Simulacro de evacuación

Simulacro de evacuación es un ensayo acerca de cómo se debe actuar en caso de una emergencia, siguiendo un plan previamente establecido basado en procedimientos de seguridad y protección civil. Debe contemplar aspectos como periodicidad del simulacro (trimestral por ejemplo), plan del simulacro a los interesados, creación o evaluación de señales, etc.

En la evacuación, el desalojo debe de ser rápido y ordenado. Esto se logra a través de una adecuada capacitación y un adecuado plan de información.

4.2.2 Objetivos del simulacro

Se dio una charla al personal de la hidroeléctrica Los Esclavos, mediante con la siguiente información: Familiarizar a los empleados de la empresa con los recursos y métodos que se están estableciendo para la atención de emergencias y de esta manera obtener experiencia que les permitan sortear cualquier situación que ponga en peligro la vida de las personas y los bienes de la compañía. Los objetivos que se persiguieron en la charla fueron los siguientes:

- Comprobar la mecánica interna y funcional del plan o una parte concreta del mismo.
- Comprobar el grado de capacitación y formación del personal.
- Comprobar la implementación de los sistemas de control de riesgos.
- Comprobar los tiempos de respuesta de la estructura funcional del plan.

4.2.3. Clasificación de simulacros

Como parte de la información que se brindó a las personas de la hidroeléctrica Los Esclavos, la siguiente diapositiva contenía información sobre la clasificación de los simulacros, los cuales pueden ser:

- **Simulacro parcial:** que se da por determinados departamentos dentro de la organización. Se recomienda que lo lleven a cabo los líderes, miembros de juntas directiva; y
- **Simulacro general:** es en el que se pone a prueba a toda la organización para saber el tiempo de respuesta del desalojo así como también la forma de hacerlo.

4.2.4. Estructura funcional-recurso humano

Se capacitó también sobre la estructura función que debe tener los simulacros de evacuación en recurso humano. Una de las estructuras mas adecuadas es como sigue:

- Director de simulacro.
- Personal ejecutante. Equipos de emergencias, empleados, apoyo externo.
- Equipo de arbitraje: jefe de equipo, árbitros.

El director de simulacro plantea el ejercicio de simulacro en sus objetivos, además organiza y distribuye el personal de los equipos de actuación. Da las normas generales para el desarrollo del simulacro y dirige el análisis de los resultados del simulacro.

4.2.5. Estructura funcional-apoyo logística

La estructura funcional – apoyo logístico lo conforman

- Guía de actuación del plan de emergencias.
- Sistema de alarmas.

- Comunicaciones entre todas las áreas

Existe también un equipo de arbitraje-funciones que se encarga de la información, del control y de la evaluación crítico didáctica.

4.2.6. Etapas del simulacro

Esta diapositiva consistió en presentar cuáles son las etapas de la planeación. La elaboración del memorando debe llevar como mínimo:

- Fecha y hora de simulacro
- Tipo de simulacro
- Alcance de simulacro
- Tipo de emergencia
- Recurso humano
- Recurso Técnico-Operativo
- Elaboración de libreto para simulacro

La ejecución del simulacro de evacuación tienen los siguientes pasos:

- Inicio de emergencia
- Activación de plan de emergencia
- Intervención de brigadas de emergencia.

4.2.7 Análisis del simulacro

Al finalizar el simulacro de evacuación se debe analizar los resultados, esto por lo general lleva los siguientes pasos:

- Reunión de cierre simulacro de emergencia
- Informe de equipo de arbitraje
- Informe final
- Recomendaciones
- Plan de mejoramiento
- Divulgación

4.3. Proyección y análisis sobre videos de seguridad industrial

Durante el desarrollo del EPS se proyectó un video que se consiguió en Internet el cual trataba sobre un accidente mortal que sucedía en una planta que se dedicaba a fundir hierro, el accidente lo tuvo un empleado con más de 25 años de experiencia. En escena sale otro empleado joven que recién acababa de empezar a trabajar en la planta.

