



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y CASA DE MÁQUINAS EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO”

AUTOR: Christian Andrés Casco Andrade

TUTOR: Ing. Jorge Enrique López Velástegui, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Enero - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema “**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y CASA DE MÁQUINAS EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO**”, elaborado por el Sr. Christian Andrés Casco Andrade, portador de la cédula de ciudadanía: C.C. 1850134360, estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

CERTIFICO:

- El presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Enero 2021



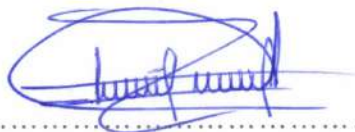
.....
Ing. Jorge Enrique López Velástegui, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Christian Andrés Casco Andrade con C.I. 185013436-0, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y CASA DE MÁQUINAS EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Enero 2021



Christian Andrés Casco Andrade

C.I. 1850134360

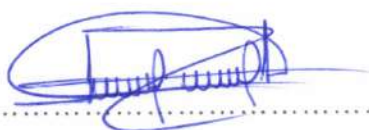
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, Enero 2021

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'C' followed by several loops and a horizontal line at the end. The signature is positioned above a horizontal dotted line.

Christian Andrés Casco Andrade

C.I. 185013436-0

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de grado aprueban el informe del Proyecto Técnico realizado por el estudiante Christian Andrés Casco Andrade de la Carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: **“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y CASA DE MÁQUINAS EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO”**

Ambato, Enero 2021

Para constancia firman:



.....
Ing. Mg. María Belén Paredes Robalino
Miembro del Tribunal



.....
Ing. Mg. Luis Eduardo Escobar Luna
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

El presente proyecto técnico se lo dedico principalmente a Dios, creador de los cielos y la tierra, por brindarme fuerza, sabiduría e inteligencia para poder alcanzar esta meta tan anhelada.

“El principio de la sabiduría es el temor de Jehová”

Proverbios 1:7

A mis padres, Esteban Casco y Liliana Andrade, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye éste. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis sueños. Gracias por todo su apoyo, paciencia y amor, LES AMO.

A mi hermano, Darío Casco quién entre alegrías, tristezas y enojos siempre supo motivarme para alcanzar mi objetivo, hemos compartido varios momentos desde nuestra niñez hasta la actualidad, momentos que siempre guardaré en mi corazón, como hermano mayor siempre estuviste atento en mi desarrollo y te agradezco por eso. Ahora solo faltas tú, ánimo hermano.

Christian Andrés

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a Dios, a mis padres Esteban y Liliana y a mi hermano Darío, por estar siempre presentes desde mis primeros años de vida hasta la actualidad como una familia unida.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por la acogida brindada para mi formación profesional.

Al Ing. Mg. Jorge López tutor de este proyecto, por su valiosa ayuda para la culminación del presente trabajo de titulación.

Al Ing. Jassin Länge, Gerente General de HIDROSIERRA S.A., al Ing. Jorge Paredes, Coordinador de Producción y Mantenimiento, a la Ing. Narcisa Miranda, Jefe de Administración y Talento Humano y a todo el personal de trabajo, quienes me abrieron las puertas de su prestigiosa institución y me brindaron todas las facilidades necesarias para que concluya con éxito mi carrera profesional, permitiéndome aplicar el desarrollo de este trabajo en beneficio de su empresa y el mío.

A mis abuelitas, Delia López y Rosita Guevara, quienes con sus oraciones siempre estuvieron apoyándome y a mis amigos Rubén Cárdenas y Carlos Zurita por todo el apoyo brindado de una u otra manera. Un agradecimiento general a mis demás familiares, compañeros y amigos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESÚMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Antecedentes Investigativos.....	1
1.3. Fundamentación Teórica.....	3
1.3.1. Mantenimiento.....	3
1.3.2. Clases de Mantenimiento	4
1.3.2.1. Mantenimiento Correctivo.....	4
1.3.2.2. Mantenimiento Preventivo.....	4
1.3.2.3. Mantenimiento Predictivo.....	5
1.3.3. Importancia del Mantenimiento	6
1.3.4. Mantenimiento en la Industria.....	6
1.3.5. Plan de Mantenimiento.....	7
1.3.6. Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	7
1.3.6.1. Inicios del Mantenimiento Productivo Total	7
1.3.6.2. Mantenimiento Productivo Total	8
1.3.6.3. Alcances del TPM.....	9
1.3.6.3.1. Alcance estratégico.....	9
1.3.6.3.2. Alcance operativo	10
1.3.6.3.3. Alcance organizacional.....	10
1.3.6.4. Pilares del TPM	10

1.3.6.4.1.	Mejoras Enfocadas.....	11
1.3.6.4.2.	Mantenimiento Autónomo.....	11
1.3.6.4.3.	Mantenimiento Planificado.....	12
1.3.6.4.4.	Calidad en el mantenimiento	12
1.3.6.4.5.	Prevención del Mantenimiento	13
1.3.6.4.6.	Mantenimiento en áreas administrativas.....	13
1.3.6.4.7.	Polivalencia y desarrollo de actividades.....	13
1.3.6.4.8.	Gestión de seguridad y entorno	14
1.3.6.5.	Estrategia de las 5 “S”	14
1.3.6.5.1.	Seiri (Clasificar).....	15
1.3.6.5.2.	Seiton (Orden).....	15
1.3.6.5.3.	Seiso (Limpieza).....	16
1.3.6.5.4.	Seiketsu (Estandarizar)	16
1.3.6.5.5.	Shitsuke (Disciplina).....	17
1.3.6.6.	Implantación del TPM	18
1.3.6.6.1.	Compromiso de la alta gerencia.....	18
1.3.6.6.2.	Difusión del método.....	18
1.3.6.6.3.	Definición del comité y nombramiento de los responsables	19
1.3.6.6.4.	Política básica y metas.....	19
1.3.6.6.5.	Plan maestro del TPM.....	19
1.3.6.6.6.	Inicio de Implantación	19
1.3.6.6.7.	Kobetsu – Kaisen	19
1.3.6.6.8.	Mantenimiento autónomo.....	20
1.3.6.6.9.	Eficacia de equipos	20
1.3.6.6.10.	Eficiencia global.....	20
1.3.6.6.11.	Seguridad, higiene y ambiente agradable.....	20
1.3.6.6.12.	Aplicación plena del TPM	20
1.3.6.7.	RCM.....	21
1.3.6.8.	AMFE	21
1.3.6.9.	Índices de ponderación	21
1.3.6.9.1.	Índice de frecuencia (F)	22
1.3.6.9.2.	Índice de Gravedad (G).....	22

1.3.6.9.3. Índice de detección (D).....	22
1.3.6.9.4. Índice de prioridad de riesgo	23
1.3.6.10. Análisis de criticidad	24
1.4. Objetivos	26
1.4.1. Objetivo General	26
1.4.2. Objetivos Específicos.....	26
CAPÍTULO II	27
METODOLOGÍA	27
2.1. Recursos	27
2.1.1. Recursos materiales.....	27
2.1.2. Recursos humanos.....	28
2.1.3. Recursos institucionales	28
2.2. Métodos.....	28
2.2.1. Método de Investigación.....	28
2.2.1.1. Investigación Descriptiva.....	28
2.2.1.2. Investigación bibliográfica.....	28
2.3. Plan de procesamiento y análisis.....	29
CAPÍTULO III	30
DISEÑO DEL PROYECTO	30
3.1. Descripción de la central hidroeléctrica	30
3.1.1. Información de la empresa	30
3.1.2. Obras principales.....	31
3.1.2.1. Obra de captación.....	31
3.1.2.2. Obra de conducción.....	31
3.1.2.3. Tubería de presión.....	31
3.1.2.4. Casa de máquinas.....	31
3.1.2.5. Subestación	31
3.2. Desarrollo del TPM.....	34
3.2.1. Compromiso de la alta gerencia.....	34
3.2.2. Campaña de difusión del método.....	34
3.2.3. Definición de comité y nombramiento de responsables	35
3.2.4. Diagnóstico inicial	35

3.2.4.1. FODA.....	35
3.2.4.2. Inventario	36
3.2.5. Plan del mantenimiento productivo total	47
3.2.5.1. Selección de equipo piloto	47
3.2.5.2. Implementación de las 5 “S”	50
3.2.5.2.1. Implementación del SEIRI (Clasificar).....	50
3.2.5.2.1.1. Identificación de elementos innecesarios.....	50
3.2.5.2.1.2. Etiquetado en rojo	53
3.2.5.2.2. Implementación SEITON Y SEISO (Orden y limpieza)	59
3.2.5.2.3. Implementación Seiketsu y Shitsuke (Estandarización y Disciplina).....	60
3.2.5.3. Verificación de seguridad	63
3.2.5.3.2. Forma de manipular herramientas.....	64
3.2.5.3.3. Medio ambiente.....	64
3.2.5.3.4. Señalización de seguridad	64
3.2.6. Plan de mantenimiento.....	65
3.2.6.1. Levantamiento de información	65
3.2.6.1.1. Fichas técnicas (Captación).....	66
3.2.6.1.2. Fichas técnicas (Casa de máquinas)	76
3.2.6.1.3. Fichas técnicas (Conducción)	82
3.2.6.2. Análisis modal de fallos y efectos.....	88
3.2.6.3. Análisis de criticidad (CA).....	116
3.2.6.4. Gamas de mantenimiento.....	122
3.2.6.5. Plan de mantenimiento anual	148
CAPITULO IV	163
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	163
4.1. Conclusiones	163
4.2. Recomendaciones.....	164
Bibliografía	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución del mantenimiento Industrial.....	3
Figura 2: Clases de mantenimiento.....	6
Figura 3: Evolución del mantenimiento productivo total.	8
Figura 4: Alcance principal del TPM.....	9
Figura 5: Pilares del TPM.....	10
Figura 6: Preguntas (SEIRI).....	15
Figura 7: Diagrama de procesos.....	29
Figura 8: Casa de máquinas y tubería de presión HRVC.....	32
Figura 9: Turbinas Pelton de 5MW HRVC.....	32
Figura 10: Captación HRVC.....	32
Figura 11: Estructura administrativa HRVC.....	33
Figura 12: Análisis FODA de HRVC.	35
Figura 13: Identificación de elementos en casa de máquinas	50
Figura 14: Identificación de elementos sistema de captación.....	52
Figura 15: Modelo de tarjeta roja.....	53
Figura 16: Colocación de tarjetas rojas.....	53
Figura 17: Proceso del etiquetado rojo.....	54
Figura 18: Etiquetado rojo	54
Figura 19: Implementación de bodega en casa de máquinas y captación.....	57
Figura 20: Ubicación de elementos en bodega de casa de máquinas y captación	57
Figura 21: Gestión de elementos innecesarios en casa de máquinas	58
Figura 22: Reubicación de elementos innecesarios identificados en casa de máquinas ..	58
Figura 23: Gestión de elementos innecesarios en captación y a la entrada del túnel de conducción	58
Figura 24: Gestión realizada en el cuarto de control de casa de máquinas, Autor	59
Figura 25: Gestión realizada en el cuarto de control de captación, Autor.	59
Figura 26: Verificación de los EPP, Autor.....	63
Figura 27: Señalización de seguridad	64
Figura 28: Modelo de ficha técnica, Autor.	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Mantenimiento Productivo Total	8
Tabla 2: Tabla simplificada de las 5 "S"	17
Tabla 3: Etapas de implantación del TPM	18
Tabla 4: Frecuencia (F)	22
Tabla 5: Gravedad (G)	22
Tabla 6: Detectabilidad (D).....	23
Tabla 7: Matriz de criticidad	25
Tabla 8: Niveles de criticidad	25
Tabla 11: Materiales utilizados	27
Tabla 10: Características técnicas de la central.....	30
Tabla 11: Inventario general HRVC	36
Tabla 12: Criterios de ponderación.....	47
Tabla 13: Ponderación equipos eléctricos.....	48
Tabla 14: Ponderación equipos mecánicos	49
Tabla 15: Lista de los elementos identificados en casa de máquinas	51
Tabla 16: Lista de elementos identificados, captación y conducción	52
Tabla 17: Sugerencia para elementos identificados en casa de máquinas	55
Tabla 18: Sugerencia para elementos ubicados en captación y conducción.....	56
Tabla 19: Limpieza rutinaria semanal casa de máquinas.....	60
Tabla 20: Tabla de limpieza rutinaria semanal captación.....	61
Tabla 21: Lista de revisión (Clasificar y ordenar)	62
Tabla 22: Lista de revisión (Limpiar)	62
Tabla 23: Ficha técnica generador diésel	66
Tabla 24: Ficha técnica malacate eléctrico	67
Tabla 25: Ficha técnica actuador para compuertas verticales entrada al desarenador.....	68
Tabla 26: Ficha técnica actuador para compuertas verticales tubería de conducción.....	69
Tabla 27: Ficha técnica actuador compuertas planas purga desarenador.	70
Tabla 28: Ficha técnica actuador compuertas planas purga tanque de descargar.	71
Tabla 29: Actuador compuertas planas escalera de peces	72

Tabla 30: Ficha técnica actuador compuerta plana lavado desrripiador	73
Tabla 31: Ficha técnica actuador compuerta radial.....	74
Tabla 32: Ficha técnica actuador stop log.....	75
Tabla 33: Ficha técnica válvula de admisión	76
Tabla 34: Ficha técnica sistema de lubricación de cojinetes.....	77
Tabla 35: Ficha técnica turbina Pelton.....	78
Tabla 36: Ficha técnica sistema oleohidráulico	79
Tabla 37: Ficha técnica puente grúa.....	80
Tabla 38: Ficha técnica generador síncrono.....	81
Tabla 39: Ficha técnica tubería de baja presión	82
Tabla 40: Ficha técnica tubería de alta presión.....	83
Tabla 41: Ficha técnica tubería de desfogue.	84
Tabla 42: Ficha técnica válvula globo	85
Tabla 43: Ficha técnica válvula globo	86
Tabla 44: Ficha técnica válvula aductora.....	87
Tabla 45: Criterios de valoración AMFE.....	88
Tabla 46: Matriz AMFE casa de máquinas.....	89
Tabla 47: Matriz AMFE sistema de captación.....	98
Tabla 48: Matriz AMFE sistema de conducción.....	114
Tabla 49: Resumen general AMFE.....	116
Tabla 50: Valores de ponderación para análisis de criticidad.....	116
Tabla 51: Cálculo de criticidad casa de máquinas	117
Tabla 52: Cálculo de criticidad sistema de captación	119
Tabla 53: Cálculo de criticidad sistema de conducción	121
Tabla 54: Especificación de códigos de frecuencia	122
Tabla 55: Gama de mantenimiento mecánico para casa de máquinas	123
Tabla 56: Gama de mantenimiento mecánico para el sistema de captación	123
Tabla 57: Gama de mantenimiento mecánico para el sistema de conducción	134
Tabla 58: Gama de mantenimiento mecánico diario y semanal	136
Tabla 59: Gama de mantenimiento mensual casa de máquinas	138
Tabla 60: Gama de mantenimiento mecánico trimestral.....	140

Tabla 61: Gama de mantenimiento mecánico semestral.....	143
Tabla 62: Listado de elementos de la caja de herramientas	147
Tabla 63: Listado de elementos del kit de limpieza	147
Tabla 64: Plan de mantenimiento de casa de máquinas	148
Tabla 65: Plan de mantenimiento para el sistema de captación.....	154
Tabla 66: Plan de mantenimiento para el sistema de conducción.....	162

RESÚMEN EJECUTIVO

En el presente proyecto se desarrolló un plan de mantenimiento mecánico basado en el TPM para el sistema de captación, conducción y casa de máquinas en la central hidroeléctrica Río Verde Chico de la empresa HIDROSIERRA S.A., en la ciudad de Baños de Agua Santa, el desarrollo del plan de mantenimiento empezó con el levantamiento y recopilación de información de los principales elementos mecánicos, después se realizó las fichas técnicas de cada componente y su respectiva codificación. El trabajo de titulación consta con cinco de los doce pasos establecidos por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) para la implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), adicionalmente para la obtención de las gamas de mantenimiento preventivo se utilizaron técnicas establecidas en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), como son el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) y Análisis de Criticidad (CA) para la obtención del plan de mantenimiento mecánico. Además, se incluyó la estrategia 5 “S”, llamada así por sus siglas en japonés, la implementación de esta estrategia empezó con la identificación y clasificación de elementos, mediante el etiquetado en rojo, los elementos útiles se reubicaron en las áreas de almacenamiento y para los elementos no útiles se realizó la entrega a los gestores calificados para su fin o en el caso de la basura a los recolectores autorizados por el Ilustre Municipio de Baños, con la aplicación de esta estrategia se generó un ambiente de trabajo más limpio, ordenado y seguro.

Palabras clave: Mantenimiento productivo total, TPM, RCM.

ABSTRACT

The present project determined a mechanical maintenance plan based on the TPM for the catchment, conduction and machine house system at the Río Verde Chico hydroelectric plant of the company HIDROSIERRA SA, in the city of Baños de Agua Santa, the development of the plan maintenance began with the collection and information gathering of the mechanical elements that intervene in the three systems previously obtained for the subsequent obtaining of technical sheets of each mechanical element and their respective coding. The constant titling work with five of the twelve steps established by the Japanese Plant Maintenance Institute (JIPM) for the implementation of Total Productive Maintenance (TPM), in addition to obtaining the preventive maintenance ranges, techniques established by the Reliability Centered Maintenance (RCM), such as Modal Failure and Effects Analysis (AMFE) and Criticality Analysis (CA), all for the generation of the maintenance plan. In addition, it includes the 5 “S” strategy, named after its initials in Japanese, the implementation of this strategy began with the identification and classification of elements, by means of the red labeling, the useful elements were relocated in the storage areas and for the non-useful elements were delivered to the qualified managers for their purpose or, in the case of garbage, to the garbage collectors controlled by the Illustrious Municipality of Baños, with the application of this strategy, we sought to create a cleaner, more orderly work environment and sure

Key words: Total productive maintenance, TPM, RCM.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.Tema

“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y CASA DE MÁQUINAS EN LA EMPRESA HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO”

1.2.Antecedentes Investigativos

Con el transcurrir del tiempo se ha ido fomentando el desarrollo, investigación e implementación de buenos métodos de mantenimiento, por lo cual éste se ha posicionado en escalas significativas a nivel empresarial, en muchas de las ocasiones un posible fallo en alguna de las instalaciones empresariales no solo representa una pérdida económica por la falta de disponibilidad y funcionamiento, sino también llega a representar una pérdida económica por el gasto en reparaciones. Con la finalidad de reducir y minimizar estos contratiempos se ha ido implementando algunas metodologías de mantenimiento, una de éstas metodologías que ayuda a establecer medidas preventivas para evitar estos paros y pérdidas es el mantenimiento productivo total (TPM) [1].

La central hidroeléctrica Rio Verde Chico surge del proyecto realizado por la Corporación para la investigación Energética (CIE). En el año 2013 se le otorgó el permiso del título habilitante por parte del CONELEC, el cual permitió dar inicio a la ejecución del proyecto. La ejecución del proyecto estuvo a cargo de CONDUTO S.A., empezó en el año 2015 y culminó a inicios del año 2019 y después pasaría a ser parte de HIDROSIERRA S.A. La central hidroeléctrica está ubicada en la parroquia Ulba perteneciente a la ciudad Baños de Agua Santa. Actualmente cuenta con dos turbinas-generadores de 5 MW cada una (Turbinas tipo Pelton horizontales) y varios equipos que intervienen en el sistema de captación, conducción, casa de máquinas y subestación para la generación y obtención de energía eléctrica, para su posterior distribución al sistema interconectado del país [2].

La central hidroeléctrica día a día busca ser más eficiente y productiva en todas sus áreas, especialmente en el área de producción y mantenimiento ya que esto les permite asegurar la disponibilidad de los equipos y la fiabilidad de la generación de electricidad ininterrumpida. Pero debido a su poco tiempo de funcionamiento no cuenta aún con todas las metodologías necesarias para alcanzar la meta anhelada, por lo que se han visto en la necesidad de implementar una metodología para la mejora del mantenimiento [2].

Una de las prioridades que tiene la central para alcanzar la meta establecida es la implementación de un plan de mantenimiento para los diferentes sistemas que intervienen en el proceso de obtención de energía eléctrica, con la finalidad de mitigar paradas innecesarias, mantener el buen estado de los equipos y tener una guía al momento de ejecutar el mantenimiento. Además, que el mismo ayudará a predecir posibles incidencias en los componentes antes de que éstas ocurran, todo esto es posible con el desarrollo del presente plan de mantenimiento [2].

El interés sobre las metodologías de mantenimiento va aumentando con el paso del tiempo, para Ponce [3], la implementación de la metodología del TPM es significativa debido a que ayuda a establecer diferentes técnicas que ayudan en la mejora de la productividad con la colaboración de todo el personal. Además, recalca que las diversas actividades que están dentro del TPM y RCM ayuda a complementar la fase del mantenimiento, fortalecer el conocimiento, prolongar la vida útil de los equipos y mantener las condiciones adecuadas de trabajo.

De manera similar, para Lozada [4], la implementación del TPM ayuda a reducir fallos y también a prolongar la vida útil de los equipos y recursos empresariales, de esta manera se logra aumentar la eficiencia de los equipos y trabajadores, a la vez que se genera un ambiente óptimo de trabajo. También realiza un énfasis en la aplicación de las 5 “S”, ya que permiten mantener el orden y limpieza en el lugar.

Como se demuestra en [5], la implementación de metodologías de mantenimiento en general tienen un impacto positivo ya que nos permite reducir las pérdidas económicas por paros imprevistos o desgaste prematuro de equipos, logrando de este manera establecer mejoras de crecimiento empresarial.

1.3.Fundamentación Teórica

1.3.1. Mantenimiento

El término “mantenimiento” es muy utilizado en la descripción de técnicas para asegurar el correcto y continuo funcionamiento de equipos, maquinaria, instalaciones o servicios. En términos generales consiste en precaver la vida útil de equipos y a la vez realizar trabajos de reparación para garantizar el buen funcionamiento de los mismos. El término “precaver” da a entender que la palabra mantenimiento no solo significa arreglar algún daño o avería ya suscitado, sino también enfocarnos en realizar diversos procedimientos para en lo máximo posible tratar de reducirlos y también evitar que estos se produzcan con el pasar del tiempo [6].

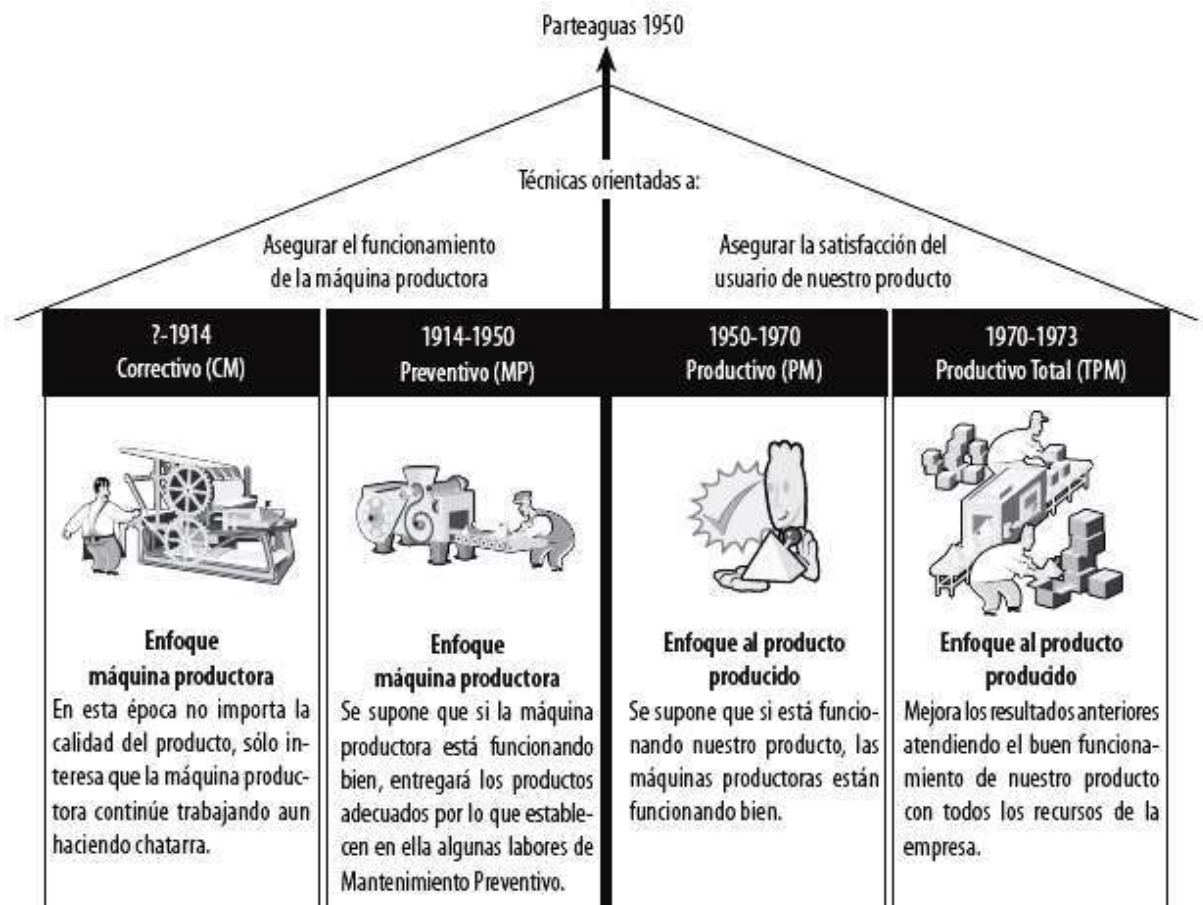


Figura 1: Evolución del mantenimiento Industrial, [7].

1.3.2. Clases de Mantenimiento

Actualmente existen diversas metodologías que ayudan a brindar mantenimiento en instalaciones y equipos de operación, algunas de estas metodologías no solo se basan en corregir averías, sino que también ayudan a conservar el buen estado de equipos con la finalidad de prevenir algún tipo de anomalía; dentro de éstas metodologías se destaca el mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo [6].

1.3.2.1.Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es una serie de actividades como su nombre mismo lo indica que se basan en corregir, reparar o reemplazar los componentes dañados por componentes o elementos en buen estado, particularmente esta clase de mantenimiento se procede a realizar una vez detectado el fallo. El mantenimiento correctivo es relevante aplicarlo en sistemas dificultosos ya que en muchas de las ocasiones resulta casi imposible anticipar algún tipo de fallo [6].

Algunos de los inconvenientes que se pueden presentar al utilizar este tipo de mantenimiento, es que la avería llega en el momento menos esperado, muchas de las veces, el menos oportuno. Además, el fallo que se suscite puede traer consigo problemas importantes a otros elementos adyacentes que probablemente se encuentren en óptimo estado de funcionalidad [8].

1.3.2.2.Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es una serie de actividades establecidas y detalladas a realizar con anticipación, tales como: reemplazos, restauraciones, adaptaciones, inspecciones programadas, análisis, evaluaciones, etc. con la finalidad de evitar posibles fallos en los sistemas, equipos o maquinaria.

Esta clase de mantenimiento es utilizada para mitigar las probabilidades de fallo en los componentes, muchas de las veces se ayuda en los criterios de mantenimiento sugeridos por el fabricante, así como también en base a la experiencia adquirida por parte del personal, todo esto con el propósito prevenir algún tipo de fallo [6].

Las ventajas que proporciona este tipo de mantenimiento son:

- Reducir considerablemente los riesgos de daño o fugas.
- Ahorrar en el coste de mantenimiento
- Aumentar la productividad debido a la disminución de paros imprevistos.
- Constancia ininterrumpida en los tiempos de trabajo.
- Establecer una mejor planeación y control en los rutinarios de mantenimiento establecidos.

1.3.2.3.Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es una modalidad que forma parte del mantenimiento preventivo, esta clase de mantenimiento se basa en inspecciones y seguimiento continuo a los equipos para determinar la operatividad y el estado de los mismos. Las actividades de mantenimiento se van estableciendo acorde a la información adquirida en el análisis, éstas ayudarán a mantener el buen estado del equipo, así como también a contrarrestar los fallos detectados en los sistemas y componentes con anticipación [6].

Este tipo de mantenimiento se sustenta básicamente en el hecho de que un gran número de fallos se producen con lentitud y con un aviso previo, en muchas ocasiones proporcionan señales o indicios claros de que a futuro se producirá algún fallo, a lo cual la persona encargada debe estar atenta. Algunos de los parámetros que ayudan a garantizar el funcionamiento correcto de la maquina o sistema son: medición de temperatura, medición de vibraciones, medición de presión, evaluación del nivel de ruido, evaluación de viscosidad, revisión del nivel de fluido, detección de impurezas, etc. Es decir, con este tipo de estrategia intentamos predecir los futuros fallos y seguir la evolución de los mismos [9].

Además, como se mencionó anteriormente este tipo de mantenimiento se lo utiliza como complemento del mantenimiento preventivo, ya que se realiza una fusión de las dos metodologías y se obtiene una casi completa, la cual se enfoca en prevenir y predecir los posibles fallos o averías que pueden suscitar y ocasionar paros no deseados [7].

Los diferentes tipos de mantenimiento que se ha expuesto quedan resumidos en la siguiente imagen:

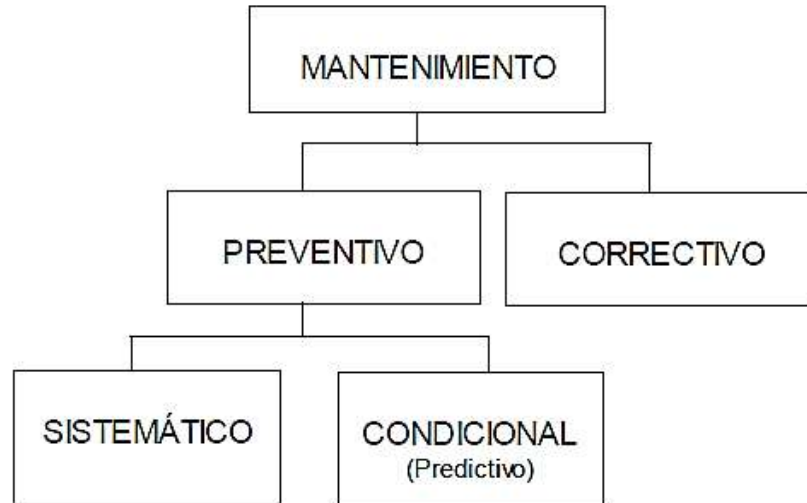


Figura 2: Clases de mantenimiento, [10].

1.3.3. Importancia del Mantenimiento

Las metodologías de mantenimiento han adquirido mayor posesión y funcionalidad con el pasar del tiempo, así que en la actualidad al mantenimiento se lo considera como una de las actividades de mayor relevancia y de mayor necesidad a nivel empresarial, con la finalidad preservar la disponibilidad de los equipos, sistemas y maquinaria. De esto depende de manera significativa que la empresa se conserve en condiciones óptimas y seguras de funcionamiento, mitigando las paradas inoportunas y as averías en los equipos [11].

1.3.4. Mantenimiento en la Industria

La función principal del mantenimiento, como su nombre lo indica, es mantener y conservar en óptimas condiciones los equipos y por ende a la empresa ya que ayuda a proporcionar seguridad y garantía en la producción, evitando que se vea afectada por paros imprevistos. Y en el caso de que llegaran a concretarse estas interrupciones, se busca dar solución en el menor tiempo posible [11].

1.3.5. Plan de Mantenimiento

Como se indica en [12], un plan de mantenimiento es la agrupación de actividades y procedimientos detallados a realizarse en equipos o elementos con la finalidad de conservar el estado óptimo de los mismos y evitar desgastes prematuro, el plan de mantenimiento puede estar segmentado por frecuencia de realización, ya sea mensual, semestral, anual, etc. y también puede presentar un detalle previo del tiempo estimado de duración así como también un estimado del personal que se requiere la realizar la operación.

1.3.6. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

1.3.6.1. Inicios del Mantenimiento Productivo Total

Hace años atrás, en la década de los 50 el mantenimiento preventivo fue introducido por primera vez en Japón en algunas industrias privadas con diversas ideologías como las de control de calidad, ciclo Deming y otros conceptos de “Management Americano”. Las industrias buscaron la forma de satisfacer la necesidad de mejorar los estándares de calidad en sus productos y optaron por formar la asociación japonesa para la dirección (JMA). Años después las empresas japonesas empezaron a incorporar el concepto de mejora continua, esta dicha incorporación significó que el término “mantenimiento” no solo era corregir averías sino también mejorar de manera permanente la fiabilidad de los equipos con la ayuda y colaboración de todos los trabajadores [7].

Cabe mencionar que la empresa pionera en introducir estos conceptos fue la Nippondenso Co. Ltd. en el año 1971, debido al éxito que alcanzo esta empresa con la aplicación de los conceptos de calidad y mejora continua se le reconoce con el premio de excelencia empresarial. En la década de los 80 el modelo de mantenimiento basado en el tiempo (TBM) fue introducido como parte del modelo TPM. Además, el aporte del mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) y el Justo a tiempo (JIT) proporcionó una ayuda significativa para mejorar la eficiencia de las acciones del mantenimiento preventivo. Además, el JIPM con el paso del tiempo procedió a desarrollar una nueva metodología del TPM mediante la aplicación de las 5 “S” y calidad total [13].

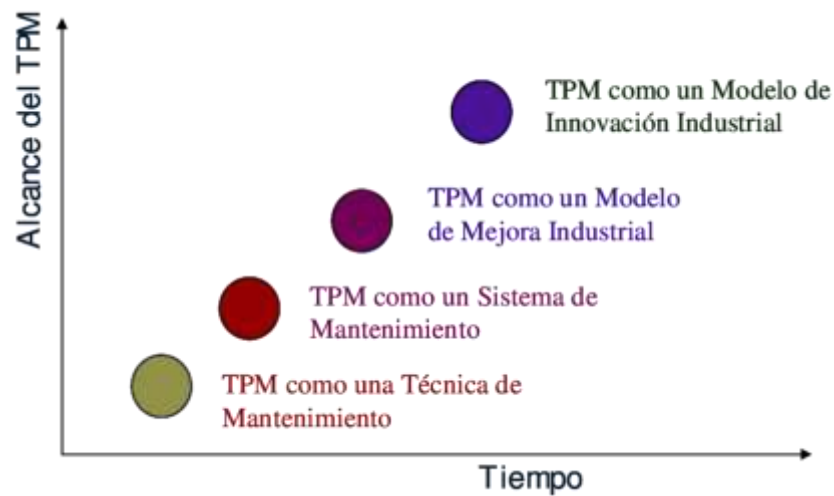


Figura 3: Evolución del mantenimiento productivo total, [14].

1.3.6.2. Mantenimiento Productivo Total

El TPM es una metodología de mantenimiento que centra su alcance en establecer una conexión óptima entre el personal y los equipos, es decir que todo operario cuyo trabajo está vinculado a algún equipo, también debe estar vinculado a la conservación y mantenimiento del mismo [10]. Otro autor nos hace un énfasis que esta metodología de mantenimiento ayuda significativamente en la mejora estructural de la empresa, partiendo de una reorganización de personal y mejora de la eficiencia de los equipos [15]. En resumen, el TPM fomenta el desarrollo de conservación en el trabajo en el que siempre exista alguna unión o conexión entre el hombre, la máquina y la empresa.

Tabla 1: Mantenimiento Productivo Total, [15].

Mantenimiento	Conservar las áreas en óptimas condiciones
Productivo	Promover la productividad empresarial
Total	Todo el personal

1.3.6.3. Alcances del TPM



Figura 4: Alcance principal del TPM, [16].

El alcance general que se busca establecer con la implementación del TPM es incrementar en su totalidad la eficiencia de los equipos y sistemas que intervienen en la productividad para disminuir las pérdidas en la producción que se presentan debido a los fallos suscitados en la maquinaria. En otras palabras, el TPM busca mantener en óptimas condiciones los equipos, de esa manera alcanzar una mayor eficiencia productiva eliminando los paros innecesarios que solo perjudican a la empresa y esto se logra a través del mantenimiento cuidadoso y detallado que se dé a los equipos, ya que si no hay paros imprevistos tampoco hay pérdidas en la producción [16], esto quiere decir:

- Sin averías
- Sin defectos
- Sin accidentes
- Sin pérdidas

Actualmente se puede decir que los alcances específicos que se desglosan del alcance principal del TPM son 3: estratégicos, operativos y organizativos.

1.3.6.3.1. Alcance estratégico

El desarrollo del mantenimiento productivo total (TPM) proporciona ayudas para adquirir capacidades competitivas a nivel empresarial, ya que fomenta la mejora y desarrollo de la efectividad en los sistemas de producción, aumenta la noción de respuesta ante algún evento inesperado [17].

1.3.6.3.2. Alcance operativo

Así como existe el alcance estratégico, también existe el alcance operativo. Algunas de las metas que se busca a nivel empresarial con la implementación del TPM es que los equipos operen y realicen las actividades sin ningún tipo de contratiempo, el contratiempo puede presentarse por avería o fallo De la misma manera busca evitar cualquier tipo de pérdida, más bien se enfoca en incrementar la fiabilidad y vida útil de los equipos [17].

1.3.6.3.3. Alcance organizacional

Una de las metas importantes del TPM es el fortalecimiento y unión del trabajo en grupo, además de brindar en lo máximo posible el ambiente para que todo el personal de la empresa se sienta a gusto y pueda desarrollar sus habilidades en beneficio de la empresa. Todo esto con la finalidad alcanzar una mejor organización y a la vez establecer ambiente cómodo, fiable, productivo y recreacional para el trabajador [17].

1.3.6.4. Pilares del TPM

El TPM tiene como fundamento y sustentación a ocho columnas que ayudan a desarrollarlo de mejor manera, los cuales también son llamados por el JIPM como “pilares”; todos estos sirven de soporte y ayuda para el desarrollo e implementación de un sistema ordenado de producción. Y toda esta agrupación en general está sobre fundamentada en la correcta aplicación y ejecución de las 5 “S” [18].



Figura 5: Pilares del TPM, [18].

1.3.6.4.1. Mejoras Enfocadas

El término mejoras enfocadas hace referencia a la clase de método que utilizamos para encontrar una puerta abierta para el desarrollo dentro de la planta, esta puerta abierta debe disminuir o eliminar un desperdicio, puede descubrir herramientas clave que nos ayuden a encontrar diversas mejoras en beneficio de la empresa [18].

Las mejoras que se pueden llegar a encontrar ayudan y facilitan la reducción y eliminación oportuna de las averías, las técnicas de mejoras enfocadas se basan en los pasos del reconocido ciclo Deming (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) [19].

Este sistema nos habla acerca de tipos de pérdidas a eliminar, la cuales son:

- Averías en los componentes principales.
- Retrasos en los procedimientos.
- Paradas sin previo aviso.

1.3.6.4.2. Mantenimiento Autónomo

En este pilar se trata de realizar una conexión entre las tareas del operador con las tareas de mantenimiento, para disminuir el despilfarro de tiempo ya que en muchas de las ocasiones el operador mismo tiene mayor conocimiento de la máquina ya que pasa en más contacto con la misma. El operador debe estar preparado para hacer cambios en el diseño o algún mantenimiento esencial, pero explícitamente informa sobre las fallas particulares, además de realizar modificaciones, engrase y mantenimiento básico [18]. Si poseen este conocimiento, los operadores se darán cuenta de la relevancia que tiene conservar el ambiente y condiciones de trabajo en los que se desenvuelven los mismos. Además, se darán cuenta de la necesidad e importancia de realizar análisis periódicos para prevenir algún fallo en los equipos[19].

Algunas de las implantaciones que ayudan a cumplir son:

- Aseo y limpieza
- Ejecutar actividades de mantenimiento preventivo.
- Desarrollar técnicas de visualización e inspección.
- Estandarizar procesos y procedimientos.

1.3.6.4.3. Mantenimiento Planificado

Este pilar habla acerca del orden y planificación al momento de ejecutar la metodología de mantenimiento, esto implica que se debe proporcionar de una buena variedad de información y excelente análisis; para luego tener la opción de planificar el mantenimiento que descubra cómo disminuir los gastos e incrementar la accesibilidad [18].

Además, trata de enfocar que se debe conservar el equipo en óptimas condiciones con la finalidad de mitigar paros inoportunos e innecesarias, las cuales en la mayoría de las ocasiones resultan perjudiciales para la empresa [19].

Para conseguir esto se determinan diferentes medidas como son:

- Análisis y control de repuestos.
- Detallar los análisis realizados.
- Establecer tareas de lubricación rutinarias.
- Ejecutar rutinarios de mantenimiento programado.

1.3.6.4.4. Calidad en el mantenimiento

Este pilar no solo se basa en la frecuencia de mantenimiento, sino en la forma y manera que se efectúa el mismo ya que muchas de las ocasiones se llegan a realizar mantenimientos con carencia de detalle, lo cual resulta perjudicial para el equipo y afecta indirectamente a la producción. Al momento de realizar un mantenimiento e inspección adecuado se llega a asegurar la prolongación de la vida útil del equipo y también se llega a establecer lapsos más largos de tiempo en cuanto a la ejecución de mantenimientos correctivos. Por esta razón se cree conveniente la unión e integración de todos para identificar la causa y dar solución al problema [18].

Para iniciar con esta labor se debe tener en cuenta las siguientes medidas:

- Ejecutar procedimientos de mantenimiento enfocados al cuidado del equipo.
- Realizar actividades de mantenimiento en base a sugerencias del fabricante, experiencia laboral y otros criterios que sean en beneficio.
- Observar el comportamiento regular del equipo para prevenir algún tipo de falla, adelantándonos al acontecimiento.

1.3.6.4.5. Prevención del Mantenimiento

Se trata de organizar, analizar e investigar acerca de nuevas implementaciones de maquinaria y obtener datos de mantenimiento, las cuales podrían ser de utilidad en la empresa, para realizar esto, primero se debe analizar o rediseñar procesos, realizar una verificación de nuevos proyectos, ejecutar un test de operación y finalmente determinar las ventajas y desventajas de la nueva instalación [19].

1.3.6.4.6. Mantenimiento en áreas administrativas

Este pilar se basa en el reforzamiento de cada una de las funciones para el mejoramiento de la organización y el fortalecimiento de todas las áreas. Para lograr esto, la mayoría de las veces es necesaria la ejecución del mapa de cadena de valor transaccional para lograr identificar nuevas oportunidades y luego realizar un análisis de los proyectos que se pueden añadir para obtener una mejora en los tiempos y disminuir errores. En resumen recalca que para lograr la meta anhelada todos deben ser partícipes del mismo, desde la alta gerencia hasta el operador, todos unidos por el beneficio de la empresa[18].

1.3.6.4.7. Polivalencia y desarrollo de actividades

El desarrollo de capacidades es fundamental en la formación ya que debe ser polivalente y de acuerdo a las necesidades que surgen tanto en la empresa como en la organización, la mayoría de las veces muchos de los fallos o desperdicios que se producen se deben a que los operadores no se encuentran bien capacitados, para esto se debe tener una planificación de formación para el personal, ya que, aunque no parezca al final todo resulta en beneficio para la empresa [16,17].

Algunas de las recomendaciones más utilizadas en las empresas para el cumplimiento de este pilar son:

- Analizar e identificar carencias de conocimiento en los trabajadores.
- Fomentar la capacitación del personal.
- Adquirir conocimiento y saber compartirlo con los demás.
- Cooperar con las áreas relacionadas al trabajo.
- Analizar y resolver leves problemas para adquirir conocimiento.

1.3.6.4.8. Gestión de seguridad y entorno

Así mismo como se realiza un énfasis en que el mantenimiento debe ser dirigido por el personal mismo, también es de importancia saber impartir capacitaciones, charlas o cursos acerca de la seguridad en el entorno laboral. Ya que algunos de los accidentes laborales son suscitados por la falta de conocimiento. Así mismo se enfoca en la adquisición de los equipos de protección personal adecuados para cada actividad de mantenimiento y obligar al operador a utilizarlo al momento de realizar las actividades predestinadas. En resumen, este pilar realiza un énfasis en la gestión por el bienestar, salud y seguridad ocupacional de cada uno de los trabajadores [18].

Algunas actividades descritas para el cumplimiento son:

- Incentivar el orden y limpieza.
- Establecer medidas de seguridad.
- Evitar la contaminación del medio ambiente.
- Determinar puntos estratégicos para la acumulación de residuos.
- Fomentar el uso de los equipos de protección.

1.3.6.5. Estrategia de las 5 “S”

Como se ha mencionado con anterioridad, el éxito para alcanzar la metodología del TPM está sustentada en la correcta aplicación y ejecución de las 5 “S”, el cual como se muestra en la figura 5 es el fundamento principal del mismo. Esta filosofía cuyo origen parte de palabras japonesas, está orientado a fomentar la clasificación, el orden y la limpieza en las diferentes áreas de trabajo. Existe una frase que dice “La empresa más limpia no es la que más se barre sino la que menos se ensucia” [19].

Las cinco palabras japonesas que hacen referencia a esta filosofía son:

- Seiri cuyo significado es Clasificar.
- Seiton cuyo significado es Orden.
- Seiso cuyo significado es Limpieza.
- Seiketsu cuyo significado es Estandarizar.
- Shitsuke cuyo significado es Disciplina.

1.3.6.5.1. Seiri (Clasificar)

La primera “S” hace referencia a la identificación de elementos necesarios e innecesarios y su posterior clasificación, ya que muchas de las ocasiones esos objetos innecesarios pueden ser trabas que afectan indirectamente en el desarrollo de diversas actividades dentro de las cuales pueden estar las de mantenimiento. Además, permite tener una visión clara de donde están las cosas y evitar pérdidas de tiempo al momento de buscarlas. [19].

Como guía para la toma de decisiones es guiarse en las preguntas que se muestran en la figura 6.

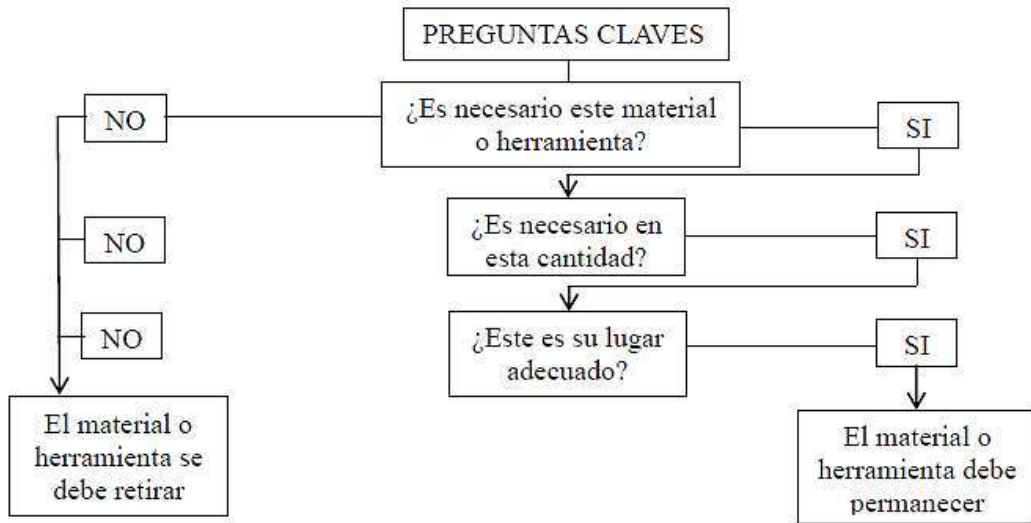


Figura 6: Preguntas (SEIRI), [4].

1.3.6.5.2. Seiton (Orden)

La segunda “S” es la continuación de la primera, una vez que los elementos necesarios e innecesarios son identificados se debe proceder a reubicarlos, eliminarlos, repararlos, etc. En la mayoría de las veces se opta por reubicarlos ya que no se puede estar seguro de nunca más volverlos a utilizar, entonces al momento de proceder a ordenar los elementos el personal sabrá donde está ubicada cada cosa y se da cumplimiento a la frase que dice “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”, además que facilita la apertura de la tercera “S” la cual trata acerca de la limpieza en las áreas de trabajo con la finalidad de evitar focos de suciedad que afecten a los equipos [19].

1.3.6.5.3. Seiso (Limpieza)

Limpieza absoluta del sitio de trabajo y maquinaria utilizada. La tercera “S” hace referencia a realizar una limpieza frecuente del entorno con la única finalidad de mantener la comodidad y el buen aspecto en el sitio de trabajo. Para lo cual es necesario incentivar y motivar a los trabajadores a realizarla, ya que esto permite tener una mejor adaptación al sitio de trabajo y por ende desempeñar de mejor manera las actividades programadas a realizar [19].

La buena limpieza es de importancia, que no solo se trata del sitio de trabajo sino también de mantenerla en los equipos o maquinaria utilizados, ya que una buena limpieza puede permitir al operador verificar si existe alguna fuga de fluido, desprendimiento de tornillos e incluso partes deterioradas [18].

Algunas recomendaciones que fomentan la mejora son:

- Añadir limpieza como parte del trabajo diario.
- Conservar los elementos en óptimas condiciones.
- Centrarse más en la neutralización de las fuentes de suciedad que en sus posibles consecuencias.

1.3.6.5.4. Seiketsu (Estandarizar)

La estandarización hace referencia a mantener las metas logradas con anterioridad como los son: (clasificación, orden y limpieza). Para la cual es necesario establecer normativas que fomenten los hábitos mencionados, y desarrollar algunas cuestiones que ayuden a determinar si se está dando cumplimiento o no. [19].

Para el cumplimiento de la cuarta “S” se debe:

- Incentivar en los trabajadores hábitos de orden y limpieza.
- Conservar las metas logradas con anterioridad.
- Establecer horarios de ejecución de actividades.
- Evaluar la eficiencia y rigor con el que se aplican.

1.3.6.5.5. Shitsuke (Disciplina)

Y por último tenemos la disciplina, que más que una filosofía es un hábito con el cual se desea alcanzar y mantener todo lo logrado con anterioridad, fomentando el criterio de disciplina y motivación en los trabajadores para alcanzar la meta anhelada. La aplicación y ejecución de esta última “S” depende directa y proporcionalmente del éxito y responsabilidad con la que se haya implantado la ejecución de las 4 “S” anteriores a lo largo del proyecto [19].

La disciplina estable que se debe:

- Acatar en su totalidad las normas y estándares.
- Mantener las filosofías logradas para conservar las condiciones de trabajo anheladas.

Tabla 2: Tabla simplificada de las 5 "S", [19].

SEIRI (Clasificar)	SEITON (Orden)	SEISO (Limpieza)	SEIKETSU (Estandarizar)	SHITSUKE (Disciplina)
Diferenciar los elementos útiles de los no útiles	Ordenar elementos útiles identificados	Limpiar después de realizar alguna actividad o mantenimiento	Establecer metodologías de limpieza	Fomentar el cumplimiento en cada uno de los trabajadores
Dejar que permanezcan solo los elementos útiles	Establecer áreas para el desarrollo de actividades	Fomentar la limpieza periódica	Dar cumplimiento a las metodologías en los lugares de trabajo	No esperar que alguien te ordene que realices la limpieza
Optar por eliminar o reubicar los elementos no útiles	Crear lugares específicos para la ubicación de los mismos	Identificar puntos de suciedad	Mantener el orden y limpiezas en todas las áreas	Motivar a los trabajadores acerca de la importancia de lo logrado
Realizar un análisis periódico acerca de elementos	Mantener cada elemento en su respectivo lugar	Tratar de eliminar o reducir aquellos puntos identificados	Recibir sugerencia benéfica por parte de los operadores	Establecer horarios de auditorías para verificar el cumplimiento

1.3.6.6.Implantación del TPM

Para dar inicio a la implementación del TPM se debe empezar optar e incentivar en el operario el mantenimiento básico, frecuente y periódico de la maquinaria, debido a que es quien conoce mejor la máquina. Para lo cual se han ido desarrollando una serie de pasos que están especificados en la tabla 3.

Tabla 3: Etapas de implantación del TPM, [11].

ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DEL TPM		
ETAPA DE INICIACIÓN	1	Compromiso de la alta gerencia
	2	Campaña de difusión del método
	3	Definición del comité y nombramiento de responsables
	4	Política básica y metas
	5	Plan piloto
ETAPA DE IMPLANTACIÓN	6	Inicio de implantación
	7	Kobetsu - Kaisen
	8	Mantenimiento Autónomo
	9	Eficacia de equipos
	10	Eficiencia global
	11	Seguridad, higiene y ambiente agradable
ETAPA DE CONSOLIDACIÓN	12	Aplicación plena del TPM

1.3.6.6.1. Compromiso de la alta gerencia

Par dar inicio a la implementación del TPM es necesario el compromiso de todos, desde el más alto dirigente hasta el operador, ya que todos deben aportar con conocimientos y estrategias para el desarrollo y mejora de la empresa [5].

1.3.6.6.2. Difusión del método

Una vez que se cuenta con el apoyo de la directiva se procede a informar al resto de los trabajadores de la decisión tomada para que todos sean partícipes del mismo y puedan cooperar a lo largo de la implementación de ésta metodología [3,17].

1.3.6.6.3. Definición del comité y nombramiento de los responsables

Entre la directiva o el personal superior se debe establecer un comité responsable que se encargue de la verificación y avance del procedimiento del mismo, con la finalidad de que ellos determinen mejoras, ideas u opiniones para el desarrollo del mismo [5].

1.3.6.6.4. Política básica y metas

Se deben realizar un análisis de las condiciones actuales de la empresa y establecer las metas a las cuales se desea llegar o alcanzar y proceder a describir las actividades que ayudarán a alcanzar la meta [5].

1.3.6.6.5. Plan maestro del TPM

Se debe realizar una reunión y especificar que se va a dar inicio con la implementación de la metodología para lo cual se debe decidir sobre que equipos se va a empezar, una vez decidido esto se debe proceder a realizar [18]:

- Levantamiento de información detallada de los elementos y equipos.
- Metodologías y filosofías a utilizar
- Descripción de actividades a desarrollar en el plan de mantenimiento.
- Desarrollo de gamas de mantenimiento.

1.3.6.6.6. Inicio de Implantación

Este es el primer paso dentro de la etapa de implantación. Una vez se haya finalizado con la etapa de iniciación se debe proceder a informar al personal sobre el cambio que realizará la ejecución del mismo ya que todos los empleados deben realizar un cambio en sus rutinas diarias de trabajo y empezar a ejecutar el TPM. Por parte de la directiva se debe estimular e incentivar el cambio y es recomendable visitar los diferentes departamentos verificando que los objetivos a ser alcanzados se hayan acatado de la manera correcta [18].

1.3.6.6.7. Kobetsu – Kaisen

La metodología “Kobetsu – Kaisen” hace referencia al levantamiento de información detallada acerca de las necesidades de mejora de algún equipo, el cual deberá ser efectuado por un equipo de personal capacitado para disminuir y eliminar las pérdidas [18].

1.3.6.6.8. Mantenimiento autónomo

Esta parte del mantenimiento es la que permite al operador a controlar y verificar su equipo. Es decir, no hay mejor persona que detecte comportamientos anormales de la máquina que la misma persona que dedica gran tiempo a la misma [19].

1.3.6.6.9. Eficacia de equipos

En este punto se busca establecer las condiciones necesarias para disminuir o eliminar los defectos ocasionados en los productos y facilitar el control de los equipos [19].

1.3.6.6.10. Eficiencia global

Para adentrarnos en la eficiencia global primero se deberá hacer referencia al desarrollo y ejecución del JIT (Just In Time). El JIT es una filosofía que busca promover la disminución y eliminación de todo aquello que produzca desperdicios en el proceso de producción, desde la obtención de materia prima hasta la elaboración y distribución de los productos. Con esto se busca incrementar la eficiencia de manera realista con actividades estratégicas y tácticas en el ámbito de oficinas, máquinas y personal operativo [19].

1.3.6.6.11. Seguridad, higiene y ambiente agradable

Una de las características del TPM es que se preocupa bastante por el bienestar del personal, tanto que dedica un punto para hablar acerca de la importancia del mismo. Es decir, trata de desarrollar un análisis e implantación de “Sugerencias de seguridad”, así como también al control y eliminación de condiciones inseguras en el área de trabajo y condiciones perjudiciales al medio ambiente [5].

1.3.6.6.12. Aplicación plena del TPM

El último paso es la consolidación total de la metodología y también trata de conservar todo lo logrado con anterioridad y realizar mejoras en cada una de las actividades, así como también llevar un registro de todos los cambios que han ido suscitando en la empresa a lo largo de la implementación, destacando los aspectos positivos y negativos y darse cuenta de la importancia del mismo. Además, resulta de importancia establecer normas y criterios para verificar si es que el mensaje de desarrollo está claro en cada uno de los trabajadores [19].

1.3.6.7. RCM

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una metodología de mantenimiento organizada que sirve para la obtención y planificación de mantenimientos empresariales, funciona adecuada y perfectamente con el mantenimiento productivo total. El RCM sirve como ayuda para el desarrollo del mantenimiento preventivo y programado en el cual se utiliza como soporte el análisis modal de fallos y efectos (AMFE) y la evaluación de criticidad [17].

1.3.6.8. AMFE

La filosofía AMFE está diseñada para el desarrollo y detección de posibles modalidades de fallo, las cuales pueden suscitar en equipos, sistemas o componentes. Es una ayuda que se ha desarrollado en el ámbito del mantenimiento ya que ayuda a aclarar ciertas dudas de funcionalidad, está compuesta de diversos ítems los cuales se debe ir llenando con la información adecuada para obtener los mejores resultados [19].

El modo de fallo se determina y se analiza como la manera en la que se produce este cese de aptitudes del elementos para realizar sus funciones y la avería es el estado en el que se encuentra el elemento una vez que ha fallado, es decir es la consecuencia de un fallo [22].

1.3.6.9. Índices de ponderación

En [23] se menciona e indica algunos criterios de valoración que van desde el número 1 hasta el número 10, los cuales se pueden tomar en cuenta para la ponderación y determinación de la probabilidad de ocurrencia del modo de fallo.

Los índices que se toma a consideración son los siguientes:

- Índice de frecuencia (F)
- Índice de gravedad (G)
- Índice de detectabilidad (D)

1.3.6.9.1. Índice de frecuencia (F)

Es el índice de frecuencia hace referencia a la periodicidad con la que llega a ocurrir el fallo [23].

Tabla 4: Frecuencia (F), [21].

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos , ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos . Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

1.3.6.9.2. Índice de Gravedad (G)

Índice de gravedad hace referencia a la importancia o relevancia del efecto del modo de fallo potencial y como afecta a la productividad [23].

Tabla 5: Gravedad (G), [21].

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente . El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

1.3.6.9.3. Índice de detección (D)

En este índice se indica la facilidad de detección, es decir si el fallo se puede detectar a tiempo o se presentan inconvenientes [23].

Tabla 6: Detectabilidad (D), [21].

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

1.3.6.9.4. Índice de prioridad de riesgo

El índice de prioridad de riesgo es el que se obtiene como resultado de la multiplicación de los tres factores mencionados anteriormente (índice de frecuencia, índice de gravedad e índice de detección).

$$IPR = F * G * D \quad (1)$$

Donde:

F = Frecuencia

G = Gravedad

D = Detectabilidad

El IPR (Índice de prioridad de riesgo) permite evaluar los diversos grados de peligro y organizarlos según las prioridades. Estas prioridades deciden sobre cuales modos de fallo es importante llevar a cabo actividades de corrección, con la razón principal de disminuir las averías [21]. Con el cálculo del IPR también facilita en parte el análisis de la evaluación de criticidad, ya que como son filosofías que parten de la misma metodología se complementan y ayudan a tomar las mejores decisiones sobre mantenimiento, a la vez que proporcionan información válida para el desarrollo de las gamas de mantenimiento y por ende del plan de mantenimiento [23].

1.3.6.10. Análisis de criticidad

El análisis de criticidad es un complemento que ayuda a enfatizar el orden en el se pueden ir desarrollando averías en los equipos, es decir, brinda una ayuda para priorizar los elementos que están más susceptibles a sufrir algún tipo de daño o avería. Mediante este análisis se logra determinar por medio de valores la jerarquización de los mismos [14].

La ecuación con la que se puede determinar la criticidad es la siguiente:

$$C = FF * CO \quad (2)$$

Donde:

C = Criticidad total del elemento

FF = Frecuencia de fallas en un periodo de tiempo

CO = Consecuencias de los fallos

$$CO = (IP * FO) + CM + SHA \quad (3)$$

Donde:

IP = Factor de impacto operacional

FO = Factor de flexibilidad operacional

CM = Factor de costes de mantenimiento

SHA = Factor en seguridad, higiene y ambiente

Para reflejar todos los resultados y datos adquiridos mediante el análisis de criticidad se ha establecido un gráfico en el cuál se plasman todos los resultados, para ayudar a jerarquizarlos de mejor manera. Se puede representar los resultados en la matriz de criticidad, como la que se detalla en la tabla 8, la cual posee un código de colores que nos permiten identificar el orden de la intensidad de riesgo del sistema o equipo bajo análisis [14].

Tabla 7: Matriz de criticidad, [22].

FRECUENCIA	4	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
CONSECUENCIA																								

Tabla 8: Niveles de criticidad, [22].

Criticidad Baja	Menores de 30
Criticidad Media	Entre 30 y 50
Criticidad Alta	Mayores de 50

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Desarrollar un plan de mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para el sistema de captación, conducción y casa de máquinas en la central hidroeléctrica Rio Verde Chico.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento y codificación de los principales equipos mecánicos que intervienen en el sistema de captación, conducción y casa de máquinas mediante fichas técnicas para obtener la información y características necesarias.
- Establecer indicadores de fallo y criticidad de los principales equipos mecánicos que intervienen en el sistema de captación, conducción y casa de máquinas de la central hidroeléctrica en base a un análisis con técnicas y métodos de mantenimiento productivo total.
- Diseñar el plan de mantenimiento basado en el TPM para los componentes de criticidad elevada en los sistemas de captación, conducción y casa de máquinas de la central hidroeléctrica Rio Verde Chico.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Para el sustento del proyecto técnico que se realizará a continuación es necesario definir la metodología que se efectuará, así como también los materiales y recursos, los cuales se detallan a continuación.