4.3.1 Objetivo de la proyección del video

El objetivo principal de la proyección del video fue mostrar al personal de la hidroeléctrica Los Esclavos que es preferible perder un poco de tiempo y cerciorarse de que se tienen las condiciones necesarias para realizar un

trabajo. Pues en el video, el operador con mas experiencia sufre un accidente ya que otro operador enciende la máquina y no se da cuenta que trabajaban en la máquina, causándole la muerte.

4.3.2. Discusión de la proyección

Después de la proyección del video se hizo una corta discusión acerca de lo que acaban de ver. A la mayoría de participante les impactó la magnitud del accidente ya que ocasionó una muerte. Además, hubo una persona que dijo que el exceso de confianza debido a la larga experiencia laboral pudo ser factor para que ocurriera el accidente. Dentro de las organizaciones debe de entenderse que el recurso humano es lo más importante.

4.3.3. Conclusiones

Las conclusiones a las que se llegó, con la proyección del video, sobre seguridad industrial, fueron las siguientes:

- Tratar en la medida de lo posible controlar el exceso de confianza generado por la experiencia laboral.
- Antes de trabajar en un área se debe de comunicar con los compañeros de trabajo más cercanos.
- Implementar métodos de seguridad como colocación de candados y etiquetados.

4.4. Capacitación sobre uso de candado y etiquetado

4.4.1. Generalidades

Esta capacitación fue realizada con el personal de la hidroeléctrica los esclavos y su objetivo es dar herramientas para poder trabajar en forma segura. Se proyectaron generalidades sobre el candado y etiqueta como sigue:

Candado (Lock Out): dispositivo de seguridad que cuenta con llave, el cual es instalado en una fuente o suministro de energía para evitar la generación del mismo o impedir el suministro de esta.

Etiquetado (Tag Out): dispositivo visual que transmite información, de aviso, peligro, precaución, a los trabajadores, que un equipo o una máquina no debe ser usada por razones de seguridad.

Fuente de energía: son elementos que suministran energía a la máquina o equipo para que esta pueda funcionar. Las fuentes de energía pueden ser:

- Mecánica
- Hidráulica
- Neumática
- Calórico
- Eléctrica

Los suministros de estas fuentes de energía son controladas a través de:

- Interruptores
- Seccionadores
- Switch´s
- Válvulas y llaves de paso
- Panel de control

4.4.2. Cuando usar candado y etiquetado

Esta diapositiva consistió en saber cuando usar el candado y etiquetado, se entrego en forma escrita para que se tenga en cuenta en cada situación que lo amerite:

- Si la máquina o equipo esta funcionando, el operador encargado presionara el botón de paro de emergencia.
- Colocar el seccionador en posición O/OFF.
- Colocar los candados y etiquetas en paneles y en maquinaria.
- Verificar que el aislamiento sea el correcto
- Informar al personal involucrado.
- Al concluir el trabajo retirar los candados y etiquetas.
- Reestablecer el seccionador en posición I/ON.
- Dejar limpia y ordenada, sin herramientas el área de trabajo y realizar las pruebas necesarias.
- Informar a las personas involucradas sobre la finalización del trabajo.

4.4.3. Orden e identificación

En esta la diapositiva se expuso que la distribución del equipo de bloqueo o candado y etiquetado debe realizarse de la siguiente manera:

- Entrega de candado con su respectiva llave a cada trabajador.
- Los porta candados se encontrarán ubicados en los paneles de control.
- Cada departamento tendrá identificados sus candados.

El jefe inmediato tendrá una llave maestra, la cual abrirá todos los candados que estén bajo su responsabilidad.

4.4.4. Espacios confinados

Se capacito sobre áreas con espacios confinados, que en cualquier planta es peligrosa, si no se toman las precauciones necesarias. Los espacios confinados tienen aberturas limitadas de entrada y salida, y la ventilación natural es desfavorable, en los que se pueden acumular contaminantes tóxicos e inflamables, o se forman atmósferas deficientes en oxígeno.

A continuación se lista los lugares que se consideran espacios confinados:

- Espacios confinados abiertos por su parte superior y de profundidad mayor a 1.5m dificultándose la ventilación natural, por ejemplo: fosos, zanjas, pozos

- Espacios confinados con una pequeña abertura de entrada y salida, por ejemplo: tanques, túneles, alcantarillas y bodegas

El hombre apoyo es una persona entrenada y asignada para llevar a cabo las acciones de rescate en caso necesario. Este hombre apoyo se mantiene monitoreando las condiciones de trabajo para alertar al personal que se encuentra dentro del espacio confinado. El hombre apoyo debe tener complexión física necesaria para efectuar el rescate de la persona que se encuentre realizando el trabajo. Antes de laborar en un espacio confinado, en necesario realizar lo siguiente:

- Medición de atmósferas, el contenido de oxígeno debe estar entre un rango de 20% a 21% del volumen del lugar confinado
- El nivel de explosividad debe ser cero, no deben existir polvos o residuos de material inflamable
- El recipiente debe tener ventilación adecuada
- El recipiente debe soportar la entrada de las personas que vayan a estar dentro y evitar el peligro de que el mismo caiga y cause daño a dichas personas
- La temperatura del recipiente no debe ser mayor de 35°C
- El recipiente debe tener iluminación adecuada para poder llevar a cabo el trabajo
- Que las fuentes de energía del equipo hayan sido desconectadas y con candados
- En caso de ser necesario el rescate de una persona, solo el personal entrenado para ello atenderá dicho rescate

- Se deberá tener, por parte del jefe inmediato o jefe de seguridad industrial, autorización de entrada al recinto. Supervisar el área si cumple con los requisitos ya establecidos

4.5. Capacitación sobre condiciones inseguras en talleres

Los actos inseguros se tienen que registrar de tal forma que estos registros sirvan como parte de los procedimientos de trabajo seguro. Esto solo se logra examinando todas las actividades que se realizan en las áreas para así determinar el equipo de protección personal necesario para la actividad, además de las precauciones que se deben de tomar antes de realizar la actividad.

Durante la capacitación de este tema se realizó una presentación en la cual se inicio con el concepto básico. Máquina engloba a todos aquellos conjuntos de elementos o instalaciones que transforman “energía en una función productiva principal o auxiliar. Es común que las máquinas posean un punto o zona de concentración de energía, ya sea energía cinética u otras formas de energía como la eléctrica, química, neumática, etc.

Figura 46 Máquina como concentración de energía

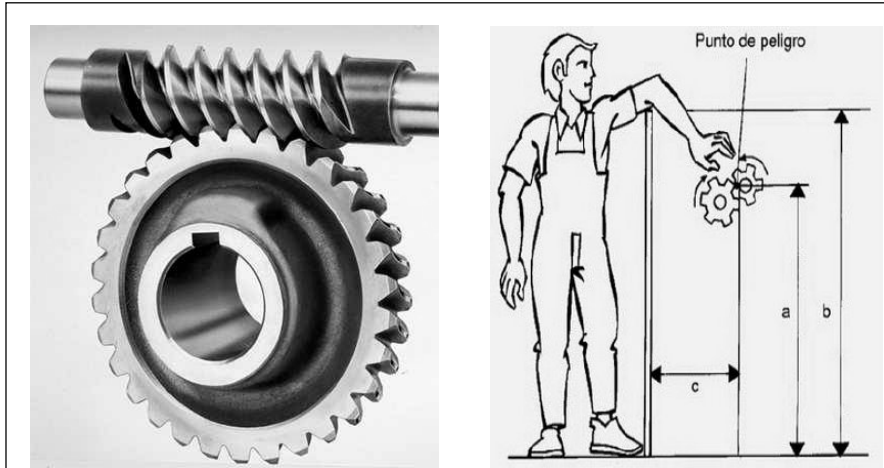


Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

4.5.1. Análisis de riesgo en talleres mecánicos

Para esta presentación se proyectaron dos figuras donde se explico que el riesgo de un accidente se da en los sistemas de trasmisión, los cuales son conjuntos de elementos mecánicos con la misión de producir, transportar o transformar la energía utilizada en el proceso: como motores, engranajes, correas, poleas, bielas, etc., así como elementos auxiliares como resistencias de calentamiento, regletas de conexión, etc.