2.1. Recursos

2.1.1. Recursos materiales

Tabla 9: Materiales utilizados, Autor

MATERIALES	
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Computador	Dispositivo utilizado para la elaboración de fichas técnicas, matrices AMFE y de criticidad, así como también las gamas de mantenimiento en sus respectivos programas
Manuales de mantenimiento de los fabricantes	Instrucciones e indicaciones detalladas sobre las actividades a realizarse en los respectivos equipos y maquinaria
Manuales de operación	Información detallada acerca del respectivo funcionamiento de las máquinas y equipos
Bitácora	Información sobre los daños detectados en los equipos y mantenimientos realizados
Planos	Información detallada sobre las dimensiones de construcción en el sistema de captación, conducción y casa de máquinas

2.1.2. Recursos humanos

- Docente tutor: Ing. Jorge López
- Ejecutor del proyecto técnico: Christian Andrés Casco Andrade

2.1.3. Recursos institucionales

- Bibliografía (Libros, tesis, etc.)

2.2. Métodos

La metodología utilizada en el presente proyecto técnico se basa en el mantenimiento productivo total (TPM), el cuál realiza un enfoque en el mejoramiento de la relación hombre – máquina, además integra un enfoque en la aplicación de las 5 “S” previa a la elaboración de la matriz AMFE y obtención de las gamas de mantenimiento con la única finalidad de establecer condiciones de trabajo las cuales favorezcan la ejecución de tareas en forma ordenada, organizada y limpia.

2.2.1. Método de Investigación

2.2.1.1. Investigación Descriptiva

Este tipo de investigación se la realiza con la finalidad de obtener una descripción del entorno real de cada uno de los componentes que intervienen en los diferentes sistemas utilizados para la obtención de energía en la central, además, con esta información se realiza la descripción detallada de los posibles modos de fallo para cada uno de los componentes mecánicos que intervienen en los diferentes sistemas.

2.2.1.2. Investigación bibliográfica

Este tipo de investigación es utilizada para la obtención de la información necesaria y requerida en relación al trabajo realizado (Mantenimiento Productivo Total) a través de la revisión de fuentes bibliográficas de confianza, como los son: libros, artículos científicos, artículos de revista, trabajos de grado y páginas web.

2.3. Plan de procesamiento y análisis

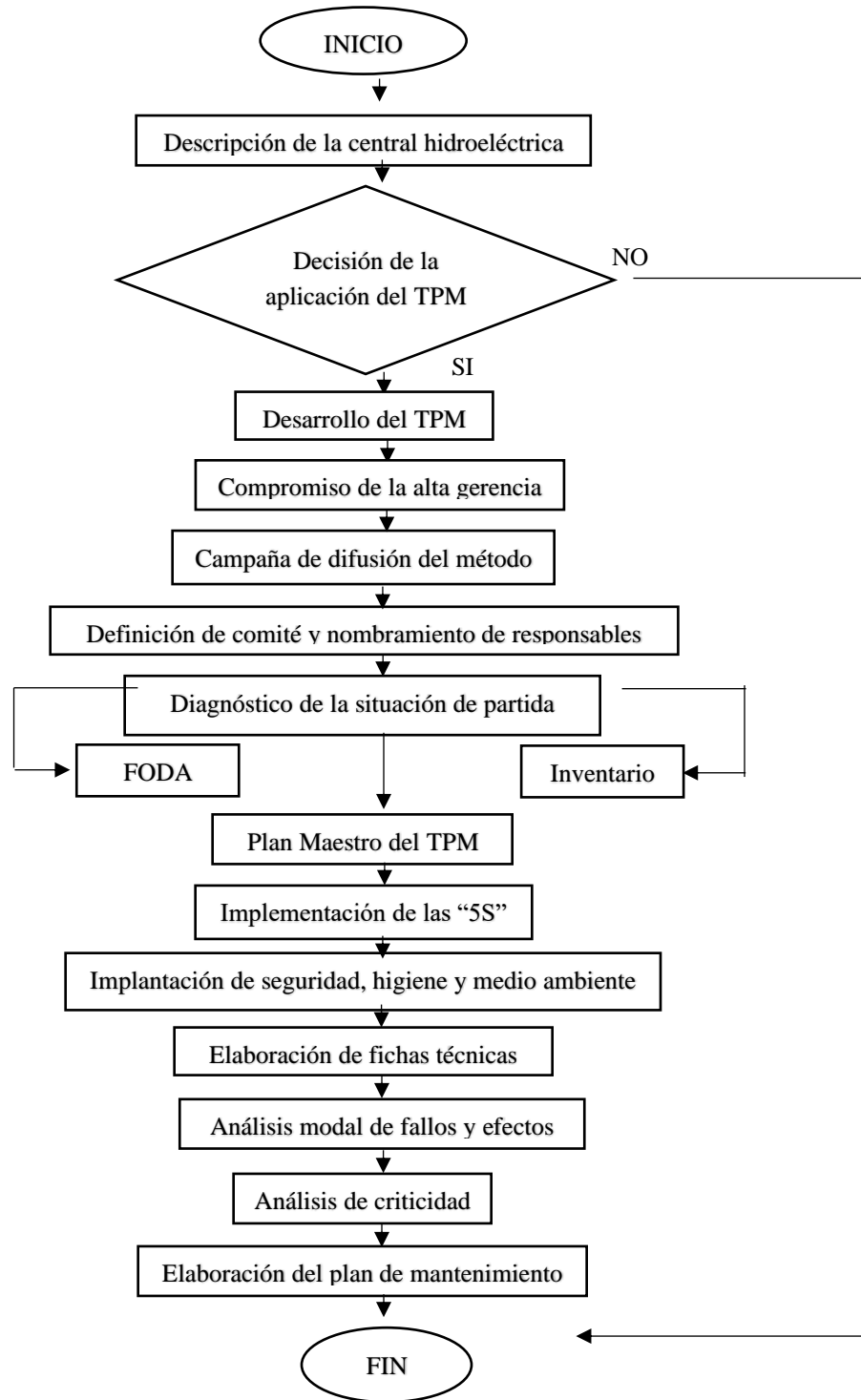


Figura 7: Diagrama de procesos, Autor.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

En el desarrollo del siguiente proyecto se utilizarán las siguientes siglas:

HRVC: Hidroeléctrica Río Verde Chico

SCA: Sistema de captación

CM: Casa de máquinas

SCO: Sistema de conducción

3.1. Descripción de la central hidroeléctrica

3.1.1. Información de la empresa

La central hidroeléctrica Río Verde Chico actualmente está ubicada en la provincia de Tungurahua, ciudad Baños de Agua Santa, parroquia Ulba, es un proyecto de la empresa HIDROSIERRA S.A., el nombre de la central se debe a que está situada en un tramo del río y caserío que lleva el nombre de Río Verde Chico.

Este proyecto está diseñado para una potencia nominal de 10MW y genera un aproximado de 78,4 GWh/año, la obtención de la energía hidroeléctrica proviene de 2 turbinas Pelton (5MW cada una), con una caída de neta de 235 m y un caudal de 2600 l/s. En la tabla 10 se detallan algunas características técnicas de la central.

Tabla 10: Características técnicas de la central, Autor.

Potencia instalada	10 MW
Caída bruta	235 m
Longitud tubería de conducción	2546 m
Longitud tubería de presión	453 m
Tipo de turbina	Pelton de eje horizontal
Caudal ecológico	0,84 m ³ /s
Subestación	6.9 – 69 KV

3.1.2. Obras principales

3.1.2.1. Obra de captación

La obra de captación está construida a una distancia considerable de casa de máquina, cerca del caserío El Porvenir, se detalla que está compuesta por un azud 7.70 m de altura y 22 m de longitud, en el cual para provocar el embalse del río se cuentan con dos compuertas radiales al inicio del mismo.

El sistema de captación logra captar 5.2 m³/s, el cual después pasa por el desarenador, del desarenador sigue el tanque de carga o almacenamiento para su posterior ingreso en el sistema de conducción el cual consta de dos tipos de tubería (alta presión y baja presión) para su posterior llegada a casa de máquina e inicio de la generación eléctrica.

3.1.2.2. Obra de conducción

El fluido que se logra captar en el sistema de captación, parte del tanque de carga y emprende su viaje por medio de una tubería de acero de baja presión, la cual está ubicada en un túnel de 2753 m que sale de captación y termina cerca de casa de máquinas a una altura considerable, sale de la tubería de baja presión y se une a la tubería de alta presión, esta tubería tiene un diámetro de 1400 mm.

3.1.2.3. Tubería de presión

La tubería de baja presión está conectada con la tubería de alta presión a la salida del túnel, tiene un diámetro de 1400 mm y una longitud total de 303 m, esta tubería es la encargada de trasladar el fluido hasta un bifurcador cerca de casa de máquinas para su posterior distribución a cada una de las turbinas.

3.1.2.4. Casa de máquinas

Casa de máquinas se encuentra cerca del caserío río verde chico, en ésta estructura se encuentran alojadas las turbinas, bifurcador, generador, subestación y todos los demás componentes que intervienen en la generación de electricidad.

3.1.2.5. Subestación

La subestación está a 10 m de casa de máquinas, la cual cuenta con un transformador para elevar a 69 KV y su posterior envío al sistema interconectado del país.



Figura 8: Casa de máquinas y tubería de presión HRVC, Autor.



Figura 9: Turbinas Pelton de 5MW HRVC, Autor.



Figura 10: Captación HRVC, Autor.

Actualmente Hidrosierra S.A. está compuesto jerárquicamente por los siguientes departamentos y personal, tal como se muestra a continuación:

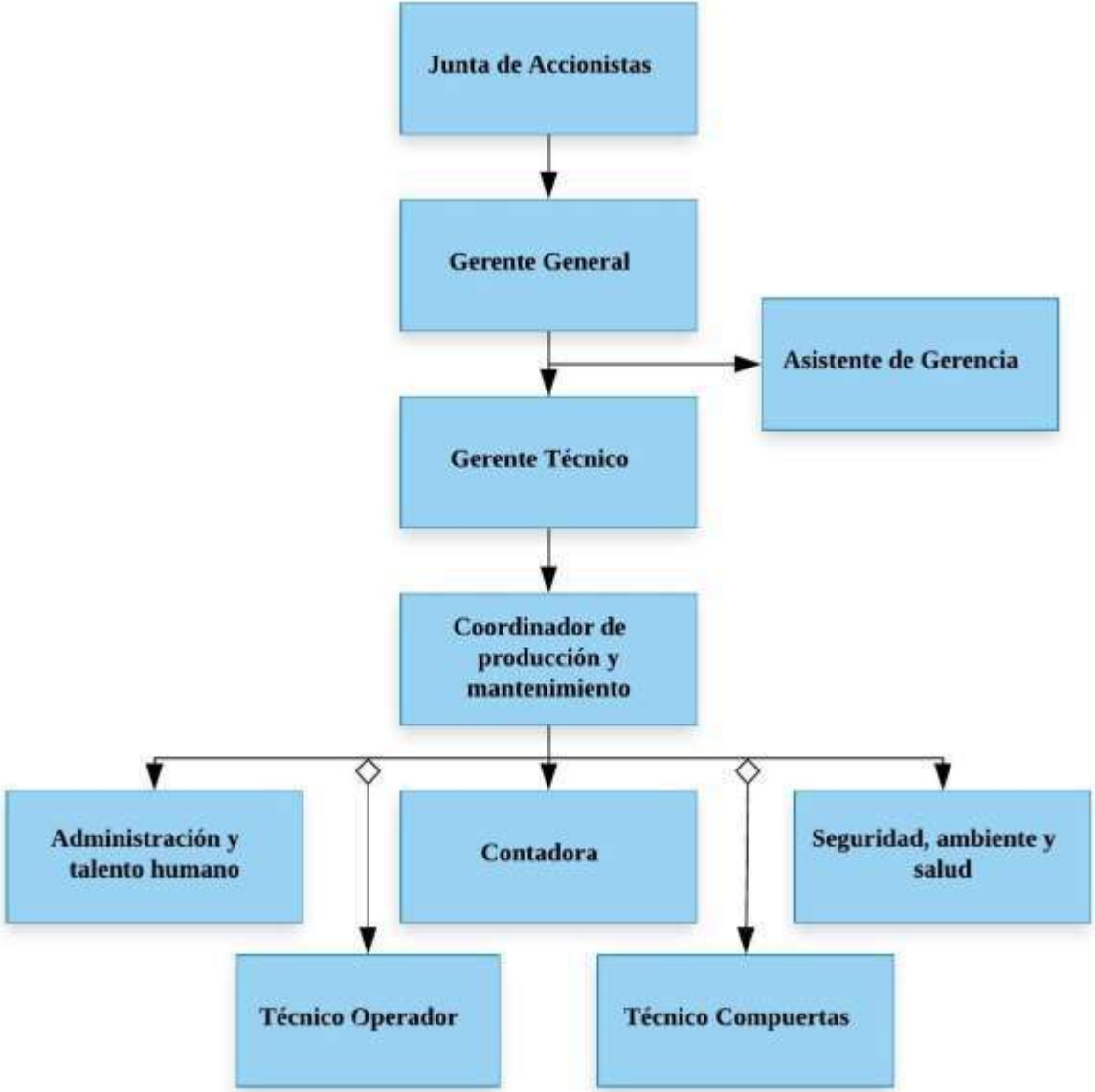


Figura 11: Estructura administrativa HRVC, Autor.

3.2. Desarrollo del TPM

Para el desarrollo e implementación del TPM en la central hidroeléctrica río Verde Chico se tomará en cuenta el sistema de captación y casa de máquinas debido a que los dos sectores cuentan con instalaciones en las cuales se puede aplicar las 5 “S” que es parte del TPM y para conducción se realizara un plan de mantenimiento enfocándonos en los componentes principales. En la implementación del mismo nos basaremos en el modelo de casa del TPM (ver figura 5), partiendo desde su base y posteriormente siguiendo por los pilares para alcanzar la meta prevista. Para alcanzar esta meta se aplicará la etapa inicial que consta de 5 pasos (ver tabla 3), terminando con la quinta etapa la cual constaría de toda la información global necesaria y detallada de un plan para la ejecución dentro de la empresa. La HRVC deberá ejecutar y analizar la eficacia de equipos, eficiencia global, el mantenimiento autónomo y de mejora continua durante mínimo cinco años con revisiones y auditorías del comité responsable para la verificación y control del mismo. Se proporcionará a la central todo el levantamiento de información (ámbito mecánico), formatos y documentación necesaria para el desarrollo de las etapas siguientes del TPM.

3.2.1. Compromiso de la alta gerencia

Partiendo del oficio emitido el día 10 de febrero del 2020 por el Ing. Jassin Länge GERENTE GENERAL HIDROSIERRA S.A. al Ing. Jorge Paredes COORDINADOR DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO, en el cual redacta que se brinden todas las facilidades necesarias para la elaboración del plan de mantenimiento mecánico basado en el mantenimiento productivo total (TPM), para constancia y ratificación verificar el Anexo 1.

3.2.2. Campaña de difusión del método

El 10 de febrero de 2020 el Ing. Jorge Paredes reúne a todo el personal para dar a conocer la decisión emitida por gerencia, en la cual se solicita la participación de todo el personal, se da conocimiento de dicha decisión a: Ing. Patricio Jaramillo Jefe de Seguridad, ambiente y salud; Ing. Narcisa Miranda Jefe de administración y talento humano; Técnicos operadores de casa de máquinas y Técnicos operadores de captación.

3.2.3. Definición de comité y nombramiento de responsables

El Ing. Jassin Länge Gerente General de HIDROSIERRA S.A., designa al Ing. Jorge Paredes quien es Coordinador de Producción y Mantenimiento como tutor empresarial y responsable en el desarrollo del proyecto, quien en conjunto con el Sr. Christian Andrés Casco Andrade, operadores de casa de máquinas y captación coordinarán el seguimiento y desarrollo del plan de mantenimiento basado en el TPM para los principales componentes mecánicos de la central.

3.2.4. Diagnóstico inicial



3.2.4.1. FODA







Figura 12: Análisis FODA de HRVC, Autor.



3.2.4.2. Inventario



Tabla 11: Inventario general HRVC, Autor.




		INVENTARIO DE MÁQUINAS			
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
1	Eléctrico	Captación	Caseta de Control, hecha en bloque conteniendo tableros de control como TMC con controlado RTU, entradas y salidas digitales, entradas y salidas analógicas y comunicación motbus, ethernet.	4	Panel de control para la integración remota de PLC de compuertas externas y para monitoreo de niveles de agua.
2	Eléctrico	Captación	Tablero de distribución TDP de 440 con by pass de ups y control de iluminación, tablero de transferencia TTA con transferencia manual y automática, medidor de energía.	4	Tableros de distribución 440V para parte de fuerza de motores eléctricos. Tablero de transferencia automática de AC
3	Eléctrico	Captación	Rack de comunicaciones RACK 2 con switch poe, convertidores de fibra óptica, ODF de para F monopolar, ups de 3KVA	4	Rack de comunicaciones para acceso remoto e integración de CCTV y sensores primarios en convertidores de fibra.
4	Control	Captación	Sistema de sensores de niveles (nivel hidrostático y nivel ultrasónico)	2	



		INVENTARIO DE MÁQUINAS			
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
5	Control	Captación	Sistema de CCTV para áreas de embalse, entrada de desarenador, salida de desarenador, cámaras de tubo de 4MP y de domo tipo PTZ de 2 MP	4	
6	Eléctrico	Captación	Transformador de servicios 150 kVA, 13.8kV/440V y transformador seco de 10 kVA de 440V/220V-110V	2	
7	Eléctrico	Captación	Centro de distribución de 220V/110V energía normalizada con mono polo, tripolar, bipolar / Centro de distribución 110 V energía regulada con breakers	2	
8	Eléctrico	Captación	Sistema de iluminación exterior (lámparas)	10	
9	Eléctrico	Captación	Sistema de iluminación para rejillas y compuertas tipo reflector.	11	
10	Mecánico / Eléctrico	Captación	Malacate eléctrico (5 toneladas)	1	
11	Control	Captación	Tableros de control para compuertas planas, TDP con PLC básico, TAN con PLC básico y PUG electromecánico	1	Tablero de control para apertura y cierre de compuertas con switch de carrera para posición de abierto y cerrado



		INVENTARIO DE MÁQUINAS			
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
12	Control	Captación	Tableros de control para compuertas radiales con skid oleohidráulico TRAD	1	SKID oleohidráulico para control de brazos hidráulicos para apertura y cierre de compuertas radiales.
13	Mecánico / Eléctrico	Captación	Motores eléctricos con caja reductora para compuertas planas de entrada al desarenador, entrada a la tubería de conducción, purga del tanque de carga y escalera de peces.	9	
14	Mecánico / Eléctrico	Captación	Generador de diésel	1	Generador diésel de 35KVA Stand by
15	Control	Captación	Fibra óptica monomodo	5	Enlace de fibra para comunicaciones y sistema de transmisiones de señales de control
16	Eléctrico	Captación	Transformador de 12MVA	1	69kV/6,9kV YNd11
17	Civil	Captación	Obra de toma, con azud, desagüe de fondo, desrripiador, desarenador de doble cámara con vertedero de excesos, tanque de carga y escalera de peces	1	



		INVENTARIO DE MÁQUINAS			
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
18	Mecánico	Captación	Compuerta radial: accionamiento de dos cilindros hidráulicos; dimensiones: 2000 mm x 2480 mm	2	Funcionan como desagüe de fondo y desarenador de la captación
19	Mecánico	Captación	Stop log para mantenimiento, accionamiento por tecla motorizado; 2129 mm x 2480 mm	1	Utilizado para mantenimiento de la compuerta radial
20	Mecánico	Captación	Rejilla de dos vanos: sección inferior, 3650 mm x 2500 mm; distancia entre barrotes: 100 mm. Sección superior, 3650 mm x 3500 mm; distancia entre barrotes: 200 mm	1	Desrripiador
21	Mecánico	Captación	Compuerta de limpieza accionamiento manual, dimensiones; 600 mm x 550 mm	1	Desrripiador, utilizada para limpieza de sedimentos
22	Mecánico	Captación	Rejilla, dimensiones: 1900 mm x 2000 mm, separación entre barrotes: 40 mm	4	Desarenador
23	Mecánico	Captación	Compuerta de accionamiento motorizado, dimensiones: 1900 mm x 1600 mm	4	Desarenador, ingreso y regulación de agua




		INVENTARIO DE MÁQUINAS			
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
24	Mecánico	Captación	Compuerta de accionamiento motorizado, dimensiones: 800 mm x 1000 mm	2	Desarenador, utilizada para la limpieza de sedimentos
25	Mecánico	Captación	Rejilla, dimensiones: 4000 mm x 3000 mm, separación entre barros: 20 mm	1	Tanque de carga
26	Mecánico	Captación	Compuerta de accionamiento motorizado, dimensiones: 1400 mm x 1400 mm	1	Tanque de carga, ingreso a la tubería de baja presión
27	Mecánico	Captación	Compuerta de accionamiento motorizado, dimensiones: 1200 mm x 1200 mm	1	Tanque de carga, utilizada para limpieza de sedimentos
28	Mecánico	Captación	Compuerta de accionamiento motorizado, dimensiones: 800 mm x 1000 mm	1	Escalera de peces
29	Eléctrico	Subestación de 69 KV HRVC	Pararrayos de alta tensión	9	IEC 60099-4
30	Eléctrico	Subestación de 69 KV HRVC	Contador de pararrayos	9	
31	Eléctrico	Subestación de 69 KV HRVC	Interruptor de potencia a gas SF ₆ para exterior	9	IEC 62271-100



		INVENTARIO DE MÁQUINAS			 
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
32	Eléctrico	Subestación de 69 KV HRVC	Medidor combinado PT/CT	9	IEC 60044-3:2012
33	Eléctrico	Subestación de 69 KV HRVC	Seccionadores de alta tensión tripolar con doble cuchilla de puesta a tierra + tablero de control	1	Salida de trafo de 69KV
34	Eléctrico	Subestación de 69 KV HRVC	Seccionadores de alta tensión tripolar con una cuchilla de puesta a tierra	2	Salida línea de Baños y salida línea Agoyán
35	Eléctrico	Subestación de 69 KV HRVC	Seccionadores de alta tensión tripolar sin cuchilla de puesta a tierra	3	Después de barra de 69 kV para cada bahía Baños y Agoyán
36	Eléctrico	Subestación de 69 KV HRVC	Sistema de iluminación por reflectores de 200 W tipo LED	4	
37	Eléctrico	Casa de Máquinas	Sistema de iluminación interno tipo LED y externo tipo LED	1	Exterior: 4 lámparas, 3 reflectores. Interno: 18 lámparas
38	Eléctrico	Casa de Máquinas	Trafo de 100 KVA de 13,8 KV a 220 V	1	Servicios auxiliares en caso de trasferencia de energía automática

		INVENTARIO DE MÁQUINAS			
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
39	Mecánico / Eléctrico	Casa de Máquinas	Válvula de mariposa bridada	2	Desagüe de la tubería en caso de mantenimiento
40	Mecánico	Casa de Máquinas	Junta de desmontaje	2	Segmento de tubería bridada para conexión con válvula mariposa
41	Mecánico / Eléctrico	Casa de Máquinas	Válvula By pass	2	Ecuilizador de presiones, previa la apertura de válvula de mariposa
42	Mecánico / Eléctrico	Casa de Máquinas	Sistema de lubricación de cojinetes	2	Lubricación del eje del generador
43	Eléctrico	Casa de Máquinas	Resistencia a tierra neutra (Neutral Point)	2	Grupo de resistencias a tierra para línea del neutro
44	Mecánico / Eléctrico	Casa de Máquinas	Generador síncrono	2	Generador síncrono de energía eléctrica
45	Mecánico	Casa de Máquinas	Turbina Pelton con eje horizontal	2	
46	Mecánico	Casa de Máquinas	Sistema hidráulico de inyectores (Governador)	2	Lubricación para abrir y cerrar los inyectores

		INVENTARIO DE MÁQUINAS			
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
47	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de panel de control unidad	2	Por unidad 1 y 2 tablero de control de generación
48	Eléctrico	Casa de Máquinas	Consola de operación + Sistema SCADA WKV	1	Sistema SCADA WKV
49	Eléctrico	Casa de Máquinas	Consola de operación + Sistema SCADA eléctrico CENACE	1	Sistema SCADA eléctrico CENACE
50	Eléctrico	Casa de Máquinas	Transformador de servicios auxiliares 100KVA	1	6,9 kV/220V
51	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de panel de control general	1	Tablero de control panel View control máquinas y MV
52	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de panel de alta tensión	1	Tablero de control y distribución HV subestación y panel View mando subestación
53	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de distribución DC 24V	1	Tableros de DC más banco de baterías 6VDC

		INVENTARIO DE MÁQUINAS			
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
54	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de distribución DC 110V	1	Tableros de DC más banco de baterías 12VDC
55	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de distribución AC	1	Tablero de transferencia automática y manual, sistema de AC
56	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de alimentador de transferencia saliente	1	MV Metal- Clad Switchgear 6.9 KV. Cubículo H1
57	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de panel de medición	1	MV Metal- Clad Switchgear 6.9 KV. Cubículo H2
58	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de alimentador generador Unidad 1	1	MV Metal- Clad Switchgear 6.9 KV. Cubículo H3
59	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de alimentador generador Unidad 2	1	MV Metal- Clad Switchgear 6.9 KV. Cubículo H4
60	Eléctrico	Casa de Máquinas	Tablero de alimentador de transferencia de estación	1	MV Metal- Clad Switchgear 6.9 KV. Cubículo H5

		INVENTARIO DE MÁQUINAS			 
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
61	Eléctrico	Casa de Máquinas	T.M.C.	1	Tablero integrado para medición comercial por IANDCECONTROL; el cual contiene medidores IONs para unidad 1, unidad 2, medidor principal y su respaldo
62	Eléctrico	Casa de Máquinas	T.T.R.	1	Tablero integrado tiempo real IANDCECONTROL
63	Eléctrico	Casa de Máquinas	Rack 1 Comunicaciones	1	Servicio de transelectric varios para enlace con CENACE
64	Civil	Casa de Máquinas	Estructura con cimentación en hormigón armado, columnas y vigas de estructura metálica. Paredes de bloque y paneles metálicos	1	
65	Mecánico / Eléctrico	Casa de Máquinas	Puente grúa de 40 toneladas	1	

		INVENTARIO DE MÁQUINAS			
		CENTRAL HIDROELÉCTRICA RIO VERDE CHICO			
		HIDROSIERRA S.A.			
ÍTEM	SISTEMA	UBICACIÓN EN LA HIDROELÉCTRICA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
66	Mecánico	Conducción	Tubería de baja presión, aproximadamente 2750 m en tubería de acero con un diámetro de 1400 mm y 6 mm de espesor.	2750	Pintada exterior e interiormente. La tubería esta soportada mediante soportes metálicos, dentro de un túnel, se empata a la tubería de presión justo a la salida del túnel
67	Mecánico	Conducción	Tubería de presión, aproximadamente 290 m en tubería de acero con un diámetro de 1400 mm y de 10 a 15 mm de espesor.	290	La tubería esta soportada en bloques de anclaje de hormigón. En el extremo que llega a casa de máquinas se empata a un bifurcador construido en acero.
Elaborado por:		Christian Andrés Casco Andrade	Fecha de elaboración:	05/02/2020	
Revisado por:		Ing. Jorge López Velástegui	Fecha de revisión:	07/02/2020	
Aprobado por:		Ing. Jorge Paredes	Fecha de aprobación:	07/02/2020	

3.2.5. Plan del mantenimiento productivo total

3.2.5.1. Selección de equipo piloto

Una vez realizado el levantamiento de información general de todos los equipos de la central hidroeléctrica río Verde Chico, se procederá a realizar una ponderación para ratificar por qué se ha seleccionado el ámbito mecánico de los componentes y maquinaria para el desarrollo del TPM, teniendo como opciones los equipos mecánicos, equipos eléctricos, equipos de control y obra civil, pero se ha descartado obra civil debido a que compete a otra área de conocimiento y también se han descartado los equipos de control debido a que cuentan con garantía de 2 años por la empresa WKV a partir de la fecha de puesta en marcha, es decir la empresa WKV es la responsable del mantenimiento en dicho sistema y si se realiza alguna modificación se perdería la garantía.

Entonces los equipos que nos quedan para analizar son los componentes mecánicos y componentes eléctricos, para lo cual se igualará el número de componentes tomando en cuenta los de mayor importancia dentro de cada sistema, todo esto se realiza con la finalidad de establecer un valor total justo y relevante para la selección de la categoría del equipo piloto.

Los criterios bajo los cuales se procederá a realizar el análisis para selección de componentes son los siguientes: Importancia de uso para evitar paradas innecesarias, criticidad, costo de reparación e índice de desgaste.

A continuación, en la tabla 12 se muestran los criterios de ponderación cuantitativos con los cuales se desarrollará la calificación de los diferentes criterios mencionados con anterioridad.

Tabla 12: Criterios de ponderación, Autor.

Criterio	Análisis	Valor
Muy bajo	Importancia nula o escasa para la HRVC	1
Bajo	Importancia mínima para la HRVC	2
Medio	Importancia considerable para la HRVC	3
Alto	Importancia relevante para la HRVC	4
Muy alto	Importancia extrema para la HRVC	5

Tabla 13: Ponderación equipos eléctricos, Autor.

SISTEMA/ COMPONENTE	EQUIPOS DE LA HRVC	Importancia de uso	Criticidad	Costo de reparación	Índice de desgaste	Total
Eléctrico	Caseta de control	5	4	3	2	14
Eléctrico	Tablero de distribución TDP	5	5	3	1	14
Eléctrico	Rack de comunicaciones (RACK 2)	5	5	3	3	16
Eléctrico	Sistema de sensores de niveles	5	5	2	1	13
Eléctrico	Sistema de CCTV para áreas de embalse	4	4	2	2	12
Eléctrico	Transformador de servicios 150 kV	5	5	4	4	18
Eléctrico	Centro de distribución de 220/110 V	5	4	2	1	12
Eléctrico	Sistema de iluminación	5	3	2	2	12
Eléctrico	Malacate eléctrico 5 Tn	4	4	4	2	14
Eléctrico	Tableros de control para compuertas	5	4	2	1	12
Eléctrico	Motores eléctricos con caja reductora	5	4	3	2	14
Eléctrico	Generador diésel	5	3	3	2	13
Eléctrico	Transformador de 12 MVA	5	4	4	3	16
Eléctrico	Pararrayos de alta tensión	5	2	3	1	11
Eléctrico	Contador de pararrayos	5	2	3	1	11
Eléctrico	Medidor combinado PT/CT	5	5	4	1	15
Eléctrico	Seccionadores de alta tensión tripolar	5	5	2	3	15
Eléctrico	Trafo de 100 KVA	5	5	5	3	18
Eléctrico	Generador síncrono	5	5	5	5	20
Total						270

Tabla 14: Ponderación equipos mecánicos, Autor.

SISTEMA/ COMPONENTE	EQUIPOS DE LA HRVC	Importancia de uso	Criticidad	Costo de reparación	Índice de desgaste	Total
Mecánico	Malacate eléctrico 5 Tn	4	4	4	1	13
Mecánico	Motores eléctricos con caja reductora	5	4	3	2	14
Mecánico	Generador diésel	5	3	3	2	13
Mecánico	Compuerta radial	5	5	5	5	20
Mecánico	Stop log para mantenimiento	5	4	3	2	14
Mecánico	Rejilla de dos secciones	5	5	3	3	16
Mecánico	Compuerta de limpieza	5	5	4	3	17
Mecánico	Rejillas	5	5	3	3	16
Mecánico	Compuertas de accionamiento motorizado	5	5	4	4	18
Mecánico	Válvula de mariposa bridada	5	5	4	4	18
Mecánico	Junta de desmontaje	5	5	3	3	16
Mecánico	Válvula by pass	5	5	4	4	18
Mecánico	Sistema de lubricación de cojinetes	5	5	5	5	20
Mecánico	Generador síncrono	5	5	5	5	20
Mecánico	Turbina Pelton con eje horizontal	5	5	5	5	20
Mecánico	Sistema hidráulico de inyectores (Governador)	5	5	5	5	20
Mecánico	Puente grúa de 40 toneladas	5	5	5	2	17
Mecánico	Tubería de baja presión	5	5	5	3	18
Mecánico	Tubería de presión	5	5	5	3	18
Total						326

En la selección de alternativas realizada, ratificamos que los equipos de mayor importancia dentro de los criterios establecidos para la ponderación son los equipos mecánicos debido al índice de desgaste, y además resulta de interés ya que corresponde a los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica, entonces se seleccionan los principales equipos mecánicos como equipo piloto para la elaboración e implementación del plan de mantenimiento basado en el TPM.

3.2.5.2. Implementación de las 5 “S”

Uno de los parámetros en el desarrollo del TPM es la implementación de las 5 “S”, para lo cual se iniciará estableciendo la clasificación, orden y limpieza (3 primeras “S”) ya que las tres poseen conceptos de secuencia tanto de orden y limpieza. Las otras 2 “S” faltantes están abarcadas dentro del mantenimiento autónomo que se desarrollará posteriormente.

3.2.5.2.1. Implementación del SEIRI (Clasificar)

3.2.5.2.1.1. Identificación de elementos innecesarios

Una vez obtenida la aprobación por parte de la alta gerencia, se procederá por medio de la aplicación del SEIRI para la identificación de los elementos innecesarios, para mayor especificaciones y detalle dirigirse al Anexo 2.



Figura 13: Identificación de elementos en casa de máquinas, Autor.

Para una completa ejecución de la primera “S” se procedió a recorrer los alrededores de casa de máquinas y captación conjuntamente con el personal de operación con la finalidad de detectar elementos no necesarios, los cuales se enlistan a continuación:

Tabla 15: Lista de los elementos identificados en casa de máquinas, Autor.

HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO - CASA DE MÁQUINAS		
	IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 "S"	
	IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS INNECESARIOS	
CANTIDAD	UBICACIÓN	ELEMENTO
1	En el piso de cuarto de control	Cajón de repuestos
4	En el piso de cuarto de control	Sillas plásticas
3	En el piso de cuarto de control	Cartón
1	A lado de las turbinas	Mesa y silla
Varios	En el piso de cuarto de control	Arreglos navideños
1	Debajo de las escaleras de acceso	Cajón con válvulas de venteo
3	Debajo de las escaleras de acceso	Botellón
1	Debajo de las escaleras de acceso	Balde de aceite
1	Debajo de las escaleras de acceso	Pin de rodete
Varios	En el piso de cuarto de control	Funda de basura
1	A lado de la tubería de presión	Escalera metálica
1	Detrás de los paneles de distribución	Letrero deportivo
2	Encima de las baterías	Pedazos de cielo raso
1	Debajo del escritorio en el cuarto de control	Tubo de cinta de embalaje
2	En la entrada del cuarto de control	Balde de aceite
2	En la entrada de los baños	Pedazo de tubo
Varios	En los anaqueles de la cafetería	Repuestos
Varios	Votados en el piso de la cafetería	Equipos de medición
Varios	En los anaqueles y piso de la cafetería	Consumibles
1	En la entrada del cuarto de control	Compresor
1	En el piso a la entrada del cuarto de control	Funda de waype
Varios	Situados sobre el armario de documentos	EPP
1	En el escritorio de consolas de control	Cafetera
1	Situados sobre el armario de documentos	Botiquín de primeros auxilios
3	En el escritorio de consolas de control	Cartones de repuesto
4	Detrás de armario de documentos	Botellas de vidrio
1	Detrás de armario de documentos	Spray
1	Detrás de armario de documentos	Pedazo de cable
1	Desmontada, arimada a la pared	Compuerta de acceso
Varios	A lado de las turbinas	Andamios de madera



Figura 14: Identificación de elementos sistema de captación, Autor.

Tabla 16: Lista de elementos identificados, captación y conducción, Autor.

HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO - CAPTACIÓN - CONDUCCIÓN		
	IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 "S"	
	ACCIÓN A REALIZAR EN LOS ELEMENTOS INNECESARIOS	
CANTIDAD	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Varios	Arrimados cerca de la sala de control	Tubos metálicos
1	Arrimada cerca de la sala de control	Malla metálica
Varios	Arrimados cerca de la sala de control	Pedazos de metal
Varios	Arrimados en la sala de control	Rollos de cable
5	Dentro de la caseta oleohidraulica	Lonas
1	Dentro de la caseta oleohidraulica	Silla plástica
Varios	Dentro de la caseta oleohidraulica	Elementos para mantenimiento
6	Arrimados en la sala de control	Tanques vacíos de aceite
3	Detrás de la sala de control	Canecas vacías
Varios	Detrás de la sala de control	Elementos metálicos
1	Cerca de la sala de control	Rollo de tubo
Varios	Cerca de la sala de control	Pedazos de tubo
1	Cerca de la sala de control	Vástago deformado
1	A la entrada de captación	Rejilla oxidada
1	Arrimada al tanque de carga	Malla metálica
1	A la entrada de captación	Rollo de tubo plástico
Varios	Ingreso al túnel de conducción	Segmentos metálicos
Varios	Ingreso al túnel de conducción	Pedazos de tubos plásticos
Varios	Ingreso al túnel de conducción	Trozos de madera
Varios	Ingreso al túnel de conducción	Chatarra
Varios	Ingreso al túnel de conducción	Basura

3.2.5.2.1.2. Etiquetado en rojo

Una vez enlistados los elementos innecesarios se procede a tomar la decisión sobre la acción sugerida para cada elemento innecesario, en la tarjeta roja proporcionada a la empresa (ver figura 15) se cuenta con las siguientes sugerencias: agrupar en espacio separado, eliminar, reubicar, reparar y reciclar. Para la toma de decisiones sobre alguna de estas sugerencias hay que basarse en el esquema de preguntas SEIRI (ver figura 6).

TARJETA ROJA	
Fecha	/ /
Área	
Descripción del elemento	
ACCIÓN SUGERIDA	
<input type="checkbox"/>	Agrupar en espacio separado
<input type="checkbox"/>	Eliminar
<input type="checkbox"/>	Reubicar
<input type="checkbox"/>	Reparar
<input type="checkbox"/>	Reciclar
Sugerencia o comentario:	
Fecha para concluir acción	/ /

Figura 15: Modelo de tarjeta roja, Autor.

Este primer paso consiste en colocar una tarjeta roja en el elemento que no se lo considera útil en la operación. Este proceso se lo llevó a cabo bajo la coordinación del Ing. Jorge Paredes conjuntamente con ayuda de los operadores.



Figura 16: Colocación de tarjetas rojas, Autor.

En las siguientes imágenes se puede verificar el proceso del etiquetado rojo de los elementos innecesarios, para mayor especificación y detalle dirigirse al Anexo 3.



Figura 17: Proceso del etiquetado rojo, Autor.



Figura 18: Etiquetado rojo, Autor.

3.2.5.2.1.3. Gestión de componentes

Una vez realizado el etiquetado en rojo de los elementos de casa de máquinas enlistados en la tabla anterior (ver tabla 15), se procede a realizar un listado con todos los elementos identificados, pero con la respectiva sugerencia, como se muestra a continuación:

Tabla 17: Sugerencia para elementos identificados en casa de máquinas, Autor.

HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO - CASA DE MÁQUINAS		
	IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 "S"	
	ACCIÓN A REALIZAR EN LOS ELEMENTOS INNECESARIOS	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	SUGERENCIA
1	Cajón de repuestos	Reubicar
4	Sillas plásticas	Reubicar
3	Cartón	Eliminar
1	Mesa y silla	Eliminar
Varios	Arreglos navideños	Eliminar
1	Cajón con válvulas de venteo	Reubicar
3	Botellón	Reubicar
1	Balde de aceite	Reubicar
1	Pin de rodete	Reubicar
Varios	Funda de basura	Eliminar
1	Escalera metálica	Reubicar
1	Letrero deportivo	Eliminar
2	Pedazos de cielo raso	Reubicar
1	Tubo de plástico para embalar	Reubicar
2	Balde de aceite	Eliminar
1	Pedazo de tubo	Eliminar
Varios	Repuestos	Reubicar
Varios	Equipos de medición	Reubicar
Varios	Consumibles	Reubicar
1	Compresor	Reubicar
1	Cafetera	Reubicar
3	Cartones de repuesto	Reubicar
4	Botellas de vidrio	Eliminar
1	Spray	Eliminar
1	Pedazo de cable	Eliminar
1	Compuerta de acceso	Reubicar
1	Microondas	Reubicar
1	Funda de waype	Eliminar
Varios	EPP	Reubicar

Después de haber realizado el etiquetado en rojo en las instalaciones de casa de máquinas, se procedió a realizar la misma actividad en las instalaciones del sistema de captación y conducción. También se realizó un listado con todos los elementos identificados, con su respectiva sugerencia, como se muestra a continuación:

Tabla 18: Sugerencia para elementos ubicados en captación y conducción, Autor.

HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO - CAPTACIÓN - CONDUCCIÓN		
	IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 "S"	
	ACCIÓN A REALIZAR EN LOS ELEMENTOS INNECESARIOS	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	SUGERENCIA
2	Pasamanos	Reubicar
Varios	Tubos metálicos	Eliminar
1	Malla metálica	Reubicar
Varios	Pedazos de metal	Eliminar
Varios	Rollos de cable	Reubicar
5	Lonas	Eliminar
1	Silla plástica	Eliminar
Varios	Elementos para mantenimiento	Reubicar
6	Tanques vacíos de aceite	Reubicar
3	Canecas vacías	Eliminar
Varios	Elementos metálicos	Reubicar
1	Rollo de tubo	Eliminar
Varios	Pedazos de tubo	Eliminar
1	Vástago deformado	Reubicar
1	Cuerda	Reubicar
1	Escalera de madera	Reubicar
1	Rejilla oxidada	Reubicar
1	Malla metálica	Reubicar
1	Rollo de tubo plástico	Reubicar
Varios	Pedazos de tubos metálicos	Eliminar
Varios	Pedazos de tubos plásticos	Eliminar
Varios	Pedazos de madera	Reubicar
Varios	Chatarra	Eliminar
Varios	Lonas con alambre	Eliminar

El Ing. Jorge Paredes conjuntamente con los operadores realizan una inspección en las áreas de trabajo y se cree conveniente la construcción de un sitio adecuado (bodega) en casa de máquinas y captación para la reubicación de los elementos identificados anteriormente, además de la adquisición de anaqueles para las mismas, ya que se cuenta con el espacio disponible, proyecto el cual se lo tenía en planes meses atrás para la reubicación de repuestos, consumibles e implementos de la central. Por lo tanto, se decreta la ejecución del proyecto aprovechando que se cuenta con personal civil y de construcción, revisar Anexo 4.



Figura 19: Implementación de bodega en casa de máquinas y captación respectivamente, Autor.



Figura 20: Ubicación de elementos en bodega de casa de máquinas y captación respectivamente, Autor

En las siguientes imágenes se puede apreciar la gestión realizada de los diferentes elementos innecesarios identificados, para constatación y verificación revisar el Anexo 5.



Figura 21: Gestión de elementos innecesarios en casa de máquinas, Autor.

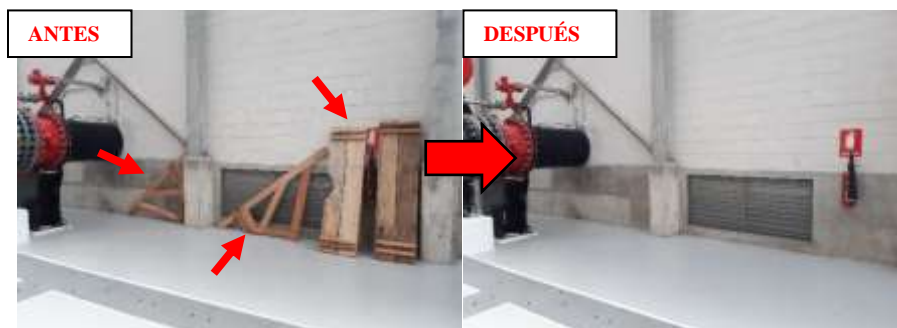


Figura 22: Reubicación de elementos innecesarios identificados en casa de máquinas, Autor.



Figura 23: Gestión de elementos innecesarios en captación y a la entrada del túnel de conducción, Autor.

3.2.5.2.2. Implementación SEITON Y SEISO (Orden y limpieza)

Después de haber finalizado con la clasificación, se procede a la aplicación de la segunda y tercera “S” (orden y limpieza), para lo cual se realizó una inspección breve de las inmediaciones en el cuarto de control de casa de máquinas y captación y se procedió a la ejecución, revisar el Anexo 6.



Figura 24: Gestión realizada en el cuarto de control de casa de máquinas, Autor

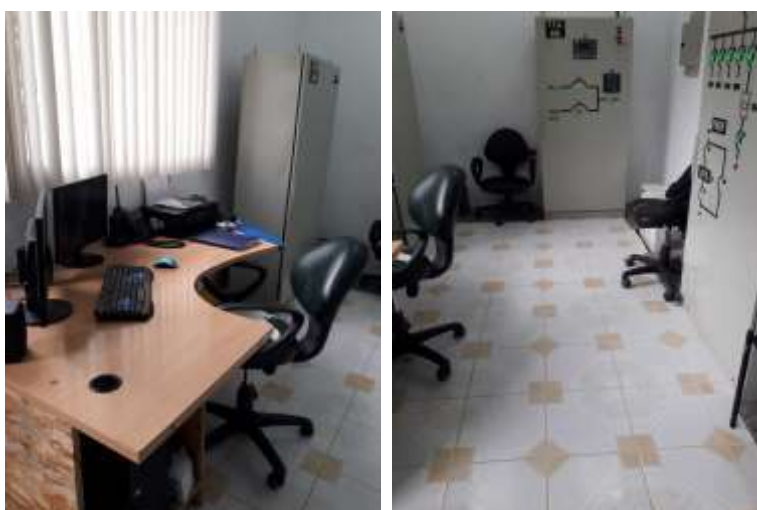




Figura 25: Gestión realizada en el cuarto de control de captación, Autor.

3.2.5.2.3. Implementación Seiketsu y Shitsuke (Estandarización y Disciplina)

Para la implementación de la cuarta y quinta “S” se debe generar y estandarizar hábitos de orden y limpieza para conservar el lugar de trabajo en óptimas condiciones, ya que si no existe un proceso para la conservación de los logros obtenidos es muy probable que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza y orden alcanzado. Para el desarrollo de este punto se procedió a realizar un modelo para la ejecución de actividades, tareas y procedimientos a cargo del personal encargado.



Conjuntamente con el Ing. Jorge Paredes se ratificó que el personal de turno cuenta con el apoyo de un misceláneo para realizar las actividades de limpieza e higiene rutinaria semanal de los componentes en casa de máquinas y captación, según la distribución de personal correspondiente y siempre deberán estar atentos ante cualquier anomalía para la detección de algún posible fallo.

Tabla 19: Limpieza rutinaria semanal casa de máquinas, Autor.

TABLA DE LIMPIEZA RUTINARIA SEMANAL								
	HIDROSIERRA S.A.							
	CASA DE MÁQUINAS							
HORARIO	08H00 – 16H00	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
RESPONSABLE	ÁREA DE LIMPIEZA							
MISCELÁNEO/ OPERADORES DE TURNO	ÁREA DE CONTROL (Cuarto de control y servicios higiénicos)							
	ÁREA DE INGRESO (Piso, bodega y cuarto de media tensión)							
	GENERADORES (Carcasa de turbinas y skits de lubricación)							
	ÁREA DE GENERADORES (Piso y trampas de agua)							
Elaborado por:	Christian Andrés Casco Andrade		Fecha de elaboración:			15/03/2020		
Revisado por:	Ing. Jorge López		Fecha de revisión:			20/03/2020		
Aprobado por:	Ing. Jorge Paredes		Fecha de aprobación:			20/03/2020		

También se realizó una tabla de limpieza semanal rutinaria para el sistema de captación, esta sección no cuenta con personal de limpieza, entonces los operadores de turno son los encargados de realizar dicha actividad. Cabe recalcar que, las tablas (ver tabla 19 y tabla 20) se han realizado conjuntamente con el personal de Hidrosierra S.A. y también tiene la finalidad de mantener los logros obtenidos por las “S” anteriores.

Tabla 20: Tabla de limpieza rutinaria semanal captación, Autor.

TABLA DE LIMPIEZA RUTINARIA SEMANAL								
	HIDROSIERRA S.A.							
	SISTEMA DE CAPTACIÓN							
HORARIO	15H00 - 23H00	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
RESPONSABLE	ÁREA DE LIMPIEZA							
OPERADORES DE TURNO (15H00 - 23H00)	ÁREA DE CONTROL (Cuarto de control y servicios higiénicos)							
	ÁREA DE CONTROL DE RADIALES (Caseta de control de compuertas radiales)							
	ÁREA DE TRANSFORMACIÓN (Cuarto de transformación y generador)							
	ÁREA EXTERIOR (Tableros exteriores y bodega)							
Elaborado por:	Christian Andrés Casco Andrade			Fecha de elaboración:		15/03/2020		
Revisado por:	Ing. Jorge López			Fecha de revisión:		20/03/2020		
Aprobado por:	Ing. Jorge Paredes			Fecha de aprobación:		20/03/2020		

Para ir desarrollando, incrementando y mejorando el índice de compromiso entre operarios, mantenimiento y conservación de los logros obtenidos, el personal responsable elegido, es decir el Ing. Jorge Paredes quien es Coordinador de Producción y Mantenimiento, deberá presentar los siguientes formatos al personal, con la finalidad de llevar y mantener el control de la implementación de las 5 “S” y estar atento ante cualquier sugerencia o comunicado de los operadores en favor de la central.

Tabla 21: Lista de revisión (Clasificar y ordenar), Autor.







	CHEKLIST		 				
	(CLASIFICACIÓN Y ORDEN)		CALIFICACIÓN				
DESCRIPCIÓN		1	2	3	4	5	
¿Los elementos necesarios e innecesarios se encuentran mezclados en el lugar de trabajo?							
¿Está clara la diferencia entre los elementos necesarios e innecesarios dentro del lugar de trabajo en la central?							
¿Todos los elementos innecesarios están ubicados en el lugar correspondiente?							
¿Se mantiene el orden dentro de las instalaciones y lugar de trabajo correspondientes?							
¿Los archivos y documentos se encuentran ubicados en el lugar correspondiente?							

Tabla 22: Lista de revisión (Limpiar), Autor.

	CHEKLIST		 				
	LIMPIEZA		CALIFICACIÓN				
DESCRIPCIÓN		1	2	3	4	5	
¿El lugar y las áreas de trabajo están limpias?							
¿Existen basureros en las áreas de trabajo?							
¿Se cumple con la designación de limpieza correspondiente?							
¿Se combina limpieza con inspección?							
¿Existen los implementos de limpieza necesarios?							

3.2.5.3. Verificación de seguridad

3.2.5.3.1. Equipos de protección personal

Uno de los métodos utilizados para la prevención de riesgos e incidentes en las diferentes tareas y áreas de trabajo es el uso de equipos de protección personal, la función de éstos es proteger diferentes partes del cuerpo ante el posible contacto directo con algún factor de riesgo. Por eso es obligación de toda empresa proveer de implementos de seguridad necesarios a todo el personal que participe en tareas de mantenimiento o actividades de riesgo. Los EPP con los que cuenta la central hidroeléctrica río Verde Chico son los siguientes:

- Gafas
- Guantes de nitrilo para aceite
- Guantes dieléctricos
- Casco
- Orejeras
- Calzado
- Chalecos reflectores

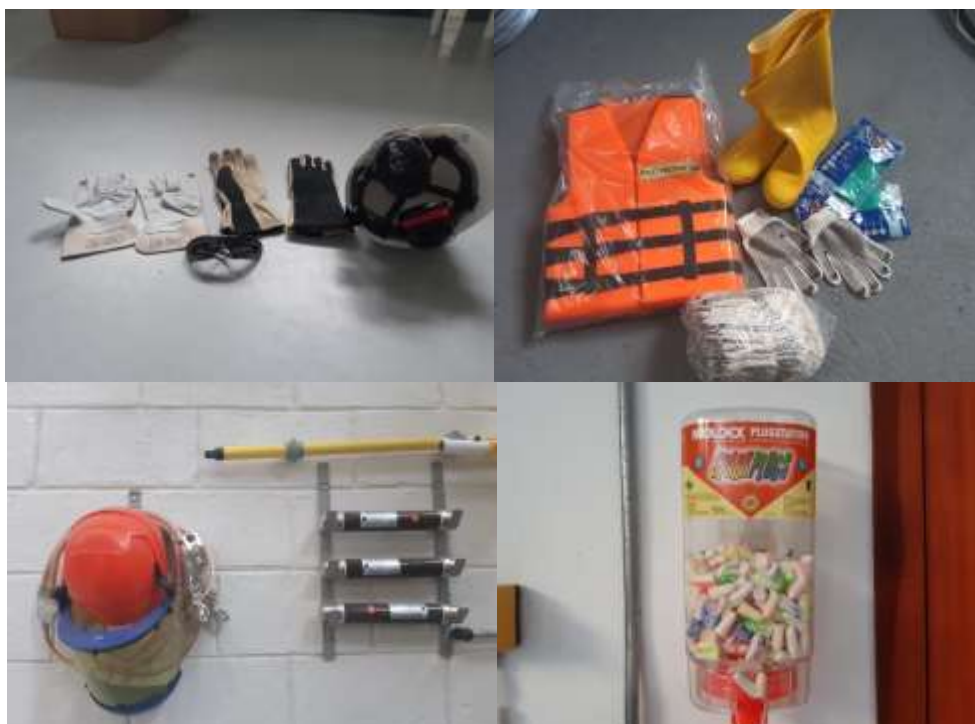


Figura 26: Verificación de los EPP, Autor.

3.2.5.3.2. Forma de manipular herramientas

Para la manipulación de herramientas o elementos mecánicos, los operadores y personal encargado de estas actividades tienen a su disposición los equipos de protección necesarios para cualquier actividad, cuentan con guantes de nitrilo y dieléctricos para impedir cualquier corte o daño en las manos. Además, poseen calzado de seguridad para evitar cualquier daño en los pies por caída de algún elemento o herramienta.

Para manipulación de elementos que requieren mayor esfuerzo físico, se cuenta con dos “transpalet” los cuales facilitan el transporte y elevación. Para las actividades de mantenimiento y desmontaje que requieran un esfuerzo físico sobrehumano se cuenta con un puente grúa con capacidad máxima de 40 toneladas.

3.2.5.3.3. Medio ambiente

Para evitar provocar daños al medio ambiente la hidroeléctrica cuenta con el caudal ecológico (escalera de peces) para preservar los valores ecológicos en el cauce. Además, en el sistema de captación se recomienda utilizar aceites biodegradables para prevenir en lo máximo ocasionar algún daño o contaminación al río y por ende al medio ambiente. El aceite para el sistema oleohidráulico y de lubricación una vez terminada su etapa de funcionamiento se lo desecha en tanques y se cuenta con los servicios de una empresa quienes se encargan de la gestión del mismo.

3.2.5.3.4. Señalización de seguridad

La central utiliza señalética de obligación, advertencia, salvamento, etc. en todos los alrededores con la finalidad de prevenir e identificar los posibles peligros y riesgos que atenten contra la integridad física de personal.



Figura 27: Señalización de seguridad

3.2.6. Plan de mantenimiento

3.2.6.1. Levantamiento de información

Para el desarrollo del plan de mantenimiento se iniciará con la recolección y levantamiento de información, se hizo referencia a manuales establecidos por el fabricante, así como también información detallada en los documentos que la central hidroeléctrica posee. Posteriormente se procederá a la elaboración de fichas técnicas, las cuales se presentan a continuación, en la figura 28 se puede apreciar el modelo utilizado, cabe recalcar que algunas de las fichas técnicas de mayor prioridad constan en el proyecto como ejemplo de desarrollo y todas las demás encontramos en el Anexo 7 (Fichas técnicas de casa de máquinas) y Anexo 8 (Fichas técnicas del sistema de captación)

FICHA TECNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA					
		CARRERA DE INGENIERIA MECANICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
<i>FICHA N°:</i>	<i>FICHA DE:</i>	<i>MAQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>		<i>SISTEMA</i>	
				<i>CODIGO</i>			
				<i>MODELO</i>			
<i>ESTADO ACTUAL</i>				<i>SERIE</i>			
<i>MARCA</i>				<i>TIEMPO DE OPERACION</i>			
<i>FABRICANTE</i>				<i>INICIO DE OPERACION</i>			
<i>COLOR</i>				<i>AREA DE OPERACION</i>			
				CARACTERISTICAS GENERALES			
				<i>VELOCIDAD DE GIRO</i>			
				<i>FRECUENCIA</i>			
				<i>PROCEDENCIA</i>			
				<i>CORRIENTE</i>			
				<i>VOLTAJE</i>			
				<i>POTENCIA</i>			
				CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
				<i>DIMENSIONES</i>			
				<i>PESO</i>			
				<i>CAPACIDAD</i>			
<i>FUNCION</i>							

Figura 28: Modelo de ficha técnica, Autor.

3.2.6.1.1. Fichas técnicas (Captación)

Tabla 23: Ficha técnica generador diésel, Autor.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		HIDROSIERRA S.A.						
		SISTEMA DE CAPTACIÓN						
<i>FICHA N°:</i> 01	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA	X	EQUIPO	SISTEMA			
GENERADOR DIÉSEL				<i>CÓDIGO</i>	HRVC-SCA-GD-01			
				<i>MODELO</i>	TAL-A42-C			
<i>ESTADO ACTUAL</i>	En Funcionamiento		<i>SERIE</i>	723369 003				
<i>MARCA</i>	Leroy-Somer A66		<i>TIEMPO DE OPERACIÓN</i>	15 min cada semana/ viernes				
<i>FABRICANTE</i>	Nidec		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>	10/05/2019				
<i>COLOR</i>	Verde/ Negro		<i>ÁREA DE TRABAJO</i>	Captación				
				CARACTERÍSTICAS GENERALES				
				<i>FRECUENCIA</i>	60 Hz			
				<i>PROCEDENCIA</i>	China			
				<i>CORRIENTE</i>	85.3 A			
				<i>VOLTAJE</i>	220 V			
				<i>POTENCIA</i>	32.5 KVA			
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS				
				<i>DIMENSIONES</i>	ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		(1830 x 750 x 1200) mm	
				<i>PESO</i>	718 kg			
				<i>REFRIGERANTE</i>	R120			
FUNCIÓN	Equipo auxiliar para transferencia de energía en condiciones de falla de la acometida principal de EEASA.							

Tabla 24: Ficha técnica malacate eléctrico, Autor.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
FICHA N°: 02	FICHA DE:	MÁQUINA		EQUIPO	X				
MALACATE ELÉCTRICO				CÓDIGO	HRVC-SCA-ME5TN-02				
				MODELO	DSA-5W				
ESTADO ACTUAL	En Funcionamiento		SERIE	1611038					
MARCA	Hércules		TIEMPO DE OPERACIÓN	30 min/ 2 veces al mes					
FABRICANTE	DAESAN INOTEC INC		INICIO DE OPERACIÓN	28/03/2019					
COLOR	Tomate		ÁREA DE OPERACIÓN	Captación					
				CANTIDAD	1				
				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				VELOCIDAD DE GIRO	1450/1750 rpm				
				FRECUENCIA	50/60 Hz				
				PROCEDENCIA	Corea				
				CORRIENTE	17 A				
				VOLTAJE	220 V				
				POTENCIA	3 HP				
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				DIMENSIONES	ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)				
					(700 x 400 x 350) mm				
				PESO	163 kg				
CAPACIDAD	5 Toneladas								
FUNCIÓN	Equipo de izaje que facilita el accionamiento de la compuerta Stop Log para el mantenimiento de las compuertas radiales.								

Tabla 25: Ficha técnica actuador para compuertas verticales entrada al desarenador, Autor.



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
FICHA N°: 03	FICHA DE:	MÁQUINA		EQUIPO		SISTEMA	X		
ACTUADOR PARA COMPUERTAS VERTICALES				CÓDIGO		HRVC-SCA-ACVD-03			
		CARACTERÍSTICAS							
		FRECUENCIA DE OPERACIÓN	2 veces/mes						
		ESTADO ACTUAL	En funcionamiento						
		COLOR	Varios						
		INICIO DE OPERACIÓN	28/03/2019						
		ÁREA DE OPERACIÓN	Entrada al desarenador						
		CANTIDAD	4						
		N° SERIE PLANOS	6.2.2						
		N° SERIE ACTUADOR 1	CVRE - DNR - 01						
		N° SERIE ACTUADOR 2	CVRE - DNR - 02						
		N° SERIE ACTUADOR 3	CVRE - DNR - 03						
		N° SERIE ACTUADOR 4	CVRE - DNR - 04						
		COMPONENTES							
		1. Motor Eléctrico (F4)		4. Vástago (F8)					
2. Caja Reductora (F5)		5. Final de carrera (F7)							
3. Base (F6)		6. Compuerta (F20)							
FUNCIÓN	Apertura y cierre de la compuerta vertical de los desarenadores								
OBSERVACIONES	1. Revisar las fichas técnicas de cada componente del actuador para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).								

Tabla 26: Ficha técnica actuador para compuertas verticales tubería de conducción, Autor.