Figura 47 Riesgo en talleres por sistemas de transmisión



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

La zona de operación es el lugar de la máquina es que se ejecuta el trabajo útil sobre una pieza, mediante la energía que el sistema de transmisión comunica al elemento activo de la máquina.

Figura 48 Riesgo en maquinaria como fuente de energía



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

4.5.2. Peligros originados por los movimientos de las máquinas

Para este tema se explico los diferentes tipos de movimientos que se dan en las máquinas, se explicó mediante los siguientes cuadros:

Figura 49 Tipos de movimiento que se dan en las máquinas

Elementos en rotación

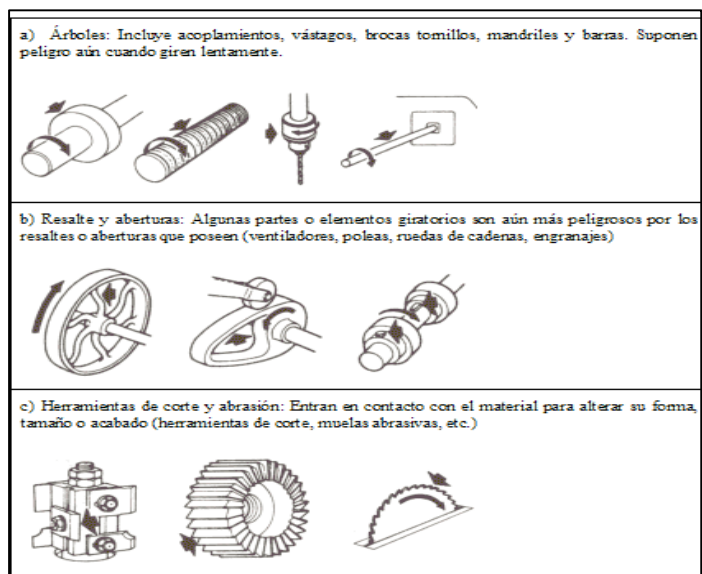
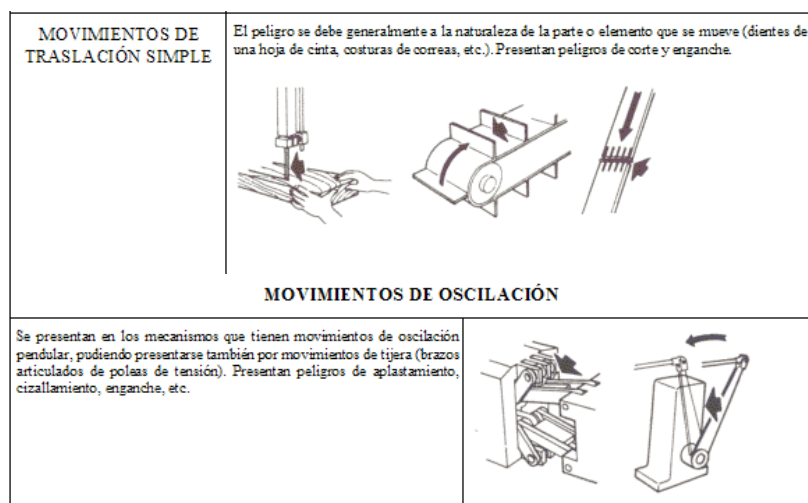


Figura 50 Riesgos debido a movimientos mecánicos



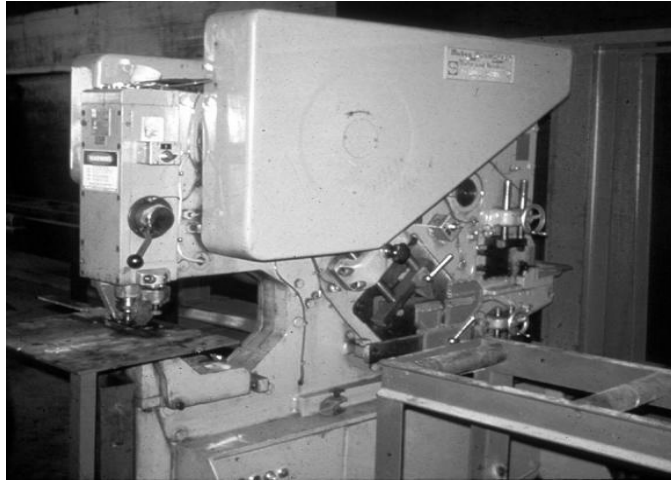
Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