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
<i>FICHA N°:</i> 09	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>		<i>SISTEMA</i>	X
<i>ACTUADOR PARA COMPUERTAS VERTICALES</i>				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-ACVTP-09	
		CARACTERÍSTICAS					
		<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		1 vez/mes			
		<i>ESTADO ACTUAL</i>		En funcionamiento			
		<i>COLOR</i>		Varios			
		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019			
		<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Compuertas verticales - Tubería de conducción			
		<i>CANTIDAD</i>		1			
		<i>N° SERIE ACTUADOR</i>		CVRE - DNR - 01			
		<i>N° SERIE PLANOS</i>		6.2.4			
		COMPONENTES					
1. Motor Eléctrico (F4)		4. Vástago (F10)					
2. Caja Reductora (F5)		5. Final de carrera (F7)					
3. Base (F6)		6. Compuerta (F21)					
FUNCIÓN	Apertura y cierre de la compuerta vertical de la tubería de presión.						
OBSERVACIONES	1. Revisar las fichas técnicas de cada componente del actuador para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).						

Tabla 27: Ficha técnica actuador compuertas planas purga desarenador, Autor.

FICHA TÉCNICA								
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		HIDROSIERRA S.A.						
		SISTEMA DE CAPTACIÓN						
<i>FICHA N°:</i> 12	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>		<i>SISTEMA</i>	X	
<i>ACTUADOR PARA COMPUERTAS PLANAS</i>				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-ACPPD-11		
		CARACTERÍSTICAS						
		<i>TIEMPO DE OPERACIÓN</i>	2 veces/mes					
		<i>ESTADO ACTUAL</i>	En funcionamiento					
		<i>COLOR</i>	Varios					
		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>	28/03/2019					
		<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>	Compuertas planas - Purga Desarenador					
		<i>CANTIDAD</i>	2					
		<i>N° SERIE PLANOS</i>	6.2.3					
		<i>N° SERIE ACTUADOR 1</i>	CVSE - PDRN - 01					
		<i>N° SERIE ACTUADOR 2</i>	CVSE - PDRN - 02					
		COMPONENTES						
		1. Motor Eléctrico (F13)	4. Vástago (F11)					
		2. Caja Reductora (F14)	5. Final de carrera (F7)					
3. Base (F6)	6. Compuerta (F22)							
FUNCIÓN	Apertura y cierre de la compuerta para el lavado del desarenador.							
OBSERVACIONES	1. Revisar las fichas técnicas de cada componente del actuador para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).							

Tabla 28: Ficha técnica actuador compuertas planas purga tanque de descargar, Autor.

FICHA TÉCNICA								
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		HIDROSIERRA S.A.						
		SISTEMA DE CAPTACIÓN						
<i>FICHA N°:</i> 15	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>		<i>SISTEMA</i>	X	
<i>ACTUADOR PARA COMPUERTAS PLANAS</i>				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-ACPPTC-15		
		CARACTERÍSTICAS						
		<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>	2 veces/mes					
		<i>ESTADO ACTUAL</i>	En funcionamiento					
		<i>COLOR</i>	Varios					
		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>	28/03/2019					
		<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>	Compuertas planas - Purga - Tanque de carga					
		<i>CANTIDAD</i>	1					
		<i>N° SERIE PLANOS</i>	6.2.6					
		<i>N° SERIE ACTUADOR</i>	CVSE - VTC - 01					
		COMPONENTES						
1. Motor Eléctrico (F13)		4. Vástago (F16)						
2. Caja Reductora (F14)		5. Final de carrera (F7)						
3. Base (F6)		6. Compuerta (F23)						
FUNCIÓN	Apertura y cierre de la compuerta para el lavado del tanque de carga.							
OBSERVACIONES	1. Revisar las fichas técnicas de cada componente del actuador para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).							

Tabla 29: Actuador compuertas planas escalera de peces, Autor.

FICHA TÉCNICA								
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		HIDROSIERRA S.A.						
		SISTEMA DE CAPTACIÓN						
FICHA N°: 18	FICHA DE:	MÁQUINA		EQUIPO		SISTEMA	X	
ACTUADOR PARA COMPUERTAS PLANAS				CÓDIGO		HRVC-SCA-ACPEP-17		
		CARACTERÍSTICAS						
		TIEMPO DE OPERACIÓN	24 horas/día					
		ESTADO ACTUAL	En funcionamiento					
		COLOR	Varios					
		INICIO DE OPERACIÓN	28/03/2019					
		ÁREA DE OPERACIÓN	Compuertas planas - Escalera de peces					
		CANTIDAD	1					
		N° SERIE PLANOS	6.2.5					
		N° SERIE ACTUADOR	CVSE - EP - 01					
		COMPONENTES						
1. Motor Eléctrico (F13)		4. Vástago (F17)						
2. Caja Reductora (F14)		5. Final de carrera (F7)						
3. Base (F6)		6. Compuerta (F24)						
FUNCIÓN	Apertura y cierre de la compuerta de la escalera de peces.							
OBSERVACIONES	1. Revisar las fichas técnicas de cada componente del actuador para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).							

Tabla 30: Ficha técnica actuador compuerta plana lavado desrripiador, Autor.

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
<i>FICHA N°:</i> 19	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>		<i>SISTEMA</i>	X
<i>ACTUADOR PARA COMPUERTAS PLANAS</i>				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-ACPLD-19	
		CARACTERÍSTICAS					
		<i>TIEMPO DE OPERACIÓN</i>	2 veces/semana				
		<i>ESTADO ACTUAL</i>	En funcionamiento				
		<i>COLOR</i>	Varios				
		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>	28/03/2019				
		<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>	Compuertas planas - Lavado - Desrripiador				
		<i>CANTIDAD</i>	1				
		<i>N° SERIE PLANOS</i>	6.2.8				
		<i>N° SERIE ACTUADOR</i>	CVSM - LDSR - 01				
		COMPONENTES					
		1. Caja Reductora (F14)	3. Vástago (F34)				
		2. Base (F6)	4. Compuerta (F25)				
		FUNCIÓN	Apertura y cierre de la compuerta para el lavado del Desrripiador.				
OBSERVACIONES	1. Revisar las fichas técnicas de cada componente del actuador para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).						

Tabla 31: Ficha técnica actuador compuerta radial, Autor.

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
<i>FICHA N°:</i> 26	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>		<i>SISTEMA</i>	X
<i>ACTUADOR PARA COMPUERTAS RADIALES</i>				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-ACR-26	
		CARACTERÍSTICAS					
		<i>ESTADO ACTUAL</i>		En Funcionamiento			
		<i>COLOR</i>		Varios			
		<i>TIEMPO DE OPERACIÓN</i>		1 vez/mes			
		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019			
		<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Embalse			
		<i>CANTIDAD</i>		2			
		<i>N° SERIE PLANOS</i>		6.2.1			
		<i>N° SERIE ACTUADOR 1</i>		CRSH - CR - 01			
		<i>N° SERIE ACTUADOR 2</i>		CRSH - CR - 02			
		COMPONENTES					
		1. Tanque de aceite (F27)		3. Compuerta radial (F30)			
		2. Actuador hidráulico		4. Bomba (F29)			
FUNCIÓN	Apertura y cierre de la compuerta radial.						
OBSERVACIONES	1. Revisar las fichas técnicas de cada componente del actuador para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).						

Tabla 32: Ficha técnica actuador stop log, Autor.

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
<i>FICHA N°:</i> 35	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>		<i>SISTEMA</i>	X
<i>ACTUADOR STOP LOG</i>				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-ACSL-35	
		CARACTERÍSTICAS					
		<i>ESTADO ACTUAL</i>		En Funcionamiento			
		<i>COLOR</i>		Varios			
		<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		2 veces/ año			
		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019			
		<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Embalse			
		<i>CANTIDAD</i>		1			
		<i>N° SERIE PLANOS</i>		6.2.7			
		<i>N° SERIE ACTUADOR</i>		SL - C - 01			
		COMPONENTES					
1. Compuerta Stop Log (F37)		3. Malacate eléctrico (F2)					
2. Pórtico Stop Log (F38)							
FUNCIÓN	Apertura y cierre de la compuerta stop log utilizada para mantenimiento de la compuerta radial.						
OBSERVACIONES	1. Revisar las fichas técnicas de cada componente del actuador para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).						

3.2.6.1.2. Fichas técnicas (Casa de máquinas)

Tabla 33: Ficha técnica válvula de admisión, Autor.



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				 		
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		HIDROSIERRA S.A.						
		CASA DE MÁQUINAS						
FICHA N°: 01	FICHA DE:	MÁQUINA		EQUIPO	X	SISTEMA		
VÁLVULA DE ADMISIÓN			CÓDIGO			HRVC-CM-VDM-01		
			MODELO			VAG EKN® M300		
ESTADO ACTUAL	En Funcionamiento		N° SERIE VÁLVULA 1			53212685/1		
MARCA	VAG		N° SERIE VÁLVULA 2			53219485/1		
FABRICANTE	Wasserkraft Volk AG		TIEMPO DE OPERACIÓN			2 horas/mes		
COLOR	Azul		INICIO DE OPERACIÓN			28/03/2019		
			ÁREA DE OPERACIÓN			Casa de máquinas		
			CANTIDAD			2		
			CARACTERÍSTICAS GENERALES					
			VÁLVULA TIPO			Excéntrica		
			GIRO DE APERTURA O CIERRE			90°		
			PROCEDENCIA			Alemania		
			MATERIAL			EN-JS 1030 (GGG 40)		
						Hierro Fundido Dúctil		
			MATERIAL EJE			Acero Inoxidable 1.4021		
			PESO APROXIMADO			1200 kg		
DIÁMETRO NOMINAL			DN 800		CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
NIVEL DE PRESIÓN			PN 25		DIMENSIONES			
PRESIÓN DE OPERACIÓN			25 bar					
VELOCIDAD DE FLUJO			5 m/s		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN			
FUNCIÓN			Dispositivo utilizado para abrir o cerrar el paso del agua para igualar presiones.					

Tabla 34: Ficha técnica sistema de lubricación de cojinetes, Autor.

FICHA TÉCNICA									
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		CASA DE MÁQUINAS							
<i>FICHA N°:</i> 5	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>		<i>SISTEMA</i>	X		
<i>SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE COJINETES</i>				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-CM-SLC-05			
		CARACTERÍSTICAS							
		<i>ESTADO ACTUAL</i>		En Funcionamiento					
		<i>COLOR</i>		Varios					
		<i>TIEMPO DE OPERACIÓN</i>		24 horas/día					
		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019					
		<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Casa de Máquinas					
		<i>CANTIDAD</i>		2					
		<i>AÑO DE FABRICACIÓN</i>		2016					
		COMPONENTES							
		1. Tanque de aceite (F6)		4. Motor eléctrico (F11)					
2. Filtros (F9) y (F10)									
3. Intercambiador de calor (F7)									
FUNCIÓN	Lubricación del eje del generador.								
OBSERVACION	Revisar las fichas técnicas de cada componente del sistema para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).								

Tabla 35: Ficha técnica turbina Pelton, Autor.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		HIDROSIERRA S.A.							
		CASA DE MÁQUINAS							
FICHA N°: 12	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
TURBINA PELTON				CÓDIGO		HRVC-CM-TP-12			
				MODELO		TP-131-1165-3			
ESTADO ACTUAL	En Funcionamiento		N° SERIE		TP14HIS0202CIC				
MARCA	WKV		AÑO DE FABRICACIÓN		2016				
FABRICANTE	Wasserkraft Volk AG		TIEMPO DE OPERACIÓN		24horas/día				
COLOR	Plateado		INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019				
				ÁREA DE OPERACIÓN		Casa de máquinas			
				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				PROCEDENCIA				Alemania	
				MATERIAL ÁLABES				Aleación a base de hierro, carbono, níquel	
				MATERIAL RODETE				Aleación a base de hierro, carbono, níquel	
				MATERIAL EJE				Aleación a base de hierro, carbono, níquel	
				NÚMERO DE ÁLABES				20	
				POSICIÓN EJE				Horizontal	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				CAUDAL				2600 lt/min	
CARCASA INTERNA				PRESIÓN DE OPERACIÓN		223 mH ₂ O - 317.1 psi			
TIPO DE PINTURA	Inertol Poxitar		ALTURA - CAÍDA DE AGUA		223,28 m				
CARCASA EXTERNA				POTENCIA GENERADA		5172 kW			
PINTURA PROTECCIÓN	EG Phosphate		VELOCIDAD DE GIRO		514 rpm				
TIPO DE PINTURA CAPA II	Icosit EG1		DIÁMETRO RODETE		80 cm				
TIPO DE PINTURA CAPA III	Icosit EG5		DIÁMETRO EJE		30 cm				
FUNCIÓN	Rueda dotada de cucharas que sirve para convertir la energía hidráulica proveniente de un chorro de agua en energía mecánica								

Tabla 36: Ficha técnica sistema oleohidráulico, Autor.

FICHA TÉCNICA									
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		CASA DE MÁQUINAS							
FICHA N°: 13	FICHA DE:	MÁQUINA		EQUIPO		SISTEMA	X		
SISTEMA OLEHIDRÁULICO DE INYECTORES Y DEFLECTOR				CÓDIGO		HRVC-CM-SHI-13			
		CARACTERÍSTICAS							
		ESTADO ACTUAL		En Funcionamiento					
		COLOR		Varios					
		TIEMPO DE OPERACIÓN		24 horas/día					
		INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019					
		ÁREA DE OPERACIÓN		Casa de Máquinas					
		CANTIDAD		2					
		AÑO DE FABRICACIÓN		2016					
		COMPONENTES							
		1. Tanque de aceite (F14)		4. Motor eléctrico (F15)					
2. Filtros (F16)		5. Inyector							
3. Deflector									
FUNCIÓN	Sistema encargado de la apertura y cierre de los inyectores.								
OBSERVACION	Revisar las fichas técnicas de cada componente del sistema para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).								

Tabla 37: Ficha técnica puente grúa, Autor.

FICHA TÉCNICA				
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	HIDROSIERRA S.A.			
	CASA DE MÁQUINAS			
FICHA N°: 17	FICHA DE:	MÁQUINA	EQUIPO X SISTEMA	
POLIPASTO (PUENTE GRÚA)		CÓDIGO	HRVC-CM-PG-17	
		MODELO	GHF	
ESTADO ACTUAL	En Funcionamiento		N° SERIE	
MARCA	GH (España)		FRECUENCIA DE OPERACIÓN	
FABRICANTE	Industrias Electromecánicas GH, S.A.		2 veces/año	
COLOR	Azul		INICIO DE OPERACIÓN	
		28/03/2019		
		ÁREA DE OPERACIÓN	Casa de máquinas	
		CANTIDAD	1	
		CARACTERÍSTICAS GENERALES		
		TIPO DE CONTROL	Botonera colgante 6 pulsadores	
		PROCEDENCIA	España	
		MATERIAL	Acero Laminado	
		MATERIAL VIGA PUENTE	Fundición nodular (GGG-70)	
		LONGITUD VIGA PUENTE	13.5 m	
		PESO APROXIMADO	1200 kg	
		CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS		
		CARGA MÁXIMA	40000 kg (40 toneladas)	
		ALTURA DE ELEVACIÓN	11 m	
		VELOCIDAD DE ELEVACIÓN I	3.6 m/min	
		VELOCIDAD DE ELEVACIÓN II	0.6 m/min	
		DIMENSIONES	ancho (x) x profundidad (y) x altura (z) (2000 x 2364 x 1685) mm	VOLTAJE DE OPERACIÓN
FUNCIÓN	Equipo utilizado para izar y desplazar cargas pesadas, permitiendo movilizar horizontal y verticalmente.			

Tabla 38: Ficha técnica generador síncrono, Autor.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
		HIDROSIERRA S.A.				
		CASA DE MÁQUINAS				
FICHA N°: 18	FICHA DE:	MÁQUINA	EQUIPO	X	SISTEMA	
GENERADOR SÍNCRONO			CÓDIGO		HRVC-CM-G-18	
			TIPO		HEG15e-14H	
ESTADO ACTUAL	En Funcionamiento		N° SERIE GENERADOR 1		14BP1009-1	
MARCA	WKV		N° SERIE GENERADOR 2		14BP1009-2	
FABRICANTE	Wasserkraft Volk AG		TIEMPO DE OPERACIÓN		Siempre	
COLOR	Rojo		INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019	
			ÁREA DE OPERACIÓN		Casa de máquinas	
			CARACTERÍSTICAS GENERALES			
			AÑO DE CONSTRUCCIÓN		2016	
			N° DE FASES		3	
			PROCEDENCIA		Alemania	
			SENTIDO DE GIRO		Derecho - CW	
			PESO APROXIMADO		38 toneladas	
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
			POTENCIA		5900 Kva	
			VOLTAJE		6900 Y	
INTENSIDAD		494 A				
FRECUENCIA		60 Hz				
DIMENSIONES		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		VELOCIDAD DE GIRO		
		(3800 x 2400 x 2900) mm		514 rpm		
EXCITACIÓN (A)		5.0 A		TEMPERATURA		
EXCITACIÓN AUXILIAR (V)		120 V		GRADO DE PROTECCIÓN		
				IP23		
FUNCIÓN		Equipo que transforma la energía mecánica en energía eléctrica.				
				60 V		

3.2.6.1.3. Fichas técnicas (Conducción)

Tabla 39: Ficha técnica tubería de baja presión, Autor.

FICHA TÉCNICA					
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
		HIDROSIERRA S.A.			
		SISTEMA DE CONDUCCIÓN			
<i>FICHA N°:</i> 01	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA	COMPONENTE	X	SISTEMA
TUBERÍA DE BAJA PRESIÓN			CARACTERÍSTICAS GENERALES		
			<i>CÓDIGO</i>	HRVC-SCO-TBP-01	
			<i>FABRICANTE</i>	SEDEMI	
			<i>ESTADO DE OPERACIÓN</i>	En funcionamiento	
			<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>	28/03/2019	
			<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>	Conducción - Túnel	
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS		
<i>LONGITUD</i>	2750 m				
<i>DIÁMETRO</i>	1400 mm				
<i>ESPESOR</i>	6 mm				
<i>MATERIAL</i>	Acero A572 Grado 50				
<i>PINTURA EXTERNA</i>	Sigmacover 380 (Gris Ral 7032)				
<i>PINTURA INTERNA</i>	Sigmashield 880 (Negro Ral 9005)				
FUNCIÓN	Componente encargado de conducir el agua desde el tanque de carga ubicado en captación hasta ventana para la unión con la tubería de presión.				

Tabla 40: Ficha técnica tubería de alta presión, Autor.

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			 		
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CONDUCCIÓN					
<i>FICHA N°:</i> 02	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
TUBERÍA DE ALTA PRESIÓN				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCO-TAP-02	
				<i>FABRICANTE</i>		SEDEMI	
				<i>ESTADO DE OPERACIÓN</i>		En funcionamiento	
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019	
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Conducción - Entrada al bifurcador	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				<i>LONGITUD</i>		290 m	
				<i>DIÁMETRO</i>		1400 mm	
				<i>ESPELOR</i>		15 mm	
				<i>MATERIAL</i>		Acero A572 Grado 50	
				<i>PINTURA EXTERNA</i>		Duraplate UHS (Verde claro Ral 6019)	
<i>PINTURA INTERNA</i>		Sigmashield 880 (Negro Ral 9005)					
FUNCIÓN	Componente encargado de conducir el agua desde la tubería de baja presión hasta casa de máquinas.						

Tabla 41: Ficha técnica tubería de desfogue, Autor.

FICHA TÉCNICA										
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
		HIDROSIERRA S.A.								
		SISTEMA DE CONDUCCIÓN								
<i>FICHA N°:</i> 03	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA				
TUBERÍA DE DESFOGUE				CARACTERÍSTICAS GENERALES						
				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCO-TD-03				
				<i>FABRICANTE</i>		SEDEMI				
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		Siempre				
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019				
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Conducción - Drenaje				
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS				<i>LONGITUD</i>		35 m
				<i>DIÁMETRO</i>		6 pulgadas				
				<i>ESPESOR</i>		7 mm				
				<i>MATERIAL</i>		ASTM A106 Gr. B				
				<i>PINTURA EXTERNA</i>		Duraplate UHS (Verde claro Ral 6019)				
<i>PINTURA INTERNA</i>		Duraplate (Blanco Ral 9003)								
FUNCIÓN	Componente encargado de conducir el agua desde la tubería de presión al colector.									

Tabla 42: Ficha técnica válvula globo, Autor.

FICHA TÉCNICA									
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CONDUCCIÓN							
FICHA N°: 04	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
VÁLVULA GLOBO				CÓDIGO		HRVC-SCO-VG-04			
				MODELO		YH88			
ESTADO ACTUAL		En Funcionamiento		FRECUENCIA DE OPERACIÓN		Una vez/año			
FABRICANTE		Wallworth		INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019			
COLOR		Gris		ÁREA DE OPERACIÓN		Sistema de conducción			
				CANTIDAD		1			
				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				GIRO DE APERTURA O CIERRE				90°	
				PROCEDENCIA				México	
				MATERIAL				Acero Carbono A-216 (WCB)	
				PESO APROXIMADO				270 kg	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				DIMENSIONES				ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)	
								(550 x 250 x 480) mm	
				DIÁMETRO				6 pulgadas	
CLASE				150					
PRESIÓN DE OPERACIÓN				50 bar					
TEMPERATURA DE OPERACIÓN				- 40 + 50 °C					
FUNCIÓN		Dispositivo utilizado para abrir o cerrar el paso del agua en la tubería de baja presión.							

Tabla 43: Ficha técnica válvula globo, Autor.

FICHA TÉCNICA								
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		HIDROSIERRA S.A.						
		SISTEMA DE CONDUCCIÓN						
FICHA N°: 05	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA		
VÁLVULA GLOBO			CÓDIGO		HRVC-SCO-VG-05			
			MODELO		300 RP			
ESTADO ACTUAL	En Funcionamiento		FRECUENCIA DE OPERACIÓN		1 vez/año			
FABRICANTE	Valvitalia		INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019			
COLOR	Verde claro		ÁREA DE OPERACIÓN		Sistema de conducción - Desfogue			
			CANTIDAD		1			
			N° SERIE		J140149120 009			
			CARACTERÍSTICAS GENERALES					
			PROCEDENCIA			China		
			MATERIAL CUERPO			A564 Gr. T630		
			MATERIAL GLOBO			A182 - F316 + ENP		
			PESO APROXIMADO			300 kg		
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
			DIMENSIONES			ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		
						(560 x 300 x 450) mm		
DIÁMETRO			6 pulgadas					
AÑO DE FABRICACIÓN			Diciembre - 2014					
PRESIÓN DE OPERACIÓN			51.1 bar					
TEMPERATURA DE OPERACIÓN			- 29 + 38 °C					
FUNCIÓN	Dispositivo utilizado para abrir o cerrar el paso del agua en el bifurcador.							

Tabla 44: Ficha técnica válvula aductora, Autor.

FICHA TÉCNICA									
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CONDUCCIÓN							
FICHA N°: 06	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
VÁLVULA ADUCTORA				CÓDIGO		HRVC-SCO-VA-06			
				MODELO		Figura 9920 - GJS 500 7			
ESTADO ACTUAL	Para implementación		FRECUENCIA DE OPERACIÓN		-				
FABRICANTE	IRUA TECH INDUSTRIES		INICIO DE OPERACIÓN		-				
COLOR	Azul		ÁREA DE OPERACIÓN		Alivio de presión				
				CANTIDAD		2			
				N° SERIE		181288			
				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				PROCEDENCIA		España			
				MATERIAL CUERPO		Fundición nodular EN GJS-500-7			
				MATERIAL INTERNO		Acero inoxidable y bronce			
				PESO APROXIMADO		478 kg			
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				DIMENSIONES		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z) (780 x 620 x 735) mm			
				DIÁMETRO NOMINAL		DN 400			
PRESIÓN NOMINAL		PN 10							
TEMPERATURA DE OPERACIÓN		- 10 + 35 °C							
FUNCIÓN	Dispositivo utilizado para la expulsión de aire cuando la presión en la línea cae por debajo de la atmosférica y se vuelve a cerrar cuando se restaura la presión en la tubería.								

3.2.6.2. Análisis modal de fallos y efectos

Para el desarrollo del cálculo de probabilidad en la matriz AMFE, se utilizarán los criterios de valoración detallados en la tabla 4, tabla 5 y tabla 6 (frecuencia, gravedad y detectabilidad), valores basados en la NTP 679 y los criterios de ponderación son los siguientes:

Tabla 45: Criterios de valoración AMFE, [23].



FRECUENCIA	
VALOR	CRITERIO
1	Improbable/Muy baja
2-3	Baja
4-5	Moderada
6-8	Alta
9-10	Muy alta



GRAVEDAD	
VALOR	CRITERIO
1	Muy baja/Repercusiones imperceptibles
2-3	Baja/Repercusiones irrelevantes
4-6	Moderada/Defectos de relativa importancia
7-8	Alta
9-10	Muy alta



DETECTABILIDAD	
VALOR	CRITERIO
1	Muy alta
2-3	Alta
4-6	Mediana
7-8	Pequeña
9-10	Improbable



En la siguiente tabla se muestra el análisis de modo y efecto de falla (AMFE), donde se tomaron a consideración los sistemas y componentes anteriormente seleccionados y serán analizados de forma individual otorgándoles valoraciones según su frecuencia, gravedad y detectabilidad, obteniendo el número de prioridad de riesgo.

Tabla 46: Matriz AMFE casa de máquinas, Autor.



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	CASA DE MÁQUINAS											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto Correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
	ISO 14224											
Sistema oleohidráulico - Válvula de admisión	Mangueras	Transportar el fluido del depósito hidráulico al pistón	Fuga	ELU	Interrupción en la circulación del líquido	3	Desgaste	9	3	81	Comprobar el estado y flexibilidad de mangueras	Operadores/ Casa de máquinas
			Salida baja	LOW	Problemas de accionamiento	3	Desajuste	8	3	72	Revisión de acoples	Operadores/ Casa de máquinas
			Taponamiento	PLU	Problemas de accionamiento	3	Presencia de residuos	7	2	42	Revisión y limpieza de mangueras	Operadores/ Casa de máquinas
	Depósito hidráulico	Almacenar el fluido	Problemas menores en servicio	SER	Fuga del fluido	3	Desajuste	8	3	72	Cambio o ajuste de llave de purga	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	Bajo nivel de fluido	3	Falla común	6	3	54	Comprobar el nivel del fluido	Operadores/ Casa de máquinas
	Líquido de lubricación (ISO VG 46)	Accionamiento del sistema oleohidráulico	Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Falla común	6	2	24	Revisar el estado del fluido	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	3	Falla común	6	3	54	Reposición hasta el nivel indicado	Operadores/ Casa de máquinas
	Filtro de aceite	Elemento que sirve para la depuración del fluido	Taponamiento	PLU	Interrupción de circulación	4	Acumulación de residuos	8	3	96	Limpieza de filtro	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	No se depura el fluido	4	Falla común	8	3	96	Inspección y mantenimiento del filtro	Operadores/ Casa de máquinas
	Motor eléctrico	Trasformación de la energía eléctrica en energía mecánica	Sobrecalentamiento	OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54	Verificar estado de componentes	Operadores/ Casa de máquinas
			Vibración	VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Casa de máquinas
			Apago intempestivo	SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Verificación del bobinado	Operadores/ Casa de máquinas



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	CASA DE MÁQUINAS											
Equipo/ Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto Correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
			Parada por rotura	BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Casa de máquinas
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Casa de máquinas
	Válvula mariposa	Dispositivo utilizado para abrir o cerrar el paso del fluido	Operación retrasada	DOP	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o descalibración	9	3	54	Verificación del estado de los componentes mecánicos	Operadores/ Casa de máquinas
			Parada	BRD	Problemas de accionamiento	3	Falta de presión o descalibración	9	3	81		Operadores/ Casa de máquinas
			Fuga en posición cerrada	LCP	Fuga de agua en cierre de válvula	3	Desgaste en el asiento	9	3	81	Cambio de elementos	Operadores/ Casa de máquinas
	Contrapeso	Accionamiento para cierre y apertura de válvula en caso de paro o mantenimiento	Deficiencia estructural	STD	Problemas de accionamiento	2	Fractura u oxidación	7	3	42	Revisión y cambio de elementos	Operadores/ Casa de máquinas
			Baja presión del suministro de aceite	LBP	Problemas de accionamiento	2	Fuga de aceite o daño de elementos	8	3	48	Inspección y verificación de los componentes	Operadores/ Casa de máquinas
	Válvula by pass	Equilibrar las presiones de entrada para el accionamiento de las turbinas	Operación retrasada	DOP	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o descalibración	9	3	54	Verificación del estado de los componentes mecánicos	Operadores/ Casa de máquinas
			Parada	BRD	Problemas de accionamiento	3	Falta de presión o descalibración	9	3	81		
			Fuga en posición cerrada	LCP	Fuga de agua en cierre de válvula	3	Desgaste en el asiento	9	3	81	Cambio de elementos	Operadores/ Casa de máquinas
	Sensores	Indicador de estado de accionamiento de los componentes	Falla en funcionamiento bajo demanda	FTF	No se controlan las válvulas	3	Deterioro	7	3	63	Chequeo de funcionamiento, limpieza de terminales	Operadores/ Casa de máquinas
			Lectura anormal en instrumento	AIR	Falla de lectura de datos	2	Intermitencias de señal	6	3	36		
	Junta de desmontaje	Unir dos o más segmentos	Falla de conexión	FCO	Retardo de funcionamiento	3	Desajuste	8	3	72	Limpieza, inspección y reajuste de partes empernadas	Operadores/ Casa de máquinas
			Vibración excesiva	VIB	Movimiento innecesario	3	Desajuste	7	2	42		
	Cañerías	Distribución de fluidos	Problemas menores	SER	No se distribuye el fluido	4	Desajuste	8	3	96	Limpieza, inspección y reajuste de partes empernadas	Operadores/ Casa de máquinas



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	CASA DE MÁQUINAS											
Equipo/ Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto Correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
				Vibración excesiva		VIB	No se distribuye el fluido	3	Desajuste	8	2	48
Sistema de lubricación de cojinetes	Motor eléctrico	Trasformación de la energía eléctrica en energía mecánica	Sobrecalentamiento	OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54	Verificar estado de componentes	Operadores/ Casa de máquinas
			Vibración	VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Casa de máquinas
			Apagado intempestivo	SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Verificación del bobinado	Operadores/ Casa de máquinas
			Parada por rotura	BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Casa de máquinas
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Casa de máquinas
	Depósito de aceite	Almacenar el fluido	Problemas menores en servicio	SER	Fuga del fluido	3	Desajuste	8	3	72	Cambio o ajuste de llave de purga	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	Bajo nivel de fluido	3	Falla común	6	3	54	Comprobar el nivel del fluido	Operadores/ Casa de máquinas
	Líquido de lubricación (ISO VG 68)	Accionamiento del sistema oleohidráulico	Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Falla común	6	2	24	Revisar el estado del fluido	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	3	Falla común	6	3	54	Reposición hasta el nivel indicado	Operadores/ Casa de máquinas
	Filtros de aceite	Elemento que sirve para la depuración del fluido	Taponamiento	PLU	Interrupción de circulación	4	Acumulación de residuos	8	3	96	Limpieza de filtro	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	No se depura el aceite	4	Falla común	8	3	96	Inspección y mantenimiento del filtro	Operadores/ Casa de máquinas
	Cañerías	Distribución de fluidos	Problemas menores	SER	No se distribuye el fluido	4	Desajuste	8	3	96	Limpieza, inspección y reajuste de partes empernadas	Operadores/ Casa de máquinas
			Vibración excesiva	VIB	No se distribuye el fluido	3	Desajuste	8	2	48		

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	CASA DE MÁQUINAS											
Equipo/ Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto Correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
Intercambiador de calor	Dispositivo utilizado para el enfriamiento de aceite lubricante	Ruido	NOI	Problemas de accionamiento	2	Desajuste	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Casa de máquinas	
		Falla en funcionamiento bajo demanda	FTF	Sobrecalentamiento de elementos	3	Fallo del ventilador, tuberías obstruidas	9	3	81	Inspección y mantenimiento de los componentes que intervienen en la refrigeración	Operadores/ Casa de máquinas	
		Transferencia de calor insuficiente	IHT	Problemas de refrigeración	3		9	3	81			
Sensores	Indicador de estado de accionamiento de los componentes	Falla en funcionamiento bajo demanda	FTF	No se controlan las válvulas	3	Deterioro	7	3	63	Chequeo de funcionamiento, limpieza de terminales	Operadores/ Casa de máquinas	
		Lectura anormal en instrumento	AIR	Falla de lectura de datos	2	Intermitencias de señal	6	3	36			
		Baja salida	LOO		3		10	3	90			Operadores/ Casa de máquinas
		Apagado intempestivo	SPS		3	Fallo de energía	10	3	90	Verificación del bobinado	Operadores/ Casa de máquinas	
		Sobrecalentamiento	OHE		4	Aislamiento	10	3	120	Turn off del motor y mantenimiento	Operadores/ Casa de máquinas	
		No para	STP		3	Circuito abierto	10	3	90	Reset del relé correspondiente	Operadores/ Casa de máquinas	
		Vibración excesiva	VIB		4	Desajuste	10	3	120	Revisar el ajuste del empernado	Operadores/ Casa de máquinas	
Manómetro	Medir la presión del fluido	Lectura anormal en instrumento	AIR	Lectura de precisión errónea	2	Descalibración	7	3	42	Control, verificación del estado y cambio de manómetro	Operadores/ Casa de máquinas	
		Falla en funcionamiento bajo demanda	FTF		2	Deterioro	7	3	42			

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)												
HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO												
CASA DE MÁQUINAS												
Equipo/ Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto Correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
Sistema oleohidráulico de inyectores y deflectores (Governador)	Depósito hidráulico	Almacenar el fluido	Problemas menores en servicio	SER	Fuga del fluido	3	Desajuste	8	3	72	Cambio o ajuste de llave de purga	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	Bajo nivel de fluido	3	Falla común	6	3	54	Comprobar el nivel del fluido	Operadores/ Casa de máquinas
	Líquido de lubricación (ISO VG 46)	Accionamiento del sistema oleohidráulico	Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Falla común	6	2	24	Revisar el estado del fluido	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	3	Falla común	6	3	54	Reposición hasta el nivel indicado	Operadores/ Casa de máquinas
	Filtros de aceite	Elemento que sirve para la depuración del fluido	Taponamiento	PLU	Interrupción de circulación	4	Acumulación de residuos	8	3	96	Limpieza de filtro	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	No se depura el aceite	4	Falla común	8	3	96	Inspección y mantenimiento del filtro	Operadores/ Casa de máquinas
	Cañerías	Distribución de fluidos	Problemas menores	SER	No se distribuye el fluido	4	Desajuste	8	3	96	Limpieza, inspección y reajuste de partes empernadas	Operadores/ Casa de máquinas
			Vibración excesiva	VIB	No se distribuye el fluido	3	Desajuste	8	2	48		
	Mangueras	Transportar el fluido del depósito hidráulico al pistón	Fuga	ELU	Interrupción en la circulación del líquido	3	Desgaste	9	3	81	Comprobar el estado y flexibilidad de mangueras	Operadores/ Casa de máquinas
			Salida baja	LOW	Problemas de accionamiento	3	Desajuste	8	3	72	Revisión de acoples	Operadores/ Casa de máquinas
			Taponamiento	PLU	Problemas de accionamiento	3	Presencia de residuos	7	2	42	Revisión y limpieza de mangueras	Operadores/ Casa de máquinas
	Contrapeso	Accionamiento para cierre y apertura de válvula en caso de paro o	Deficiencia estructural	STD	Problemas de accionamiento	2	Fractura u oxidación	7	3	42	Revisión y cambio de elementos	Operadores/ Casa de máquinas
		mantenimiento	Baja presión del suministro de aceite	LBP	Problemas de accionamiento	2	Fuga de aceite o daño de elementos	8	3	48	Inspección y verificación de los componentes	Operadores/ Casa de máquinas
	Sensores	Indicador de estado de accionamiento de los componentes	Falla en funcionamiento bajo demanda	FTF	No se controlan las válvulas	3	Deterioro	7	3	63	Chequeo de funcionamiento, limpieza de terminales	Operadores/ Casa de máquinas
				AIR		2		6	3	36		

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)												
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO												
	CASA DE MÁQUINAS												
Equipo/ Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto Correctivo	Responsable		
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR	
Sistema de accionamiento de las turbinas	Actuador hidráulico	Elemento conformado por cilindro y pistón encargado de transmitir el movimiento requerido para el accionamiento de inyectores y deflector	Lectura anormal en instrumento		Falla de lectura de datos		Intermitencias de señal					Inspección, verificación, limpieza y mantenimiento de los componentes deteriorados	Operadores/ Casa de máquinas
			Fuga externa - medio del proceso	ELP	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o desgaste	7	2	28			
			Falla de funcionamiento	FTI	Problemas de accionamiento	3	Falta de presión o desgaste	9	3	81			
			Ruido	NOI	Desgaste de elementos	2	Falta de presión o desgaste	8	2	32			
			Atascamiento	PLU	Problemas de accionamiento	3	Falta de presión o desgaste	9	3	81			
			Deficiencia estructural	STD	Problemas de accionamiento	2	Fractura u oxidación	7	3	42			
	Motor eléctrico	Transformación de la energía eléctrica en energía mecánica	Vibración	VIB	Desgaste de elementos	2	Desajuste	7	3	42	Reajuste	Operadores/ Casa de máquinas	
			Sobrecalentamiento	OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54	Verificar estado de componentes	Operadores/ Casa de máquinas	
			Vibración	VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Casa de máquinas	
			Apagado intempestivo	SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Verificación del bobinado	Operadores/ Casa de máquinas	
			Parada por rotura	BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Casa de máquinas	
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Casa de máquinas	
Inyector	Aumentar la velocidad del flujo de agua que incide sobre las cucharas.	Taponamiento	PLU	Problemas de generación	4	Exceso de sedimentos	10	3	120	Inspección, limpieza y mantenimiento de inyectores	Operadores/ Casa de máquinas		
		Deficiencia estructural	STD	Problemas de generación	3	Tipo de agua en circulación	10	3	90				
		Vibración	VIB	Problemas de generación	3	Desajuste	8	2	48				

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	CASA DE MÁQUINAS											
Equipo/ Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto Correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
												Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas de servicio	SER	Problemas de generación	3	Sobrepasar el tiempo de vida útil	10	3	90		Operadores/ Casa de máquinas
			Parada por rotura	BRD	Problemas de generación	3	Golpe y corrosión	10	3	90		Operadores/ Casa de máquinas
	Carcasa	Proteger el sistema de accionamiento	Problemas menores de servicio	SER	Oxidación y desgaste	5	Humedad	8	3	120	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Casa de máquinas
			Vibración	VIB	Daño de elemento	3	Desajuste	7	3	63	Ajuste de partes empernadas	Operadores/ Casa de máquinas
	Rodete y cucharas	Rodete es el elemento móvil donde van situadas las cucharas de la turbina	Deficiencia estructural	STD	Daño de rodete	5	Golpe y corrosión	10	3	150	Reparación de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
			Falla de rotación	FRO	Problemas de generación	5	Rotura de alguna cuchara	10	3	150	Reparación de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
	Eje	Transmitir la energía mecánica de la turbina al generador	Deficiencia estructural	STD	Daño de rodete	4	Golpe y corrosión	10	3	120	Reparación de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
			Falla de rotación	FRO	Problemas de generación	4	Rotura de alguna cuchara	10	3	120	Reparación de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
			Sobrecalentamiento	OHE	Desgaste anormal	2	Problemas de refrigeración	10	2	40	Reparación de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
	Deflector	Bloquear el flujo de agua proveniente de inyectores	Deficiencia estructural	STD	Daño de deflector	2	Golpe y corrosión	10	3	60	Reparación de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
	Tubería de las unidades	Conducir el fluido desde la tubería de alta presión hasta las unidades correspondientes	Fuga externa	ELP	Problemas de generación	4	Grieta o desajuste	10	3	120	Verificación del estado de a tubería	Operadores/ Casa de máquinas
			Deficiencia estructural	STD	Problemas de generación	3	Golpe y corrosión	10	3	90	Reparación de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
			Vibración	VIB	Daño de elemento	2	Desajuste	7	3	42		

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	CASA DE MÁQUINAS											
Equipo/ Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto Correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
Sistema de izaje	Motor eléctrico	Transformación de la energía eléctrica en energía mecánica	Sobrecalentamiento	OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54	Ajuste de partes empernadas	Operadores/ Casa de máquinas
			Vibración	VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Verificar estado de componentes	Operadores/ Casa de máquinas
			Apagado intempestivo	SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Casa de máquinas
			Parada por rotura	BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación del bobinado	Operadores/ Casa de máquinas
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación de ajuste	Operadores/ Casa de máquinas
	Rieles	Utilizado como soporte para el desplazamiento vertical u horizontal del puente grúa	Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	Corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y engrase de la guía	Operadores/ Casa de máquinas
			Vibración	VIB	Ruidos anormales	2	Desajuste	7	3	42	Ajuste de partes empernadas	Operadores/ Casa de máquinas
	Final de carrera	Dispositivo que sirve para cerrar o abrir una conexión eléctrica	Falla de señal	PTF	Problemas de accionamiento	2	Daño de contacto eléctrico	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Sobrepasar tiempo de vida útil	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Gancho	Punto de unión para el anclaje entre el puente grúa y la carga a elevarse	Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	3	Fractura o desgaste	8	3	72	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
			Problemas menores en servicio	SER	Corrosión	3	Humedad	7	2	42	Limpieza	











	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	CASA DE MÁQUINAS											
Equipo/ Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto Correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
												Operadores/ Casa de máquinas
	Polea y tambor	Dispositivo utilizado para la transmisión de fuerza	Ruido	NOI	Problemas de izaje	2	Desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Casa de máquinas
			Atascamiento	PLU	Problemas de izaje	3	Corrosión o fractura	7	2	42		
	Cable	Dispositivo utilizado para la transmisión de fuerza	Falla de funcionamiento	FTI	Problemas de izaje	4	Fatiga del elemento	7	2	56	Cambio	Operadores/ Casa de máquinas
									PROMEDIO	68		
Elaborado por:		Christian Andrés Casco Andrade			Fecha de elaboración:			01/04/2020				
Revisado por:		Ing. Jorge López Velástegui			Fecha de revisión:			10/04/2020				



Tabla 47: Matriz AMFE sistema de captación, Autor.



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
	Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto correctivo	
Manera de fallo				Código	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
			ISO 14224									
Sistema de accionamiento para compuertas entrada al desarenador	Motor eléctrico	Transformación de la energía eléctrica en energía mecánica	Sobrecalentamiento	OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54	Verificar estado de componentes	Operadores/ Captación
			Vibración	VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Captación
			Apago intempestivo	SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Parada por rotura	BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Captación
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Falla de conexión	FCO	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Caja reductora	Mecanismo que mantiene la velocidad de salida requerida cercana al ideal de funcionamiento	Parada	BRD	Compuerta sin accionamiento	3	Desgaste o aislamiento	9	3	81	Revisión o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Falla de rotación	FRO	Compuerta sin accionamiento	2	Aislamiento de rodamientos	8	3	48	Revisión y cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Sobrecalentamiento	OHE	Daño de elementos	1	Falta de aceite lubricante	7	3	21	Revisión del nivel de aceite	Operadores/ Captación
			Fuga externa - medio del suministro	ELU	Bajo nivel de aceite	3	Golpe, grieta u oxidación	8	3	72	Reparación o cambio de reductor	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento inadecuado	3	Desgaste de piñones	8	3	72	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
Deficiencia estructural	STD	Perdida de aceite y contaminación	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación			



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
	ISO 14224											
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Final de carrera	Dispositivo que sirve para cerrar o abrir una conexión eléctrica	Falla de señal	PTF	Problemas de accionamiento	2	Daño de contacto eléctrico	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Sobrepasar tiempo de vida útil	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Soporte del motor	Soportar el peso de todo el equipo.	Vibración	VIB	Ruidos anormales	2	Desajuste	7	3	42	Ajuste de partes empernadas	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Vástago	Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta vertical a la entrada de los desarenadores	Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y engrase del vástago	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento de compuerta inadecuado	2	Desgaste de roscado	8	3	48	Reparación de rosca o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Compuerta	Elemento utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72	Limpieza	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
	ISO 14224											
	Rejilla	Retener e impedir que elementos extraños como troncos, ramas, etc. puedan llegar a los álabes y producir desperfectos.	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72	Limpieza	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
Sistema de accionamiento oleohidráulico para compuertas radiales	Depósito hidráulico	Almacenar el fluido	Problemas menores en servicio	SER	Fuga del fluido	3	Desajuste	8	3	72	Cambio o ajuste de llave de purga	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Bajo nivel de fluido	3	Falla común	6	3	54	Comprobar el nivel del fluido	Operadores/ Captación
	Mangueras	Transportar el fluido del depósito hidráulico al pistón	Fuga	ELU	Interrupción en la circulación del líquido	3	Desgaste	9	3	81	Comprobar el estado y flexibilidad de mangueras	Operadores/ Captación
			Salida baja	LOW	Problemas de accionamiento	3	Desajuste	8	3	72	Revisión de acoples	Operadores/ Captación
			Taponamiento	PLU	Problemas de accionamiento	3	Presencia de residuos	7	2	42	Revisión y limpieza de mangueras	Operadores/ Captación
	Aceite hidráulico (ISO VG 46)	Accionamiento del sistema oleohidráulico	Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Falla común	6	2	24	Revisar el estado del fluido	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	3	Falla común	6	3	54	Reposición hasta el nivel indicado	Operadores/ Captación
	Filtro de aceite	Elemento que sirve para la depuración del fluido	Taponamiento	PLU	Interrupción de circulación	4	Acumulación de residuos	8	3	96	Limpieza de filtro	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	No se depura el fluido	4	Falla común	8	3	96	Inspección y mantenimiento del filtro	Operadores/ Captación
	Motor eléctrico	Transformación de la energía eléctrica en energía mecánica	Sobrecalentamiento	OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54	Verificar estado de componentes	Operadores/ Captación
			Vibración	VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Captación



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
			Apago intempestivo	SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Parada por rotura	BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Captación
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
	Cañerías	Distribución de fluidos	Problemas menores	SER	No se distribuye el fluido	4	Desajuste	8	3	96	Limpieza, inspección y reajuste de partes empernadas	Operadores/ Captación
			Vibración excesiva	VIB	No se distribuye el fluido	3	Desajuste	8	2	48		
			Deficiencia estructural	STD	Perdida de aceite y contaminación	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Bomba	Recirculación del fluido	Alta salida	HIO	Falta de lubricación y refrigeración de los elementos	3	Control	10	3	90	Revisión, limpieza y ajuste de conexiones	Operadores/ Captación
			Baja salida	LOO		3		10	3	90		Operadores/ Captación
			Apagado intempestivo	SPS		3	Fallo de energía	10	3	90	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Sobrecalentamiento	OHE		4	Aislamiento	10	3	120	Turn off del motor y mantenimiento	Operadores/ Captación
			No para	STP		3	Circuito abierto	10	3	90	Reset del relé correspondiente	Operadores/ Captación
			Vibración excesiva	VIB		4	Desajuste	10	3	120	Revisar el ajuste del empernado	Operadores/ Captación
	Actuador hidráulico	Elemento conformado por cilindro y pistón encargado de transmitir el movimiento requerido para el accionamiento de las compuertas	Fuga externa - medio del proceso	ELP	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o desgaste	7	2	28	Inspección, verificación, limpieza y mantenimiento de los componentes deteriorados	Operadores/ Captación
			Falla de funcionamiento	FTI	Problemas de accionamiento	3	Falta de presión o desgaste	9	3	81		
			Ruido	NOI	Desgaste de elementos	2	Falta de presión o desgaste	8	2	32		
			Atascamiento	PLU		3		9	3	81		



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
Sistema de accionamiento para compuertas entrada a la tubería de conducción	Compuerta	Elemento utilizado para regular el paso del agua para el embalse del río		Problemas de accionamiento					Falta de presión o desgaste			
			Deficiencia estructural	STD	Problemas de accionamiento	2	Fractura u oxidación	7	3	42	Revisión y cambio de elementos	Operadores/ Captación
			Vibración	VIB	Desgaste de elementos	2	Desajuste	7	3	42	Reajuste	Operadores/ Captación
	Manómetro	Medir la presión del fluido	Lectura anormal en instrumento	AIR	Lectura de precisión errónea	2	Descalibración	7	3	42	Control, verificación del estado y cambio de manómetro	Operadores/ Captación
			Falla en funcionamiento bajo demanda	FTF		2	Deterioro	7	3	42		
	Compuerta	Elemento utilizado para regular el paso del agua para el embalse del río	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72	Limpieza	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Motor eléctrico	Trasformación de la energía eléctrica en energía mecánica	Sobrecalentamiento	OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54	Verificar estado de componentes	Operadores/ Captación
Vibración			VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Captación	
Apago intempestivo			SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación	
Parada por rotura			BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Captación	



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Falla de conexión	FCO	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Caja reductora	Mecanismo que mantiene la velocidad de salida requerida cercana al ideal de funcionamiento	Parada	BRD	Compuerta sin accionamiento	3	Desgaste o aislamiento	9	3	81	Revisión o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Falla de rotación	FRO	Compuerta sin accionamiento	2	Aislamiento de rodamientos	8	3	48	Revisión y cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Sobrecalentamiento	OHE	Daño de elementos	1	Falta de aceite lubricante	7	3	21	Revisión del nivel de aceite	Operadores/ Captación
			Fuga externa - medio del suministro	ELU	Bajo nivel de aceite	3	Golpe, grieta u oxidación	8	3	72	Reparación o cambio de reductor	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento inadecuado	3	Desgaste de piñones	8	3	72	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Perdida de aceite y contaminación	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Final de carrera	Dispositivo que sirve para cerrar o abrir una conexión eléctrica	Falla de señal	PTF	Problemas de accionamiento	2	Daño de contacto eléctrico	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Sobrepasar tiempo de vida útil	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Soporte del motor	Soportar el peso de todo el equipo.	Vibración	VIB	Ruidos anormales	2	Desajuste	7	3	42	Ajuste de partes empernadas	Operadores/ Captación
Deficiencia estructural			STD	Colapso estructural	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación	

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
	Vástago	Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta vertical a la entrada de los desarenadores	Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y engrase del vástago	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento de compuerta inadecuado	2	Desgaste de roscado	8	3	48	Reparación de rosca o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Compuerta	Elemento utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72	Limpieza	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Rejilla	Retener e impedir que elementos extraños como troncos, ramas, etc. puedan llegar a los álabes y producir desperfectos.	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72	Limpieza	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)												
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO												
	SISTEMA DE CAPTACIÓN												
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR			
				Problemas menores en servicio		SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura
Sistema de accionamiento para la compuerta de purga del desarenador	Motor eléctrico	Trasformación de la energía eléctrica en energía mecánica	Sobrecalentamiento	OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54	Verificar estado de componentes	Operadores/ Captación	
			Vibración	VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Captación	
			Apago intempestivo	SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación	
			Parada por rotura	BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Captación	
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación	
			Falla de conexión	FCO	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación	
				Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
		Caja reductora	Mecanismo que mantiene la velocidad de salida requerida cercana al ideal de funcionamiento	Parada	BRD	Compuerta sin accionamiento	3	Desgaste o aislamiento	9	3	81	Revisión o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Falla de rotación			FRO	Compuerta sin accionamiento	2	Aislamiento de rodamientos	8	3	48	Revisión y cambio de elemento	Operadores/ Captación	
	Sobrecalentamiento			OHE	Daño de elementos	1	Falta de aceite lubricante	7	3	21	Revisión del nivel de aceite	Operadores/ Captación	
	Fuga externa - medio del suministro			ELU	Bajo nivel de aceite	3	Golpe, grieta u oxidación	8	3	72	Reparación o cambio de reductor	Operadores/ Captación	
	Falla de transmisión de potencia			PTF	Accionamiento inadecuado	3	Desgaste de piñones	8	3	72	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación	
Deficiencia estructural	STD				2		8	3	48				



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
					Perdida de aceite y contaminación		Fractura, grieta o desgaste				Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Final de carrera	Dispositivo que sirve para cerrar o abrir una conexión eléctrica	Falla de señal	PTF	Problemas de accionamiento	2	Daño de contacto eléctrico	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Sobrepasar tiempo de vida útil	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Soporte del motor	Soportar el peso de todo el equipo.	Vibración	VIB	Ruidos anormales	2	Desajuste	7	3	42	Ajuste de partes empernadas	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Vástago	Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta vertical a la entrada de los desarenadores	Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y engrase del vástago	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento de compuerta inadecuado	2	Desgaste de roscado	8	3	48	Reparación de rosca o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Compuerta	Elemento utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72	Limpieza	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER		3	Humedad	7	3	63		



	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
Sistema de accionamiento para la compuerta de escalera de peces	Motor eléctrico	Trasformación de la energía eléctrica en energía mecánica		Sobrecalentamiento		OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54
			Vibración	VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Captación
			Apago intempestivo	SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Parada por rotura	BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Captación
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Falla de conexión	FCO	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Caja reductora	Mecanismo que mantiene la velocidad de salida requerida cercana al ideal de funcionamiento	Parada	BRD	Compuerta sin accionamiento	3	Desgaste o aislamiento	9	3	81	Revisión o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Falla de rotación	FRO	Compuerta sin accionamiento	2	Aislamiento de rodamientos	8	3	48	Revisión y cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Sobrecalentamiento	OHE	Daño de elementos	1	Falta de aceite lubricante	7	3	21	Revisión del nivel de aceite	Operadores/ Captación
			Fuga externa - medio del suministro	ELU	Bajo nivel de aceite	3	Golpe, grieta u oxidación	8	3	72	Reparación o cambio de reductor	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento inadecuado	3	Desgaste de piñones	8	3	72	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Perdida de aceite y contaminación	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63		Operadores/ Captación

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)												
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO												
	SISTEMA DE CAPTACIÓN												
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR			
												Limpieza y renovación de pintura	
	Final de carrera	Dispositivo que sirve para cerrar o abrir una conexión eléctrica	Falla de señal	PTF	Problemas de accionamiento	2	Daño de contacto eléctrico	8	3	48		Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Sobrepasar tiempo de vida útil	8	3	48		Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Soporte del motor	Soportar el peso de todo el equipo.	Vibración	VIB	Ruidos anormales	2	Desajuste	7	3	42		Ajuste de partes empernadas	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48		Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63		Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Vástago	Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta vertical a la entrada de los desarenadores	Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48		Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Corrosión	3	Humedad	7	3	63		Limpieza y engrase del vástago	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento de compuerta inadecuado	2	Desgaste de roscado	8	3	48		Reparación de rosca o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Compuerta	Elemento utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72		Limpieza	Operadores/ Captación

HIDROSIERRA S.A.		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										FICM
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO										
		SISTEMA DE CAPTACIÓN										
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
Sistema de accionamiento para la compuerta de purga del tanque de carga	Motor eléctrico	Trasformación de la energía eléctrica en energía mecánica	Sobrecalentamiento	OHE	Problemas de accionamiento	3	Componentes deteriorados	6	3	54	Verificar estado de componentes	Operadores/ Captación
			Vibración	VIB	Daño en el sistema y problemas de accionamiento	4	Desalineamiento	7	3	84	Toma de medidas de vibración y reajuste	Operadores/ Captación
			Apago intempestivo	SPS	Paros incontrolables	3	Fallo de energía	7	4	84	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Parada por rotura	BRD	Problemas de accionamiento	2	Fractura o golpe	7	3	42	Verificación de ajuste	Operadores/ Captación
			No arranca	FTS	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Falla de conexión	FCO	Problemas de accionamiento	3	Circuito abierto	8	3	72	Verificación del bobinado	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Caja reductora	Mecanismo que mantiene la velocidad de salida requerida cercana al ideal de funcionamiento	Parada	BRD	Compuerta sin accionamiento	3	Desgaste o aislamiento	9	3	81	Revisión o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Falla de rotación	FRO	Compuerta sin accionamiento	2	Aislamiento de rodamientos	8	3	48	Revisión y cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Sobrecalentamiento	OHE	Daño de elementos	1	Falta de aceite lubricante	7	3	21	Revisión del nivel de aceite	Operadores/ Captación
Fuga externa - medio del suministro			ELU	Bajo nivel de aceite	3	Golpe, grieta u oxidación	8	3	72	Reparación o cambio de reductor	Operadores/ Captación	

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento inadecuado	3	Desgaste de piñones	8	3	72	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Perdida de aceite y contaminación	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Final de carrera	Dispositivo que sirve para cerrar o abrir una conexión eléctrica	Falla de señal	PTF	Problemas de accionamiento	2	Daño de contacto eléctrico	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Problemas de accionamiento	2	Sobrepasar tiempo de vida útil	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Soporte del motor	Soportar el peso de todo el equipo.	Vibración	VIB	Ruidos anormales	2	Desajuste	7	3	42	Ajuste de partes empernadas	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Vástago	Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta vertical a la entrada de los desarenadores	Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y engrase del vástago	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento de compuerta inadecuado	2	Desgaste de roscado	8	3	48	Reparación de rosca o cambio de elemento	Operadores/ Captación

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
		ISO 14224										
	Compuerta	Elemento utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72	Limpieza	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
Sistema de accionamiento para la compuerta de lavado del desrripiador	Caja reductora	Mecanismo que mantiene la velocidad de salida requerida cercana al ideal de funcionamiento	Parada	BRD	Compuerta sin accionamiento	3	Desgaste o aislamiento	9	3	81	Revisión o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Falla de rotación	FRO	Compuerta sin accionamiento	2	Aislamiento de rodamientos	8	3	48	Revisión y cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Sobrecalentamiento	OHE	Daño de elementos	1	Falta de aceite lubricante	7	3	21	Revisión del nivel de aceite	Operadores/ Captación
			Fuga externa - medio del suministro	ELU	Bajo nivel de aceite	3	Golpe, grieta u oxidación	8	3	72	Reparación o cambio de reductor	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento inadecuado	3	Desgaste de piñones	8	3	72	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Perdida de aceite y contaminación	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Soporte del motor	Soportar el peso de todo el equipo.	Vibración	VIB	Ruidos anormales	2	Desajuste	7	3	42	Ajuste de partes empernadas	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura, grieta o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
	ISO 14224											
	Vástago	Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta vertical a la entrada de los desarenadores	Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación o cambio de elemento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y engrase del vástago	Operadores/ Captación
			Falla de transmisión de potencia	PTF	Accionamiento de compuerta inadecuado	2	Desgaste de roscado	8	3	48	Reparación de rosca o cambio de elemento	Operadores/ Captación
	Compuerta	Elemento utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72	Limpieza	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
Sistema de accionamiento para compuerta stop log	Malacate	Equipo de izaje que facilita el accionamiento de la compuerta Stop Log para el mantenimiento de las compuertas radiales.	Vibración excesiva	VIB	Problemas de accionamiento	2	Carga excesiva	8	2	32	Inspección y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Operación retrasada	DOP	Problemas de accionamiento	2	Deterioro	8	2	32	Inspección y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Falla en funcionamiento bajo demanda	FTF	No responde a comandos de accionamiento	4	Caída de tensión o arrastre del cable	8	3	96	Inspección y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Ruido	NOI	Ruido anormal y deterioro	3	Falta de lubricación	8	3	72	Limpieza y lubricación	Operadores/ Captación
			Sobrecalentamiento	OHE	Falla y deterioro de elementos internos	3	Desfase o falta de lubricación	8	3	72	Limpieza y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Atascamiento	PLU	Problemas de accionamiento	3	Corrosión de cadena	7	3	63	Limpieza y lubricación	Operadores/ Captación
	Pórtico	Estructura utilizada para soportar el malacate eléctrico y el peso de la compuerta al momento de la apertura o cierre	Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación







	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CAPTACIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Compuerta	Elemento utilizado para regular el paso del agua en el mantenimiento de la compuerta radial	Acumulación de lodo	SBU	Acumulación de sedimentos y contaminación	3	Falta de limpieza	8	3	72	Limpieza	Operadores/ Captación
			Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Descoloración y corrosión	3	Humedad	7	3	63	Limpieza y renovación de pintura	Operadores/ Captación
	Guías	Permite el deslizamiento de la compuerta	Deficiencia estructural	STD	Colapso estructural	2	Fractura o desgaste	8	3	48	Reparación y mantenimiento	Operadores/ Captación
			Problemas menores en servicio	SER	Deformidad	3	Arrastre de sólidos y piedras	8	3	72	Reparación	Operadores/ Captación
PROMEDIO IPR										60		
Elaborado por:		Christian Andrés Casco Andrade			Fecha de elaboración:			01/04/2020				
Revisado por:		Ing. Jorge López Velástegui			Fecha de revisión:			10/04/2020				

Tabla 48: Matriz AMFE sistema de conducción, Autor.