4.5.3. Guardas de seguridad

Para el tema de guardas de seguridad se hizo una presentación, la cual fue bastante extensa, y aprovechada por el personal de la planta hidroeléctrica Los Esclavos. Dentro de los objetivos planteados en dicha presentación se encontraba la de proveer al personal la información básica y necesaria para el cumplimiento de las normas de OSHA con respecto a guardas de seguridad en maquinarias. Otro de los objetivos es evitar accidentes donde partes del cuerpo puedan quedar atrapadas por maquinarias sin protecciones adecuadas.

Las guardas de seguridad en los equipos y maquinarias son necesarias para proteger a los trabajadores de lesiones innecesarias y prevenibles. Una buena regla es: "Cualquier parte de una máquina, proceso u operación que pueda causar una lesión debe protegerse". Donde la operación de la máquina pueda lesionar a un trabajador u otros trabajadores, el riesgo debe controlarse o eliminarse.

Figura 51 Ejemplo de guarda de seguridad en una máquina



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

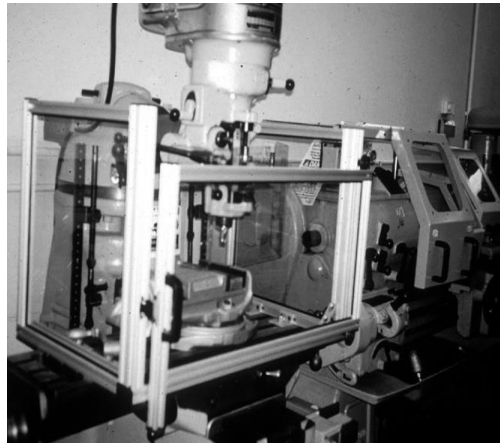
Los requisitos para las guardas de seguridad son:

- Prevenir que la ropa del empleado sea atrapada por las partes peligrosas que se mueven
- Que la guarda sea asegurada firmemente a la máquina para que no se despegue fácilmente
- La guarda debe asegurar que no caigan objetos en las partes que se mueven
- Las guardas no deben crear nuevos peligros o sea que no tengan bordes cortantes, superficies sin terminar
- Las guardas no deben crear interferencia, o sea que deben permitir que el empleado haga su trabajo de manera comfortable
- La guarda debe permitir fácil lubricación, si es posible sin remover las mismas guardas

También se dio en la presentación los diferentes tipos de guardas, tales como:

Guardas fijas: estas guardas proveen una barrera o una parte permanente de la máquina, preferible para otros tipos de guardas.

Figura 52 Ejemplo de una guarda fija



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

Guardas de seguro: cuando esta guarda se abre o se remueve, se detiene automáticamente y la máquina no puede continuar hasta que se regresa a su posición normal.

Figura 53 Ejemplo de una guarda de seguro



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

Guarda ajustable: provee una barrera que se mueve de acuerdo al tamaño del material que entra al área peligrosa. Además provee lengüetas o trinquetes que evitan el regreso del material o producto.

Escudo Protector: esta guarda no provee protección completa de los riesgos de la máquina, pero provee protección de partículas que puedan salir volando, rocío de aceites de cortar, o enfriadores. Provee al operador con un margen extra de protección de seguridad.

Figura 54 Ejemplo de una guarda escudo protector



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

4.5.4. Equipos de protección personal

Para explicar cual es el equipo de protección personal, se realizó una presentación en la cual se describió lo siguiente:

- **Protectores de ojos:** se deben utilizar siempre que se estén realizando trabajos mecánicos de arranque de viruta, en los trabajos con taladros, en las operaciones de corte de materiales son sierras, soldaduras, etc.