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CONDUCCIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación				Acto correctivo	Responsable	
			Manera de fallo	Código	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D			IPR
		ISO 14224										
Sistema de conducción	Tubería de baja presión	Conducir el fluido desde la tubería de alta presión hasta las unidades correspondientes	Fuga externa	ELP	Problemas de generación	2	Grieta o desajuste	10	2	40	Verificación del estado de la tubería	Operadores
			Deficiencia estructural	STD	Problemas de generación	3	Golpe y corrosión	10	2	60	Reparación	Operadores
			Vibración	VIB	Daño de elemento	2	Desajuste	7	3	42	Ajuste de partes empennadas	Operadores
			Acumulación de lodo	SBU	Daño de elemento	2	Exceso de sedimentos	7	2	28	Limpieza	Operadores
	Tubería de alta presión	Conducir el fluido desde la tubería de alta presión hasta las unidades correspondientes	Fuga externa	ELP	Problemas de generación	2	Grieta o desajuste	10	2	40	Verificación del estado de la tubería	Operadores
			Deficiencia estructural	STD	Problemas de generación	3	Golpe y corrosión	10	2	60	Reparación	Operadores
			Vibración	VIB	Daño de elemento	2	Desajuste	7	3	42	Ajuste de partes empennadas	Operadores
			Acumulación de lodo	SBU	Daño de elemento	2	Exceso de sedimentos	7	2	28	Limpieza	Operadores
	Tubería de desfogue	Conducir el fluido desde la tubería de alta presión hasta las unidades correspondientes	Fuga externa	ELP	Problemas de generación	2	Grieta o desajuste	10	2	40	Verificación del estado de la tubería	Operadores
			Deficiencia estructural	STD	Problemas de generación	3	Golpe y corrosión	10	2	60	Reparación	Operadores
			Vibración	VIB	Daño de elemento	2	Desajuste	7	3	42	Ajuste de partes empennadas	Operadores
			Acumulación de lodo	SBU	Daño de elemento	2	Exceso de sedimentos	7	2	28	Limpieza	Operadores
	Válvula de globo - purga	Dispositivo utilizado para abrir o cerrar el paso del fluido	Operación retrasada	DOP	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o descalibración	9	3	54	Verificación del estado de los componentes	Operadores
			Parada	BRD	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o descalibración	9	3	54		Operadores
			Fuga en posición cerrada	LCP	Fuga de agua en cierre de válvula	2	Desgaste en el asiento	9	3	54	Cambio de elementos	Operadores
	Válvula Aductora	Dispositivo utilizado para	Operación retrasada	DOP	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o descalibración	9	3	54		Operadores

	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)											
	HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO											
	SISTEMA DE CONDUCCIÓN											
Equipo/Sistema	Componente	Función	Fallos Posibles			Ponderación					Acto correctivo	Responsable
			Manera de fallo	Código ISO 14224	Consecuencias	F	Razón de fallo	G	D	IPR		
		abrir o cerrar el paso del fluido	Parada	BRD	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o descalibración	9	3	54	Verificación del estado de los componentes	Operadores
			Fuga en posición cerrada	LCP	Fuga de agua en cierre de válvula	2	Desgaste en el asiento	9	3	54	Cambio de elementos	Operadores
			Deficiencia estructural	STD	Problemas de generación	2	Golpe y corrosión	10	3	60	Reparación	Operadores
	Válvula de globo - desfogue	Dispositivo utilizado para abrir o cerrar el paso del fluido	Operación retrasada	DOP	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o descalibración	9	3	54	Verificación del estado de los componentes	Operadores
			Parada	BRD	Problemas de accionamiento	2	Falta de presión o descalibración	9	3	54		Operadores
			Fuga en posición cerrada	LCP	Fuga de agua en cierre de válvula	2	Desgaste en el asiento	9	3	54	Cambio de elementos	Operadores
	Manhole	Pozo de visita que permite el acceso a las tuberías	Fuga externa	ELP	Problemas de generación	2	Grieta o desajuste	8	3	48	Ajuste de partes empennadas	Operadores
			Deficiencia estructural	STD	Problemas de generación	2	Golpe o corrosión	8	3	48	Reparación	Operadores
									PROMEDIO	50		
Elaborado por:		Christian Andrés Casco Andrade				Fecha de elaboración:				13/04/2020		
Revisado por:		Ing. Jorge López Velástegui				Fecha de revisión:				17/04/2020		

Tabla 49: Resumen general AMFE, Autor.

HIDROSIERRA S.A.		RESÚMEN ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO		 	
SISTEMA DE CAPTACIÓN							
IPR < RESULTADO PROMEDIO				IPR ≥ RESULTADO PROMEDIO			
Cantidad	Porcentaje			Cantidad	Porcentaje		
88	46%			102	54%		
SISTEMA DE CONDUCCIÓN							
IPR < RESULTADO PROMEDIO				IPR ≥ RESULTADO PROMEDIO			
Cantidad	Porcentaje			Cantidad	Porcentaje		
9	42%			13	58%		
CASA DE MÁQUINAS							
IPR < RESULTADO PROMEDIO				IPR ≥ RESULTADO PROMEDIO			
Cantidad	Porcentaje			Cantidad	Porcentaje		
45	47%			51	53%		



3.2.6.3. Análisis de criticidad (CA)

A continuación, se procederá a realizar un análisis de criticidad con los valores y ponderaciones que se muestran en la tabla 50, con la finalidad de determinar el grado de criticidad de cada uno de los componentes analizados con anterioridad.

Tabla 50: Valores de ponderación para análisis de criticidad, [4].

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Frecuencia (FFF)	Mínimo 1 fallo por semestre	1
	1-2 fallos por semestre	2
	2-4 fallos por semestre	3
	Mayor a 4 fallos por semestre	4
Impacto operacional (IP)	Ningún efecto significativo a niveles de operación	1
	Impacto a niveles de operación moderado	5
	Paro parcial de máquina o equipo	8
	Paro total de máquina o equipo	10
Flexibilidad operacional (FO)	Repuesto disponible	1
	Opción de repuesto compartido	2
	No existe equipo o máquina que lo reemplace	4
Costo de mantenimiento (CM)	Menor a 50 \$	1
	Entre 51 \$ - 200 \$	4
	Entre 201 \$ - 800 \$	7
	Mayor a 801 \$	10
Impacto seguridad humana (SHA)	No ocasiona ningún tipo de daño a personas, instalaciones o ambiente	0
	Impacto ambiental cuyo efecto no afecta considerablemente	1
	Provoca daños menores (accidentes o incidentes)	2
	Afecta a las instalaciones ocasionado daños severos	5
	Afecta al ambiente produciendo daños irreversibles	7
	Afecta a la seguridad humana	10

Tabla 51: Cálculo de criticidad casa de máquinas, Autor.

		ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		CASA DE MÁQUINAS							
Sistema	Componentes	Impacto Operacional (IP)	Flexibilidad Operacional (FO)	Costo de mantenimiento (CM)	Seguridad, higiene y ambiente (SAH)	Consecuencias de los fallos (CO)	Frecuencia (FF)	Criticidad (C)	Jerarquización
Sistema oleohidráulico - Válvula de admisión	Mangueras	8	2	4	2	22	1	22	Criticidad baja
	Depósito hidráulico	8	4	10	2	44	1	44	Criticidad media
	Líquido de lubricación	8	1	7	1	16	1	16	Criticidad baja
	Filtro de aceite	8	1	7	1	16	2	32	Criticidad media
	Motor eléctrico	8	4	4	2	38	1	38	Criticidad media
	Válvula mariposa	10	4	10	5	55	1	55	Criticidad alta
	Contrapeso	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Válvula by pass	10	4	10	2	52	1	52	Criticidad alta
	Sensores	10	1	7	0	17	1	17	Criticidad baja
	Junta de desmontaje	10	4	10	10	60	1	60	Criticidad alta
	Cañerías	10	4	4	2	46	1	46	Criticidad media
Manómetro	1	1	7	0	8	1	8	Criticidad baja	
Sistema de lubricación de cojinetes	Motor eléctrico	8	4	10	2	44	1	44	Criticidad media
	Depósito de aceite	8	4	10	1	43	1	43	Criticidad media
	Líquido de lubricación	8	1	7	1	16	1	16	Criticidad baja
	Filtros de aceite	8	1	7	1	16	2	32	Criticidad media
	Cañerías	10	4	4	2	46	1	46	Criticidad media
	Intercambiador de calor	8	4	10	2	44	1	44	Criticidad media
	Sensores	10	1	7	0	17	1	17	Criticidad baja
	Bomba	10	1	10	0	20	1	20	Criticidad baja
	Manómetro	1	1	7	0	8	1	8	Criticidad baja







		ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		CASA DE MÁQUINAS							
Sistema	Componentes	Impacto Operacional (IP)	Flexibilidad Operacional (FO)	Costo de mantenimiento (CM)	Seguridad, higiene y ambiente (SAH)	Consecuencias de los fallos (CO)	Frecuencia (FF)	Criticidad (C)	Jerarquización
Sistema oleohidráulico de inyectores y deflectores (Governador)	Depósito hidráulico	8	4	10	1	43	1	43	Criticidad media
	Líquido de lubricación	8	1	7	1	16	1	16	Criticidad baja
	Filtros de aceite	8	1	7	1	16	2	32	Criticidad media
	Cañerías	10	4	4	2	46	1	46	Criticidad media
	Mangueras	8	2	4	2	22	1	22	Criticidad baja
	Contrapeso	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Actuador hidráulico	10	4	10	2	52	1	52	Criticidad alta
	Motor eléctrico	8	4	10	2	44	1	44	Criticidad media
	Sensores	10	1	7	0	17	1	17	Criticidad baja
Sistema de accionamiento de turbinas	Inyector	10	4	10	5	55	1	55	Criticidad alta
	Carcasa	10	4	10	10	60	1	60	Criticidad alta
	Rodete y cucharas	10	4	10	5	55	1	55	Criticidad alta
	Eje	10	4	10	10	60	1	60	Criticidad alta
	Deflector	10	4	10	5	55	1	55	Criticidad alta
	Tubería de distribución	10	4	10	10	60	1	60	Criticidad alta
Sistema de izaje (Puente grúa)	Motor eléctrico	8	4	10	2	44	1	44	Criticidad media
	Rieles	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Final de carrera	5	1	4	0	9	2	18	Criticidad baja
	Gancho	8	4	10	2	44	1	44	Criticidad media
	Polea y tambor	10	4	10	5	44	1	55	Criticidad alta
	Cable	8	4	10	2	44	1	44	Criticidad media
PROMEDIO CRITICIDAD								38,64	

Tabla 52: Cálculo de criticidad sistema de captación, Autor.

		ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
Sistema	Componentes	Impacto Operacional (IP)	Flexibilidad Operacional (FO)	Costo de mantenimiento (CM)	Seguridad, higiene y ambiente (SAH)	Consecuencias de los fallos (CO)	Frecuencia (FF)	Criticidad (C)	Jerarquización
Sistema de accionamiento para compuertas entrada al desarenador	Motor eléctrico	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
	Caja reductora	8	4	7	5	44	1	44	Criticidad media
	Final de carrera	5	1	4	0	9	2	18	Criticidad baja
	Soporte del motor	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad baja
	Vástago	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Compuerta	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
	Rejilla	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad baja
Sistema de accionamiento oleohidráulico para compuertas radiales	Depósito hidráulico	8	4	10	2	44	1	44	Criticidad media
	Mangueras	8	2	4	2	22	1	22	Criticidad baja
	Aceite hidráulico	8	1	7	1	16	1	16	Criticidad baja
	Filtro de aceite	8	1	7	1	16	1	16	Criticidad baja
	Motor eléctrico	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
	Cañerías	10	4	4	2	46	1	46	Criticidad media
	Bomba	10	1	10	0	20	1	20	Criticidad baja
	Actuador hidráulico	10	4	10	2	52	1	52	Criticidad alta
	Manómetro	1	1	7	0	8	1	8	Criticidad baja
Compuerta	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media	
Sistema de accionamiento tubería de conducción	Motor eléctrico	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
	Caja reductora	8	4	7	5	44	1	44	Criticidad media
	Final de carrera	5	1	4	0	9	2	18	Criticidad baja
	Soporte del motor	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad media
	Vástago	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Compuerta	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media

		ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
Sistema	Componentes	Impacto Operacional (IP)	Flexibilidad Operacional (FO)	Costo de mantenimiento (CM)	Seguridad, higiene y ambiente (SAH)	Consecuencias de los fallos (CO)	Frecuencia (FF)	Criticidad (C)	Jerarquización
	Rejilla	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad baja
Sistema de accionamiento para la compuerta de purga del desarenador	Motor eléctrico	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
	Caja reductora	8	4	7	5	44	1	44	Criticidad media
	Final de carrera	5	1	4	0	9	2	18	Criticidad baja
	Soporte del motor	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad baja
	Vástago	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Compuerta	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
Sistema de accionamiento para la compuerta de escalera de peces	Motor eléctrico	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
	Caja reductora	8	4	7	5	44	1	44	Criticidad media
	Final de carrera	5	1	4	0	9	2	18	Criticidad baja
	Soporte del motor	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad baja
	Vástago	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Compuerta	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
Sistema de accionamiento para la compuerta de purga del tanque de carga	Motor eléctrico	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
	Caja reductora	8	4	7	5	44	1	44	Criticidad media
	Final de carrera	5	1	4	0	9	2	18	Criticidad baja
	Soporte del motor	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad baja
	Vástago	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Compuerta	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
Sistema de accionamiento compuerta desrripador	Caja reductora	8	4	7	5	44	1	44	Criticidad media
	Soporte del motor	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad baja
	Vástago	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Compuerta	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
	Volante	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad baja
Stop log	Malacate	8	4	10	10	52	1	47	Criticidad media
	Pórtico	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media







		ANÁLISIS DE CRITICIDAD						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
Sistema	Componentes	Impacto Operacional (IP)	Flexibilidad Operacional (FO)	Costo de mantenimiento (CM)	Seguridad, higiene y ambiente (SAH)	Consecuencias de los fallos (CO)	Frecuencia (FF)	Criticidad (C)	Jerarquización
	Compuerta	8	4	7	2	41	1	41	Criticidad media
	Guías	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
PROMEDIO CRITICIDAD								36	
Realizado por:		Christian Andrés Casco Andrade			Fecha de realización:		20/04/2020		
Revisado por:		Ing. Jorge López Velástegui			Fecha de revisión:		01/05/2020		
Aprobado por:		Ing. Jorge Paredes			Fecha de aprobación:		01/05/2020		

Tabla 53: Cálculo de criticidad sistema de conducción, Autor.

		ANÁLISIS DE CRITICIDAD						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		SISTEMA DE CONDUCCIÓN							
Sistema	Componentes	Impacto Operacional (IP)	Flexibilidad Operacional (FO)	Costo de mantenimiento (CM)	Seguridad, higiene y ambiente (SAH)	Consecuencias de los fallos (CO)	Frecuencia (FF)	Criticidad (C)	Jerarquización
Sistema de conducción	Tubería de baja presión	10	4	10	5	55	1	55	Criticidad alta
	Tubería de alta presión	10	4	10	5	55	1	55	Criticidad alta
	Tubería de desfogue	5	4	4	2	26	1	26	Criticidad baja
	Válvula de globo - purga	5	4	7	2	29	1	29	Criticidad media
	Válvula de globo - desfogue	5	2	7	2	19	1	19	Criticidad media
	Válvula aductora	8	4	10	5	47	1	47	Criticidad media
	Manjol	8	2	7	5	25	1	25	Criticidad media
PROMEDIO CRITICIDAD								36,57	
Realizado por:		Christian Andrés Casco Andrade			Fecha de realización:		20/04/2020		
Revisado por:		Ing. Jorge López Velástegui			Fecha de revisión:		01/05/2020		
Aprobado por:		Ing. Jorge Paredes			Fecha de aprobación:		01/05/2020		

3.2.6.4. Gamas de mantenimiento

Las gamas de mantenimiento son un listado de las actividades requeridas para tratar de disminuir y evitar algunos posibles fallos que pueden suscitar en el sistema, equipo o componente. Cabe recalcar que para realizar las actividades se debe utilizar todos los equipos de protección personal necesarios. Para que la organización y comprensión de las gamas no sea compleja, se han dividido los sistemas principales (mecánicos) a los cuales pertenecen, los cuales son los siguientes:

Casa de máquinas

- Sistema oleohidráulico - Válvula de admisión
- Sistema de lubricación de cojinetes
- Sistema oleohidráulico de inyectores y deflectores (Governador)
- Sistema de accionamiento de las turbinas

Captación

- Sistema de accionamiento para compuertas entrada al desarenador, purga desarenador, tubería de conducción, escalera de peces, purga tanque de carga, purga desrripiador.
- Sistema de accionamiento oleohidráulico para compuertas radiales.
- Sistema de accionamiento compuerta stop log.

Conducción




- Sistema de conducción.




Los valores utilizados en la frecuencia de acción de las gamas de mantenimiento son los siguientes:




Tabla 54: Especificación de códigos de frecuencia Autor.




ESPECIFICACIÓN DE CÓDIGOS DE FRECUENCIA	
Código	Descripción
1D*	Diario
1S	Cada semana
1M	Cada mes
3M	Cada tres meses
6M	Cada seis meses
1A	Cada año
OBSERVACIÓN	El * significa que se debe realizar en cada turno

Tabla 55: Gama de mantenimiento mecánico para casa de máquinas, Autor.

		HIDROSIERRA. S.A							 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO								
ÁREA:		CASA DE MÁQUINAS			MANTENIMIENTO:				MECÁNICO	
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	N° PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRIO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
Sistema oleohidráulico - Válvula de admisión	Mangueras	Limpieza e inspección	1S	30 minutos	1	No	C/F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza	
	Mangueras	Verificar el estado, flexibilidad y posibles fugas	1M	15 minutos	1	No	F		Kit de limpieza	
	Mangueras	Revisión de acoples y uniones	1M	15 minutos	1	No	F		Kit de limpieza	
	Depósito hidráulico	Controlar el nivel de aceite	1D*	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Depósito hidráulico	Limpieza exterior	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Aceite oleohidráulico	Cambio de aceite	2A	2 horas	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Filtro	Controlar el aviso de suciedad	1D*	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Filtro	Limpieza de filtros	6M	30 minutos	2	Si	F		Kit de limpieza, equipos de medición de presión	
	Filtro	Cambio de filtros	1A	1 hora	1	Si	F		Kit de limpieza	
	Válvula mariposa	Limpieza e inspección de pintura	1S	30 minutos	2	No	F		Kit de limpieza, escalera	
	Válvula mariposa	Verificar es el estado de los componentes	6M	1 hora	1	No	F		Kit de limpieza	
	Válvula mariposa	Verificar el torque de apriete de tornillos	6M	2 horas	2	No	F		Kit de limpieza	
	Válvula mariposa	Verificar el estado de los sellos	1A	1 hora	1	No	F		Kit de limpieza	
	Válvula mariposa	Desmontaje de válvula para inspección detallada	3A	1 día	4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza, puente grúa	
	Válvula mariposa	Verificar el tiempo de apertura y cierre	1A	30 minutos	2	No	F		Kit de limpieza, cronómetro	
	Válvula mariposa	Engrasar apoyos	1M	15 minutos	1	No	F		Escalera, caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación	
	Contrapeso	Inspección visual	1A	30 minutos	1	No	F		Kit de limpieza	
	Contrapeso	Lubricar en las boquillas de engrase	1M	15 minutos	1	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación	
	Válvula by pass	Limpieza e inspección de pintura	1S	30 minutos	2	No	F		Kit de limpieza, escalera	
	Válvula by pass	Verificar el torque de apriete de tornillos	6M	2 horas	1	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
Válvula by pass	Verificar el estado de los sellos	1A	1 hora	1	No	F	Caja de herramientas, kit de limpieza			

		HIDROSIERRA. S.A						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO							
ÁREA:		CASA DE MÁQUINAS	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO	
EQUIPO/SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	N° PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
	Válvula by pass	Desmontaje de válvula para inspección detallada	3A	1 día	4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza, puente grúa
	Sensores	Inspección de funcionamiento	1S	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Sensores	Limpieza de terminales	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Junta de desmontaje	Limpieza e inspección	1S	15 minutos	1	No	F		Kit de limpieza
	Junta de desmontaje	Ajuste de partes empernadas	3M	30 minutos	2	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Cañerías	Revisión de acoples y uniones	1S	30 minutos	1	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Cañerías	Reajuste de acoples y cambio de cañerías en mal estado	1A	1 hora	2	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Cañerías	Purgado de aire	1M	30 minutos	2	No	F		Caja de herramientas
Sistema de lubricación de cojinetes	Motor Eléctrico	Limpieza e inspección	1M	15 minutos	1	No	C/F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza
	Motor Eléctrico	Engrase de boquillas	1A	30 minutos	2	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación
	Depósito hidráulico	Controlar el nivel de aceite	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
	Depósito hidráulico	Limpieza exterior	1M	15 minutos	1	No	F		Kit de limpieza
	Aceite oleohidráulico	Controlar la temperatura del aceite	1D*	15 minutos	1	No	C/F		Hoja de datos
	Aceite oleohidráulico	Cambio de aceite	1A	2 horas	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Filtros de aceite	Controlar el aviso de suciedad	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
	Filtros de aceite	Limpieza de filtros	1M	30 minutos	2	Si	F		Kit de limpieza
	Filtros de aceite	Cambio de filtros	1A	1 hora	1	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Cañerías	Revisión de acoples y uniones	1S	30 minutos	1	No	C/F		Caja de herramientas
	Cañerías	Reajuste de acoples y cambio de cañerías en mal estado	1A	1 hora	2	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Cañerías	Purgado de aire	6M	30 minutos	2	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Intercambiador de calor	Limpieza e inspección exterior	1S	30 minutos	1	No	C		Kit de limpieza
	Intercambiador de calor	Limpieza e inspección interior	1A	2 horas	2	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza

		HIDROSIERRA. S.A						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO							
ÁREA:		CASA DE MÁQUINAS	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO	
EQUIPO/SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	N° PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
	Intercambiador de calor	Controlar si hay fugas en la brida de unión	3M	30 minutos	1	Si	F		Caja de herramientas
	Intercambiador de calor	Verificar el estado de las conexiones	1M	15 minutos	1	Si	F		Hoja de datos
	Sensores	Inspección de funcionamiento	1S	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Sensores	Limpieza de terminales	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Manómetro	Verificar presiones de ingreso y salida	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
Sistema oleohidráulico de inyectores y deflectores (Governador)	Depósito de aceite	Controlar el nivel de aceite	1D*	15 minutos	1	No	C	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Hoja de datos
	Depósito de aceite	Limpieza exterior	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Aceite de lubricación	Controlar la temperatura del aceite	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
	Aceite de lubricación	Cambio de aceite	1A	2 horas	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Motor Eléctrico	Limpieza e inspección	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Motor Eléctrico	Engrase de boquillas	3M	30 minutos	2	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación
	Válvulas	Verificar que estén posicionadas en automático	1M	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
	Sensores	Inspección de funcionamiento	1S	15 minutos	1	No	C/F		Hoja de datos
	Sensores	Limpieza de terminales	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Cañerías	Revisión de acoples y uniones no herméticas	1S	30 minutos	1	No	C		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Cañerías	Reajuste de acoples y cambio de cañerías en mal estado	1A	1 hora	2	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Filtro	Controlar el aviso de suciedad	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
	Filtro	Limpieza de filtros	6M	30 minutos	2	Si	F		Kit de limpieza
	Filtro	Cambio de filtros	2A	1 hora	1	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Actuador hidráulico	Lubricar en el cabezal de articulación	1M	1 hora	2	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación
	Mangueras	Limpieza e inspección	1S	30 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
Mangueras	Verificar el estado, flexibilidad y posibles fugas	1M	15 minutos	1	No	C/F	Caja de herramientas, kit de limpieza		

		HIDROSIERRA. S.A						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO							
ÁREA:		CASA DE MÁQUINAS		MANTENIMIENTO:				MECÁNICO	
EQUIPO/SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	N° PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
	Mangueras	Revisión de acoples y uniones	1M	15 minutos	1	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Contrapeso	Inspección visual	3M	30 minutos	1	No	F		Hoja de datos
	Contrapeso	Lubricar las boquillas de engrase	1M	15 minutos	1	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación
	Tanque gobernador	Revisión y ajuste de pernos	1M	1 hora	2	No	C		Caja de herramientas
Sistema de accionamiento de las turbinas	Inyector	Limpieza de sedimentos	6M	3 horas	3	Si	F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Torquímetro, bomba hidráulica, caja de herramientas, kit de limpieza
	Inyector	Controlar los pernos de fijación y contratuercas	6M	1 hora	2	Si	F		Torquímetro, caja de herramientas
	Inyector	Inspección de presión	1M	2 horas	2	No	F		Caja de herramientas
	Inyector	Monitoreo de funcionamiento	1D*	15 minutos	1	No	F		Hoja de datos
	Carcasa	Limpieza e inspección externa	1S	3 horas	2	No	F		Kit de limpieza
	Carcasa	Limpieza e inspección interna	3M	3 horas	3	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Carcasa	Renovación de pintura	1A	72 horas	4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza, pinturas
	Carcasa	Comprobación de ajuste de partes empernadas	3M	2 horas	2	No	F		Caja de herramientas
	Rodete y cucharas	Inspección de desgaste	6M	2 horas	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Rodete y cucharas	Limpiar y controlar daños visuales y objetos trancados	6M	2 horas	2	Si	F		Kit de limpieza
	Eje	Inspección visual	6M	2 horas	2	Si	F		Hoja de datos
	Deflector	Limpiar y controlar daños visuales y objetos trancados	6M	2 horas	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Deflector	Verificar el estado de los elementos de sujeción	6M	1 hora	1	Si	F		Caja de herramientas
	Deflector	Lubricar las boquillas de engrase del sistema de varillaje	1M	1 hora	1	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación
	Conductos	Revisión de acoples y uniones no herméticas	1D*	30 minutos	1	No	F		Hoja de datos
	Conductos	Reajuste de acoples y cambio de cañerías en mal estado	3M	1 hora	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
Conductos	Desmontar y limpiar con aire a presión	1A	3 horas	3	No	F	Caja de herramientas, kit de limpieza		













		HIDROSIERRA. S.A							 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO								
ÁREA:		CASA DE MÁQUINAS			MANTENIMIENTO:				MECÁNICO	
EQUIPO/SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	N° PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
	Tubería de distribución	Verificación de hermeticidad de uniones	1D*	1 hora	2	No	F		Hoja de datos	
	Tubería de distribución	Renovación de pintura	1A	72 horas	4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza, pinturas	
Sistema de generación	Carcasa	Limpieza e inspección externa	1S	3 horas	2	No	C	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza	
	Carcasa	Soplar con aire a presión en el interior	3M	3 horas	2	No	C		Compresor, aspiradora	
	Filtros de aire	Lavar los filtros de acero inoxidable	3M	3 horas	2	Si	C		Hydro lavadora, kit de limpieza	
	Generador	Controlar la temperatura del bobinado	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos	
	Generador	Verificar el ajuste de los pernos de sujeción	1A	3 horas	2	No	C		Caja de herramientas	
	Generador	Controlar el estado de las mangueras y conductos	1A	3 horas	1	No	C		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Excitador	Limpiar el polvo y suciedad	1A	2 horas	2	No	C		Kit de limpieza	
	Excitador	Controlar uniones respecto a la firmeza de ajuste y corrosión	1A	2 horas	2	Si	C		Caja de herramientas	
	Rectificador	Limpiar el polvo y suciedad	1A	2 horas	2	Si	F		Kit de limpieza	
	Estator	Limpiar el polvo y suciedad	1A	2 horas	2	Si	F		Kit de limpieza	
INDICACIONES Y SUGERENCIAS DE PREVENCIÓN										
1. Se deberán ir registrando los trabajos de mantenimiento y las situaciones fuera de lo común (Bitácora)					6. Dejar que se enfríen los lubricantes, aceites antes de su drenaje					
2. En los casos que se requiera se deberá detener la turbina					7. En los casos que se requiera se deberá detener el generador					
3. En los casos que se requiera se deberá cerrar la válvula de admisión					8. Evite aproximarse demasiado a mecanismos móviles					
4. Protocolar semanalmente las temperaturas de los apoyos del generador					9. Desechar de acuerdo a las reglamentaciones el aceite usado, filtros de aceite y trapos sucios.					
5. Controlar el nivel de aceite con el cilindro desactivado (Governador, válvula de admisión)					10. No tocar las partes con temperatura elevada					
Elaboró:	Christian Andrés Casco Andrade				Fecha de elaboración:	01/05/2020				
Revisó:	Ing. Jorge López Velástegui				Fecha de revisión:	15/05/2020				
Aprobó:	Ing. Jorge Paredes				Fecha de aprobación:	15/05/2020				


Tabla 56: Gama de mantenimiento mecánico para el sistema de captación, Autor.

		HIDROSIERRA. S.A							
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO							
ÁREA:		SISTEMA DE CAPTACIÓN	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO	
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRIO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
Sistema de accionamiento para compuertas entrada al desarenador	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F	Guantes de nitrilo, casco, mascarilla, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza, caja de herramientas
	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	3 horas	2	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M		1	No	F		Caja de herramientas
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos
	Compuerta	Renovación de pintura	3A	48 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Rejilla	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos
	Rejilla	Renovación de pintura	3A	48 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas

		HIDROSIERRA. S.A						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO							
ÁREA:		SISTEMA DE CAPTACIÓN		MANTENIMIENTO:				MECÁNICO	
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRIO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
Sistema de accionamiento oleohidráulico para compuertas radiales	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	1 hora	1	Si	C/F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza
	Motor Eléctrico	Engrase de boquillas	1A	30 minutos	2	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación
	Depósito hidráulico	Controlar el nivel de aceite	1S	1 hora	1	No	C		Hoja de datos
	Depósito hidráulico	Limpieza exterior	1S		1	No	C		Kit de limpieza
	Aceite oleohidráulico	Cambio de aceite	1A	24 horas	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Filtros de aceite	Controlar el aviso de suciedad	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
	Filtros de aceite	Cambio de filtros	6M	1 hora	1	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Cañerías	Reajuste de acoples y cambio de cañerías en mal estado	1A	1 hora	2	Si	F		Caja de herramientas
	Cañerías	Revisión de acoples y uniones	1S	30 minutos	1	No	C		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Mangueras	Limpieza e inspección exterior	1S	30 minutos	1	No	C		Kit de limpieza
	Actuador hidráulico	Mantenimiento (Proveedor - Hidraservi)	6M	-	-	Si	C/F		Caja de herramientas
	Compuerta	Inspección de funcionamiento	1S	15 minutos	1	No	F		Kit de limpieza
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Kit de limpieza
	Compuerta	Renovación de pintura	3A	12 horas	2	Si	F		
	Sensores	Inspección de funcionamiento	1D*	15 minutos	1	No	F		Hoja de datos
Manómetro	Verificar presiones de ingreso y salida	6M	15 minutos	1	No	C			

		HIDROSIERRA. S.A							 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO								
ÁREA:		SISTEMA DE CAPTACIÓN	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO		
EQUIPO/SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
Sistema de accionamiento tubería de conducción	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F	Guantes de nitrilo, casco, mascarilla, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	3 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo	
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C		Kit de limpieza	
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M	1	No	F	Caja de herramientas			
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas	
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza	
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza	
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos	
	Compuerta	Renovación de pintura	3A	48 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Rejilla	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos	
Rejilla	Renovación de pintura	3A	48 horas	2	Si	F	Kit de limpieza, caja de herramientas			
Sistema de accionamiento para la compuerta de purga del desarenador	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F	Guantes de nitrilo, casco, mascarilla, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	3 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo	
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C		Kit de limpieza	
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M	1	No	F	Caja de herramientas			

		HIDROSIERRA. S.A							 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO								
ÁREA:		SISTEMA DE CAPTACIÓN		MANTENIMIENTO:					MECÁNICO	
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRIO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas	
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza	
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza	
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos	
	Compuerta	Renovación de pintura	3A	48 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
Sistema de accionamiento para la compuerta de escalera de peces	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F	Guantes de nitrilo, casco, mascarilla, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	3 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo	
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C		Kit de limpieza	
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M		1	No	F		Caja de herramientas	
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas	
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza	
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza	
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos	
	Compuerta	Renovación de pintura	3A	48 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	

		HIDROSIERRA. S.A							 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO								
ÁREA:		SISTEMA DE CAPTACIÓN		MANTENIMIENTO:				MECÁNICO		
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRIO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
Sistema de accionamiento para la compuerta de purga del tanque de carga	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F	Guantes de nitrilo, casco, mascarilla, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	3 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo	
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C		Kit de limpieza	
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M	1	No	F	Caja de herramientas			
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas	
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza	
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza	
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos	
	Compuerta	Renovación de pintura	3A	48 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
Sistema de accionamiento compuerta desrripiador	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	3 horas	2	Si	F	Guantes de nitrilo, casco, mascarilla, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo	
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C		Kit de limpieza	
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas	
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza	
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza	
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos	
	Compuerta	Renovación de pintura	3A	48 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	






		HIDROSIERRA. S.A						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO							
ÁREA:		SISTEMA DE CAPTACIÓN		MANTENIMIENTO:				MECÁNICO	
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
Sistema de accionamiento compuerta Stop Log	Malacate	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F	Guantes de nitrilo, casco, mascarilla, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Hoja de datos, kit de limpieza
	Malacate	Limpieza y engrase de cadena	3M		1	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Pórtico	Limpieza e inspección de pintura	1A	2 horas	2	No	F		Hoja de datos, kit de limpieza
	Pórtico	Verificar el estado de los componentes	1A		2	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Pórtico	Verificar el torque de apriete de tornillos	1A		2	No	F		Caja de herramientas
	Guías	Inspección visual	6M	15 minutos	1	Si	F		Kit de limpieza
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos, kit de limpieza
	Compuerta	Renovación de pintura	3A	48 horas	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
INDICACIONES Y SUGERENCIAS DE PREVENCIÓN									
1. Se deberán ir registrando los trabajos de mantenimiento y las situaciones fuera de lo común (Bitácora)					5. En caso de abrir las compuertas radiales, se deberá cerrar la compuerta del tanque de carga				
2. Prevenir en lo máximo posible la contaminación al río					4. Controlar el nivel de aceite con el cilindro desactivado				
3. En caso de crecida o palizada abrir las compuertas radiales.					8. Desechar de acuerdo a las reglamentaciones el aceite usado, filtros de aceite y trapos sucios.				
Elaboró:		Christian Andrés Casco Andrade			Fecha de elaboración:		01/05/2020		
Revisó:		Ing. Jorge López Velástegui			Fecha de revisión:		15/05/2020		
Aprobó:		Ing. Jorge Paredes			Fecha de aprobación:		15/05/2020		

Tabla 57: Gama de mantenimiento mecánico para el sistema de conducción, Autor.