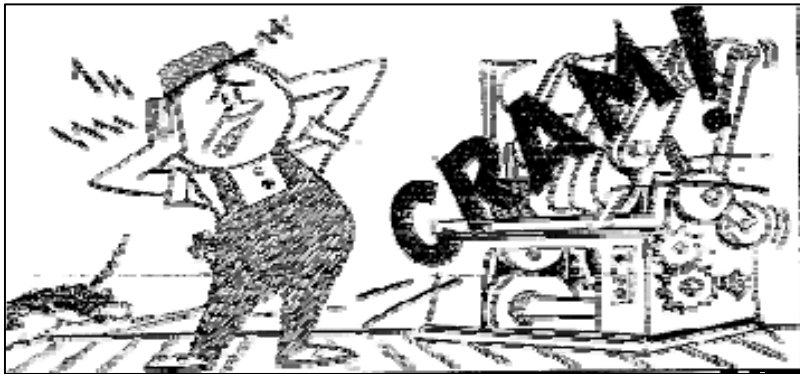
Figura 55 Cuadro de prevención de accidente



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

- **Protectoras auditivos:** se recomienda su uso en aquellas operaciones que, por su nivel de ruido o por repetitividad a lo largo de la jornada de trabajo, puedan ocasionar molestias o trastornos en la audición, a saber: operaciones con taladros, martillos, etc.

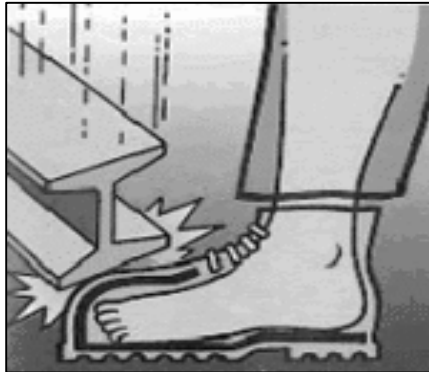
Figura 56 Cuadro de prevención riesgo auditivo



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

- **Protección en los pies:** se debe utilizar calzado de protección en todas aquellas operaciones que entrañen trabajos y manipulación de piezas pesadas.

Figura 57 Figura riesgo de accidente en pies



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

- **Protección del tórax:** el personal expuesto a trabajos de soldadura debe llevar ropa de protección antiinflamante y mangas de cuero. Se aplica también al personal que realiza operaciones de oxicorte. Esto tienen como objeto proteger al usuario contra pequeñas proyecciones de metal fundido y el contacto de duración corta con una llama.

4.5.5. Actitudes peligrosas del trabajador

Este tema trata sobre las actitudes en las cuales el trabajador sufre lo siguiente: Cortes, atropamientos, caídas, erosiones, salpicaduras de líquidos, etc.

Las medidas preventivas para estos casos son las siguientes:

- No maniobrar en la máquina hasta conocer su funcionamiento
- Utilizar ropa de trabajo adecuada, equipo de protección personal adecuados al trabajo que se realiza (gafas, caretas, calzado de seguridad, etc.)

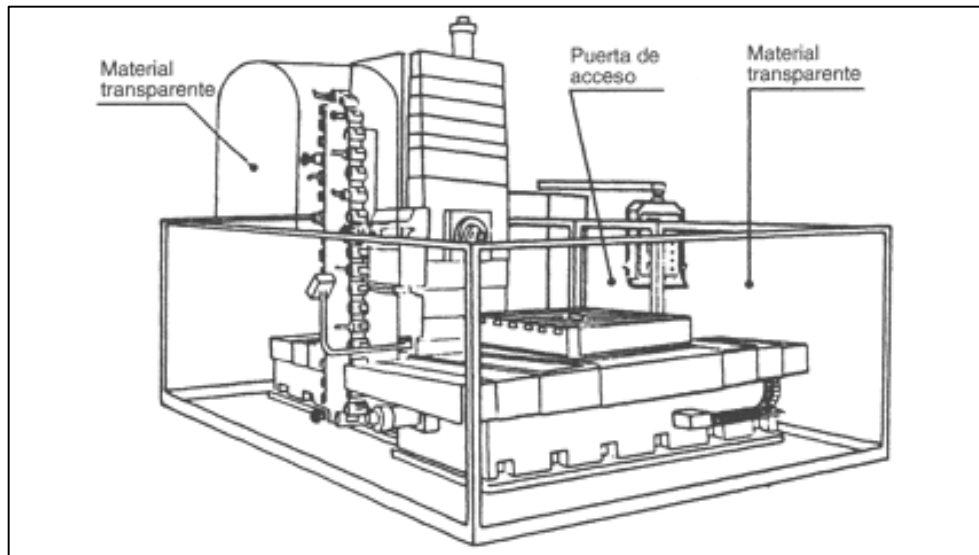
- No retirar virutas y rebabas metálicas con las manos, utilizar ganchos o cepillos
- Mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo
- Utilizar medios adecuados para manejo de piezas pesadas
- Seguir procedimientos seguros de trabajo

4.5.6. Causas de accidentes con herramientas manuales:

Las principales causas de accidentes en una maquinaria se dan cuando:

- Se trata de remover material que se atasca sin apagar el equipo
- No se utiliza en candado y etiquetado (control de energía peligrosa)
- Personal no autorizado usando la maquinaria o dándole mantenimiento
- Uso de herramientas inadecuadas para el trabajo a realizar
- Uso de herramientas defectuosas
- Uso de herramientas de forma incorrecta
- Abandono de herramientas en lugares peligrosos
- Transporte de herramientas en forma peligrosa

Figura 58 Máquina con guardas para prevenir accidentes



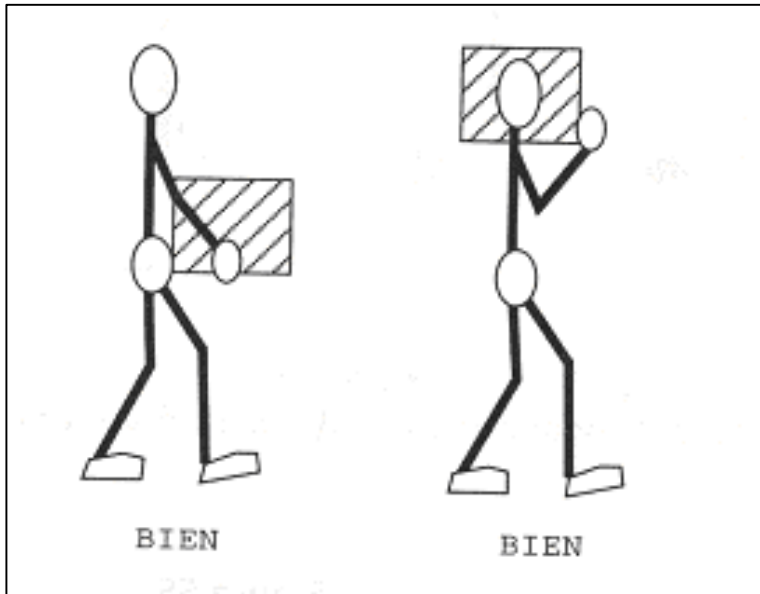
Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

4.5.7. Posiciones del cuerpo en el manejo de cargas

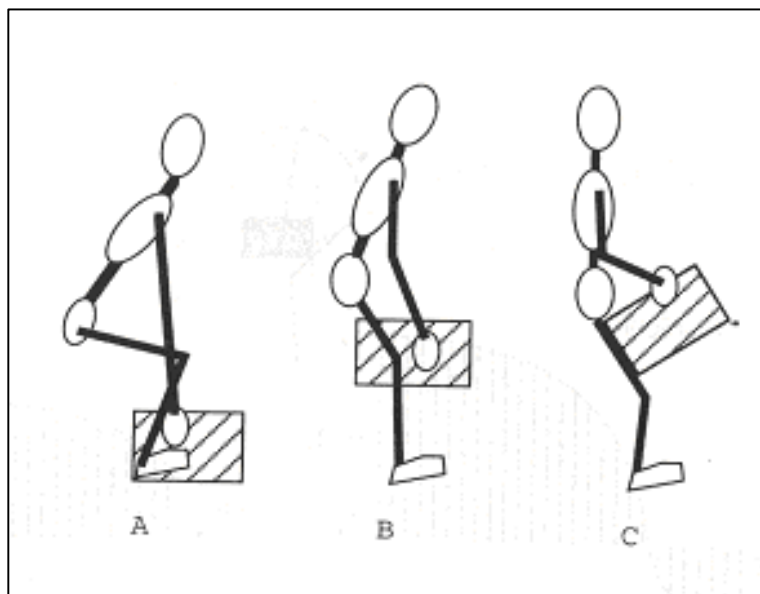
Para este tema se presentó la siguiente información en la cual se detalla la forma correcta de realizar el manejo de cargas y la forma como no debe hacerse las posiciones del cuerpo debe ser:

- Pies firmemente apoyados y ligeramente separados
- Carga pegada al cuerpo
- Espalda recta
- Sujeción firme del objeto, manteniéndola durante la carga y el transporte
- Girar el cuerpo entero para cambiar de dirección

Figura 59 Formas correctas de manejo de carga



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI



Fuente: Análisis de riesgos en talleres PMI

CONCLUSIONES

1. En la hidroeléctrica Los Esclavos se implementó, a través de los formatos de identificación de riesgos, el sistema de registros sobre la identificación y evaluación de riesgos operativos, estableciendo el impacto que tiene sobre la empresa.
2. En los formatos donde fueron evaluados los riesgos operativos se logró establecer cambios que se necesitaban en la maquinaria, con estos cambios se tiene la anticipación de incidentes que pueden transformarse en accidentes.
3. Se evaluó la operación de casa de máquinas, implementando cambio de guardas, fabricación de guardas, uso de equipo de protección personal.
4. En la fase enseñanza aprendizaje, se investigaron y se realizaron las capacitaciones adecuadas para poder implementar la identificación y evaluación de riesgos. Asimismo se realizó una propuesta de mejora en la administración de seguridad y en la parte mecánica de los rastrillos de limpieza. Lo anterior fue hecho a través de presentaciones de *power point*.
5. En los formatos de controles apropiados sugeridos quedan realizadas las propuestas de medidas de prevención para la eliminación de riesgos identificados en las áreas operativas de la hidroeléctrica Los Esclavos.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario disponer de una persona dedicada al departamento de salud, seguridad y medio ambiente para, tener un órgano dentro de la planta hidroeléctrica específicamente enfocado a darle seguimiento al sistema administrativo.
2. Se deben programar capacitaciones constantes en lo referente a la salud, seguridad y ambiente. Hay empresas que se dedican a dar estas capacitaciones, o reforzar las capacitaciones que se dieron durante el desarrollo del presente trabajo de graduación.
3. La búsqueda de los mejores equipos de protección personal y de protección contra incendios se debe basar en la utilidad, comodidad y calidad; y no tanto por el costo del equipo.
4. Por estar ubicada en zona de inundaciones se debe programar simulacros de evacuación, así como un procedimiento de aviso a cuerpos de socorro.
5. En la medida de lo posible se debe cambiar el rastrillo de limpieza actual, por uno hidráulico, a fin de prevenir algún accidente, ya que dicho rastrillo se observa obsoleto y es inestable su operación.

BIBLIOGRAFÍA

1. HOYOS, Joseph. *Tecnología Industrial I*. 2da Edición. México: Editorial Mc-Graw Hill, 1999.
2. Apuntes del curso de Administración de Personal, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería
3. GRIMALDI, Simonds. *La seguridad industrial, su administración*. 2da. Edición. México: Alfa omega, 1996
4. LEE, Harrison. *Manual de auditoria medioambiental, higiene y seguridad*. 2da Edición. México: McGraw-Hill. 1996
5. OCAÑA SOSA, Sergio Adolfo. "Normativo de seguridad industrial INDE". Tesis Ing. Mecánico-Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Editorial Universitaria 1994
6. PHILIP MORRIS. *Manual del sistema de gestión de salud, seguridad y ambiente. Apuntes sobre evaluación de riesgos*. Guatemala. 2002
7. Saltos del Pirineo. "*Limpiarrejas mecánicas e hidráulicas, compuertas, válvulas y clavetas*". 2009. <http://pwww.saltosdelpirineo.com>