		HIDROSIERRA. S.A								
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO								
ÁREA:		SISTEMA DE CONDUCCIÓN	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO		
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
Sistema de conducción	Tubería de baja presión	Verificar el estado de la tubería	1A	24 horas	4	Si	F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, botas, traje impermeable	Linterna, planos, kit de limpieza	
	Tubería de baja presión	Inspección de soldadura	6M	24 horas	4	Si	F		Linterna, planos, kit de limpieza	
	Tubería de baja presión	Remoción de óxido	1A	24 horas	4	Si	F		Linterna, planos, caja de herramientas	
	Tubería de baja presión	Renovación de pintura en partes afectadas	1A	24 horas	4	Si	F		Brocha de Nylon de 4", linterna, caja de herramientas	
	Tubería de alta presión	Verificar el estado de la tubería	1A	24 horas	4	No	F		Linterna, planos, kit de limpieza	
	Tubería de alta presión	Inspección de soldadura	6M	24 horas	4	No	F		Linterna, planos, kit de limpieza	
	Tubería de alta presión	Remoción de óxido	1A	24 horas	4	Si	F		Linterna, planos, caja de herramientas	
	Tubería de alta presión	Renovación de pintura en partes afectadas	1A	24 horas	4	Si	F		Brocha de Nylon de 4", linterna, caja de herramientas	
	Tubería de desfogue	Verificar el estado de la tubería	1A	3 horas	2	No	F		Linterna, planos, kit de limpieza	
	Tubería de desfogue	Inspección de soldadura	6M	2 horas	2	No	F		Linterna, planos, kit de limpieza	
	Tubería de desfogue	Remoción de óxido	1A	3 horas	2	No	F		Linterna, planos, caja de herramientas	
	Tubería de desfogue	Renovación de pintura en partes afectadas	1A	3 horas	2	Si	F		Brocha de Nylon de 4", linterna, caja de herramientas	
	Válvula de globo - purga	Limpieza e inspección de pintura	6M	3 horas	2	No	F		Linterna, kit de limpieza	
	Válvula de globo - purga	Verificar el torque de apriete de tornillos	6M	2 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas	
	Válvula de globo - purga	Verificar la hermeticidad de las uniones	1A	2 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas	
	Válvula de globo - purga	Desmontaje de válvula para inspección detallada	3A	1 día	4	Si	F		Linterna, caja de herramientas, kit de limpieza	
	Válvula de globo - purga	Lubricación del actuador mecánico	6M	2 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación	
	Válvula de globo - desfogue	Limpieza e inspección de pintura	6M	3 horas	2	No	F		Linterna, kit de limpieza	



Válvula de globo - desfogue	Verificar el torque de apriete de tornillos	6M	2 horas	2	No	F	Linterna, caja de herramientas	
Válvula de globo - desfogue	Verificar la hermeticidad de las uniones	1A	2 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas
Válvula de globo - desfogue	Desmontaje de válvula para inspección detallada	3A	1 día	4	Si	F		Linterna, caja de herramientas, kit de limpieza
Válvula de globo - desfogue	Lubricación del actuador mecánico	6M	2 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación
Manjole	Limpieza e inspección de corrosión	1A	8 horas	3	Si	F		Linterna, kit de limpieza
Manjole	Verificar el torque de apriete de tornillos	1A	4 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas, kit de limpieza

INDICACIONES Y SUGERENCIAS DE PREVENCIÓN

1. Se deberán ir registrando los trabajos de mantenimiento y las situaciones fuera de lo común (Bitácora).	5. Se deberá tener los permisos de trabajo para realizar cualquier actividad en las tuberías.
2. En los casos que se requiera se deberá detener la turbina.	6. Para el ingreso al túnel se deberá ingresar con el arnés e implementos correspondientes.
3. En los casos que se requiera se deberá cerrar la válvula de admisión.	7. Desechar de acuerdo a las reglamentaciones los materiales utilizados y trapos sucios.
4. Revisar los planos de referencia de las vías de circulación en el túnel.	8. Señalización y determinación de partes afectadas en la tubería.

Elaboró:	Christian Andrés Casco Andrade	Fecha de elaboración:	01/05/2020
Revisó:	Ing. Jorge López Velástegui	Fecha de revisión:	15/05/2020
Aprobó:	Ing. Jorge Paredes	Fecha de aprobación:	15/05/2020

Tabla 58: Gama de mantenimiento mecánico diario y semanal, Autor.

		HIDROSIERRA. S.A							
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO DIARIO Y SEMANAL							
ÁREA:		CASA DE MÁQUINAS	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO	
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRIO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
Sistema oleohidráulico - Válvula de admisión	Filtro	Controlar el aviso de suciedad	1D*	15 minutos	1	No	C/F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza
	Depósito hidráulico	Controlar el nivel de aceite	1D*	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Mangueras	Limpieza e inspección	1S	30 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Válvula mariposa	Limpieza e inspección de pintura	1S	30 minutos	2	No	F		Kit de limpieza
	Sensores	Inspección de funcionamiento	1S	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Junta de desmontaje	Limpieza e inspección	1S	15 minutos	1	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Cañerías	Revisión de acoples y uniones	1S	30 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
Sistema de lubricación de cojinetes	Depósito hidráulico	Controlar el nivel de aceite	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
	Aceite oleohidráulico	Controlar la temperatura del aceite	1D*	15 minutos	1	No	C/F		Hoja de datos
	Filtros de aceite	Controlar el aviso de suciedad	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
	Manómetro	Verificar presiones de ingreso y salida	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
	Intercambiador de calor	Limpieza e inspección exterior	1S	30 minutos	1	No	C		Kit de limpieza
	Sensores	Inspección de funcionamiento	1S	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza
	Cañerías	Revisión de acoples y uniones	1S	30 minutos	1	No	C		Caja de herramientas
Governador	Depósito de aceite	Controlar el nivel de aceite	1D*	15 minutos	1	No	C	Hoja de datos	
	Aceite de lubricación	Controlar la temperatura del aceite	1D*	15 minutos	1	No	C	Hoja de datos	
	Filtro	Controlar el aviso de suciedad	1D*	15 minutos	1	No	C	Hoja de datos	
	Cañerías	Revisión de acoples y uniones no herméticas	1S	30 minutos	1	No	C	Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Sensores	Inspección de funcionamiento	1S	15 minutos	1	No	C/F	Hoja de datos	
	Mangueras	Limpieza e inspección	1S	30 minutos	1	No	C/F	Kit de limpieza	






		HIDROSIERRA. S.A								
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO DIARIO Y SEMANAL								
ÁREA:		CASA DE MÁQUINAS	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO		
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRIO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
Sistema de accionamiento de turbinas	Inyector	Monitoreo de funcionamiento	1D*	15 minutos	1	No	F		Hoja de datos	
	Tubería de distribución	Verificación de hermeticidad de uniones	1D*	1 hora	2	No	F		Kit de limpieza	
	Conductos	Revisión de acoples y uniones no herméticas	1D*	30 minutos	1	No	F		Hoja de datos	
	Carcasa	Limpieza e inspección externa	1S	1 hora	2	No	F		Hoja de datos	
Sistema de generación	Generador	Controlar la temperatura del bobinado	1D*	15 minutos	1	No	C		Kit de limpieza	
	Carcasa	Limpieza e inspección externa	1S	3 horas	2	No	C		Hoja de datos	
ÁREA:		SISTEMA DE CAPTACIÓN	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO		
Sistema de accionamiento oleohidráulico para compuertas radiales	Depósito hidráulico	Controlar el nivel de aceite	1S	1 hora	1	No	C	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado	Hoja de datos	
	Depósito hidráulico	Limpieza exterior	1S		1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Filtros de aceite	Controlar el aviso de suciedad	1D*	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos	
	Cañerías	Revisión de acoples y uniones	1S	30 minutos	1	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Mangueras	Limpieza e inspección exterior	1S	30 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Compuerta	Inspección de funcionamiento	1S	15 minutos	1	No	F		Kit de limpieza	
	Sensores	Inspección de funcionamiento	1D*	15 minutos	1	No	C/F		Hoja de datos	
Elaboró:	Christian Andrés Casco Andrade		Fecha de elaboración:					01/05/2020		
Revisó:	Ing. Jorge López Velástegui		Fecha de revisión:					15/05/2020		
Aprobó:	Ing. Jorge Paredes		Fecha de aprobación:					15/05/2020		



Tabla 59: Gama de mantenimiento mensual casa de máquinas, Autor.



		HIDROSIERRA. S.A							 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO MENSUAL								
ÁREA:		CASA DE MÁQUINAS	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO		
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
Sistema oleohidráulico - Válvula de admisión	Mangueras	Verificar el estado, flexibilidad y posibles fugas	1M	15 minutos	1	No	F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza	
	Mangueras	Revisión de acoples y uniones	1M	15 minutos	1	No	F		Kit de limpieza	
	Depósito hidráulico	Limpieza exterior	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Válvula mariposa	Engrasar apoyos	1M	15 minutos	1	No	F		Escalera, caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación	
	Contrapeso	Lubricar en las boquillas de engrase	1M	15 minutos	1	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación	
	Sensores	Limpieza de terminales	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Cañerías	Purgado de aire	1M	30 minutos	2	No	F		Caja de herramientas	
Sistema de lubricación de cojinetes	Motor Eléctrico	Limpieza e inspección	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Depósito hidráulico	Limpieza exterior	1M	15 minutos	1	No	F		Kit de limpieza	
	Filtros de aceite	Limpieza de filtros	1M	30 minutos	2	Si	F		Kit de limpieza	
	Intercambiador de calor	Verificar el estado de las conexiones	1M	15 minutos	1	Si	F		Hoja de datos	
	Sensores	Limpieza de terminales	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
Governador	Depósito de aceite	Limpieza exterior	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Motor Eléctrico	Limpieza e inspección	1M	15 minutos	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Válvulas	Verificar que estén posicionadas en automático	1M	15 minutos	1	No	C	Hoja de datos		
	Sensores	Limpieza de terminales	1M	15 minutos	1	No	C/F	Kit de limpieza		
	Actuador hidráulico	Lubricar en el cabezal de articulación	1M	1 hora	2	No	F	Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación		




	Mangueras	Verificar el estado, flexibilidad y posibles fugas	1M	15 minutos	1	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Mangueras	Revisión de acoples y uniones	1M	15 minutos	1	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Contrapeso	Lubricar las boquillas de engrase	1M	15 minutos	1	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación	
	Tanque gobernador	Revisión y ajuste de pernos	1M	1 hora	2	No	C		Caja de herramientas	
	Sistema de accionamiento de turbinas	Inyector	Inspección de presión	1M	2 horas	2	No		F	Caja de herramientas
		Deflector	Lubricar las boquillas de engrase del sistema de varillaje	1M	1 hora	1	Si		F	

Elaboró:	Christian Andrés Casco Andrade	Fecha de elaboración:	01/05/2020
Revisó:	Ing. Jorge López Velástegui	Fecha de revisión:	15/05/2020
Aprobó:	Ing. Jorge Paredes	Fecha de aprobación:	15/05/2020

Tabla 60: Gama de mantenimiento mecánico trimestral, Autor.

		HIDROSIERRA. S.A								
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL								
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
Sistema oleohidráulico - Válvula de admisión	Junta de desmontaje	Ajuste de partes empernadas	3M	30 minutos	2	No	F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Caja de herramientas, kit de limpieza	
Sistema de lubricación de cojinetes	Intercambiador de calor	Controlar si hay fugas en la brida de unión	3M	30 minutos	1	Si	F		Caja de herramientas	
Governador	Motor Eléctrico	Engrase de boquillas	3M	30 minutos	2	No	C/F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación	
	Contrapeso	Inspección visual	3M	30 minutos	1	No	F		Hoja de datos	
Sistema de accionamiento de turbinas	Carcasa	Limpieza e inspección interna	3M	3 horas	3	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Carcasa	Comprobación de ajuste de partes empernadas	3M	2 horas	2	No	F		Caja de herramientas	
	Conductos	Reajuste de acoples y cambio de cañerías en mal estado	3M	1 hora	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
Sistema de generación	Carcasa	Soplar con aire a presión en el interior	3M	3 horas	2	No	C		Compresor, aspiradora	
	Filtros de aire	Lavar los filtros de acero inoxidable	3M	3 horas	2	Si	C		Hidrolavadora, kit de limpieza	
ÁREA:		SISTEMA DE CAPTACIÓN	MANTENIMIENTO:						MECÁNICO	
Sistema de accionamiento para compuertas entrada al desarenador	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C/F		Kit de limpieza	
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M	1	No	F	Caja de herramientas			
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas	

		HIDROSIERRA. S.A							
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL							
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza
Sistema de accionamiento tubería de conducción	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C		Kit de limpieza
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M		1	No	F		Caja de herramientas
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza
Sistema de accionamiento para la compuerta de purga del desarenador	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C		Kit de limpieza
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M		1	No	F		Caja de herramientas
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M	2		No	F	Kit de limpieza		
	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F	Kit de limpieza, caja de herramientas	

		HIDROSIERRA. S.A						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL							
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
Sistema de accionamiento para la compuerta de escalera de peces	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C		Kit de limpieza
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	C/F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M		1	No	F		Caja de herramientas
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F		Caja de herramientas
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F		Kit de limpieza
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza
Sistema de accionamiento para la compuerta de purga del tanque de carga	Motor eléctrico	Limpieza y reajuste de los bornes	3M	2 horas	1	Si	C/F	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C	Kit de limpieza	
	Final de carrera	Desmontaje e inspección	3M	2 horas	1	Si	C/F	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Limpieza interna y externa	3M		2	No	F	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Final de carrera	Ajuste de bornes	3M		1	No	F	Caja de herramientas	
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F	Caja de herramientas	
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F	Kit de limpieza	
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F	Caja de herramientas, kit de limpieza	
Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M	2		No	F	Kit de limpieza		
Sistema de accionamiento compuerta desrripador	Caja reductora	Limpieza exterior	3M	2 hora	1	No	C	Kit de limpieza	
	Soporte del motor	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F	Kit de limpieza, caja de herramientas	
	Soporte del motor	Verificar el torque de apriete de tornillos	3M		1	No	F	Caja de herramientas	
	Vástago	Limpieza e inspección	3M	2 horas	1	No	F	Kit de limpieza	
	Vástago	Engrase general	3M		4	Si	F	Caja de herramientas, kit de limpieza	












		HIDROSIERRA. S.A						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL							
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
	Vástago	Verificar el contacto con el final de carrera	3M		2	No	F		Kit de limpieza
Stop Log	Malacate	Limpieza e inspección de pintura	3M	2 horas	1	No	F		Hoja de datos, kit de limpieza
	Malacate	Limpieza y engrase de cadena	3M		1	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas
Elaboró:	Christian Andrés Casco Andrade		Fecha de elaboración:			01/05/2020			
Revisó:	Ing. Jorge López Velástegui		Fecha de revisión:			15/05/2020			
Aprobó:	Ing. Jorge Paredes		Fecha de aprobación:			15/05/2020			

Tabla 61: Gama de mantenimiento mecánico semestral, Autor.

		HIDROSIERRA. S.A								
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO								
		GAMA DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL								
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRIO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES	
ÁREA:		CASA DE MÁQUINAS			MANTENIMIENTO:				MECÁNICO	
Sistema oleohidráulico - Válvula de admisión	Filtro	Limpieza de filtros	6M	30 minutos	2	Si	F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza, equipos de medición de presión	
	Válvula mariposa	Verificar es el estado de los componentes	6M	1 hora	1	No	F		Kit de limpieza	
	Válvula mariposa	Verificar el torque de apriete de tornillos	6M	2 horas	2	No	F		Kit de limpieza	
	Válvula by pass	Verificar el torque de apriete de tornillos	6M	2 horas	1	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Válvula by pass	Engrase de boquilla de la rosca sin fin	6M	30 minutos	2	No	F		Caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación	
Sistema de lubricación de cojinetes	Cañerías	Purgado de aire	6M	30 minutos	2	No	C/ F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
Governador	Filtro	Limpieza de filtros	6M	30 minutos	2	Si	F		Kit de limpieza	
Sistema de accionamiento de turbinas	Inyector	Limpieza de sedimentos	6M	3 horas	3	Si	F		Torquímetro, caja de herramientas, kit de limpieza	
	Inyector	Controlar los pernos de fijación y contratueras	6M	1 hora	2	Si	F		Torquímetro, caja de herramientas	
	Rodete y cucharas	Inspección de desgaste	6M	2 horas	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Rodete y cucharas	Limpiar y controlar daños visuales y objetos trancados	6M	2 horas	2	Si	F		Kit de limpieza	
	Eje	Inspección visual	6M	2 horas	2	Si	F		Hoja de datos	
	Deflector	Limpiar y controlar daños visuales y objetos trancados	6M	2 horas	2	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza	
	Deflector	Verificar el estado de los elementos de sujeción	6M	1 hora	1	Si	F	Caja de herramientas		

		HIDROSIERRA. S.A							 
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL							
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
ÁREA:		SISTEMA DE CAPTACIÓN	MANTENIMIENTO:						MECÁNICO
Accionamiento para compuertas entrada al desarenador	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	3 horas	2	Si	C/ F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, calzado de seguridad, gafas de seguridad	Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos
	Rejilla	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Hoja de datos
Sistema de accionamiento oleohidráulico para compuertas radiales	Filtros de aceite	Cambio de filtros	6M	1 hora	1	Si	F		Caja de herramientas, kit de limpieza
	Actuador hidráulico	Mantenimiento (Proveedor - Hidraservi)	6M	-	-	Si	C/ F		Caja de herramientas
	Compuerta	Inspección estructural	6M	2 horas	1	Si	F		Caja de herramientas
	Manómetro	Verificar presiones de ingreso y salida	6M	15 minutos	1	No	C		Hoja de datos
Sistema de accionamiento tubería de conducción	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	1 hora	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo
	Compuerta	Inspección estructural	6M	1 hora	1	Si	F		Hoja de datos
	Rejilla	Inspección estructural	6M	1 hora	1	Si	F		Hoja de datos
Compuerta de purga del desarenador	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	1 hora	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo
	Compuerta	Inspección estructural	6M	1 hora	1	Si	F		Hoja de datos
Compuerta de escalera de peces	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	1 hora	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo
	Compuerta	Inspección estructural	6M	1 hora	1	Si	F	Hoja de datos	
Compuerta de purga del tanque de carga	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	1 hora	2	Si	F	Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo	

		HIDROSIERRA. S.A						 	
		HIDROELÉCTRICA RÍO VERDE CHICO							
		GAMA DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL							
EQUIPO/ SISTEMA	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERMISO ESPECIAL	TRABAJO EN FRÍO (F) O CALIENTE (C)	EPP	MATERIALES
Compuerta desrripador	Compuerta	Inspección estructural	6M	1 hora	1	Si	F		Hoja de datos
	Caja reductora	Cambio de aceite	6M	1 hora	2	Si	F		Kit de limpieza, caja de herramientas, embudo
	Compuerta	Inspección estructural	6M	1 hora	1	Si	F		Hoja de datos
Stop Log	Guías	Inspección visual	6M	15 minutos	1	Si	F		Kit de limpieza
	Compuerta	Inspección estructural	6M	1 hora	1	Si	F		Hoja de datos, kit de limpieza
ÁREA:		SISTEMA DE CONDUCCIÓN	MANTENIMIENTO:					MECÁNICO	
Sistema de Conducción	Tubería de baja presión	Inspección de soldadura	6M	24 horas	4	Si	F	Guantes, casco, mascarilla, protectores auditivos, botas, traje impermeable	Linterna, planos, kit de limpieza
	Tubería de alta presión	Inspección de soldadura	6M	24 horas	4	No	F		Linterna, planos, kit de limpieza
	Tubería de desfogue	Inspección de soldadura	6M	2 horas	2	No	F		Linterna, planos, kit de limpieza
	Válvula de globo - purga	Limpieza e inspección de pintura	6M	3 horas	2	No	F		Linterna, kit de limpieza
	Válvula de globo - purga	Verificar el torque de apriete de tornillos	6M	2 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas
	Válvula de globo - purga	Lubricación del actuador mecánico	6M	2 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación
	Válvula de globo - desfogue	Limpieza e inspección de pintura	6M	3 horas	2	No	F		Linterna, kit de limpieza
	Válvula de globo - desfogue	Verificar el torque de apriete de tornillos	6M	2 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas
	Válvula de globo - desfogue	Lubricación del actuador mecánico	6M	2 horas	2	No	F		Linterna, caja de herramientas, kit de limpieza y lubricación
Elaboró:	Christian Andrés Casco Andrade		Fecha de elaboración:				01/05/2020		
Revisó:	Ing. Jorge López Velástegui		Fecha de revisión:				15/05/2020		
Aprobó:	Ing. Jorge Paredes		Fecha de aprobación:				15/05/2020		

En las tablas 62 y 63 que se presentan a continuación, se detallan los elementos que se deben incluir en la caja de herramientas y kit de limpieza respectivamente, para su posterior uso en las actividades de mantenimiento correspondientes.

Tabla 62: Listado de elementos de la caja de herramientas, Autor.



	HIDROSIERRA S.A.	
	CAJA DE HERRAMIENTAS	
CANTIDAD	ELEMENTO	OBSERVACIÓN
1	Juego de hexagonales	
1	Peladora de cable	
1	Pinza punta plana	
1	Llave de pico 12"	
1	Martillo de goma	
1	Juego de llaves (milimétrico y pulgadas)	
1	Flexómetro	
1	Juego de rache (milimétrico y pulgadas)	
1	Espátula	
1	Martillo con cuña	
1	Machinadora	
1	Llave de tubo CMT 18"	
1	Juego de destornilladores aislados	
1	Alicate aislado	
1	Cinta aislante	
1	Multímetro	
1	Pinza amperimétrica	

Tabla 63: Listado de elementos del kit de limpieza, Autor.

	HIDROSIERRA S.A.	
	KIT DE LIMPIEZA	
CANTIDAD	ELEMENTO	OBSERVACIÓN
1	Galón gasolina	
1	Rollo de paños absorbentes	
1	Libra de wype	
1	Brocha de 4" y 2"	
1	Escoba	
1	Pala	
1	Trapeador	
1	Aspiradora	
1	(Litro) Alcohol isopropílico	

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Mediante el levantamiento de información y elaboración de fichas técnicas con la codificación respectiva otorgada a cada uno de los componentes mecánicos de la hidroeléctrica, se facilitó la identificación y localización de los cada uno de los sistemas con sus respectivos componentes.
- El análisis de modo de fallas y efecto (AMFE) realizado en base a la norma NTP 679:2004 proporcionó una ayuda adicional para conocer las posibles razones por las cuales puede suscitar algún fallo en los elementos de los diferentes sistemas, así como también sus posibles consecuencias y de esta manera determinar acciones preventivas para conservar el buen estado de los componentes y disminuir la probabilidad de paros imprevistos.
- Dentro del análisis AMFE realizado para cada uno de los componentes mecánicos del sistema de captación, conducción y casa de máquinas, se logró determinar que los componentes que poseen una mayor posibilidad de sufrir algún tipo de fallo están ubicados en casa de máquinas, ya que siempre se encuentran en actividad debido a que la generación de electricidad es constante.
- En el análisis de criticidad realizado se logró determinar que los componentes mecánicos de casa de máquinas también poseen el promedio de criticidad más elevado con respecto a los demás sistemas, con valores superiores en el impacto operacional y costo de mantenimiento.
- La implementación del TPM y la elaboración del plan de mantenimiento permitió al personal de la hidroeléctrica Río Verde Chico organizar de mejor manera las diferentes áreas del sistema de captación y casa de máquinas, manteniendo el orden y limpieza en las mismas, así como también involucrarse activamente en la gestión del mantenimiento.

- La implementación de las 5 “S” permitió mejorar las condiciones y establecer un ambiente de trabajo óptimo, ya que se identificaron los elementos necesarios e innecesarios, se procedió a reubicarlos y fomentó a mantener condiciones de limpieza.

4.2. Recomendaciones

- Para minimizar el número de fallos, conservar el buen estado y prolongar la vida útil de los componentes mecánicos de la central hidroeléctrica, se recomienda la ejecución del plan de mantenimiento detallado para cada uno de los componentes que intervienen en los diferentes sistemas.
- Se recomienda ejecutar el plan maestro de implementación del TPM para los principales componentes mecánicos que intervienen en el sistema de captación, conducción y casa de máquinas por un lapso mínimo de 5 años, durante ese tiempo también se recomienda establecer un plan similar para los componentes eléctricos de los diferentes sistemas, con la finalidad de disminuir los paros innecesarios en la central y crear una cultura organizacional y de mejora continua.
- Se recomienda realizar capacitaciones a todo el personal, para ir adquiriendo mayor conocimiento en el ámbito de mantenimiento, ya que esto permitirá que se vayan desarrollando significativos en beneficio de la central.
- Se recomienda entregar las gamas de mantenimiento respectivas al personal de acuerdo a la especialidad o conocimiento adquirido, con la finalidad de proporcionar mayor eficiencia y seguridad al momento de ejecutar las actividades predestinadas y consecuentemente aumentar la fiabilidad de la maquinaria.
- Es necesario llevar un registro (bitácora) de todas las actividades de mantenimiento realizadas, ya que servirán como base para implementar o modificar el plan de mantenimiento y realizar análisis futuros.
- Una vez implantadas las 5 “S”, se recomienda verificar el cumplimiento de la limpieza rutinaria (tablas 19 y 20) en base a los “check list” (tablas 21 y 22), y modificarles cada cierto tiempo en base a las circunstancias que se vayan presentando, de esa manera garantizar la organización, orden y limpieza de las áreas de trabajo.

Bibliografía

- [1] A. Vinajera. "Gestiopolis". Internet: <https://www.gestiopolis.com/mantenimiento-herramienta-fundamental-empresa/>, Nov. 07, 2010 [Último acceso: 20 Dic 2019].
- [2] L. Suárez. "Energía". Internet: <http://energia.org.ec/cie/proyecto-hidroelectrico-rio-verde-chico/>, Jun. 26, 2017 [Último acceso: 03 Enero 2020].
- [3] D. Ponce, "Gestión de mantenimiento para centrales hidroeléctricas: el caso de la central hidroeléctrica Minas - San Francisco de la Corporación eléctrica del Ecuador CELEC EP - Unidad de negocio de Enerjubones", Universidad del Azuay, Cuenca, 2016.]
- [4] J. Lozada, "Elaboración de un plan de mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la maquinaria de recuperación de turbinas del CIRT en la empresa CELEC EP - HIDROAGOYÁN", Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2016.
- [5] G. Altamirano, "Análisis del impacto del mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión operativa de la central hidroeléctrica San Francisco", Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2017.
- [6] B. Muñoz Abella, "Mantenimiento Industrial", Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2015. pp 7-9.
- [7] E. Dounce Villanueva, *La productividad en el Mantenimiento Industrial*, México: Grupo Editorial Patria, 2014. [En línea] Disponible en: https://www.academia.edu/38584763/03_ED_DOUCEN_VILLANUEVA_ENRIQUE._LA_PRODUCCTIVIDAD_EN_EL_MANTENIMIENTO_INDUSTRIAL.pdf
- [8] K. Smit, *Maintenance Engineering and Management*, Great Britain, Norwich: CIBSE, 2014.

- [9] P. E. Silva Ardila, *Mantenimiento en la Práctica*, Barranquilla: Mc Graw Hill, 2014. [En línea] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/385210493/Libro-Mantenimiento-en-La-Practica>.
- [10] J. Díaz Navarro, *Técnicas de Mantenimiento Industrial*, Calpe Institute of Technology, Valencia, 2010.
- [11] J. Medrano, V. Gonzáles y V. Díaz de León, *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales*, México: Grupo Editorial Patria, 2017. [En línea] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/419736384/Mantenimiento-Tecnicas-y-Aplicaciones-Industriales>.
- [12] "Terminología del mantenimiento", UNE-EN 13306:2018.
- [13] N. Tsutomu, "The TPM Awards from de Japan Institute of Plant Maintenance in History of TPM and JIPM", Japón, 2016. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-30105-1_15. [Accesed: 10 January, 2020]
- [14] O. García Palencia, *Gestión moderna del mantenimiento Industrial*, Bogotá: Ediciones de la U, 2012. [En línea] Disponible en: <https://es.scribd.com/book/436221759/Gestion-Moderna-del-Mantenimiento-Industrial-Principios-fundamentales>.
- [15] L. Tavares, *Administración moderna de mantenimiento*, Sao Paulo: Novo Polo Publicaciones, 2015. [En línea] Disponible en: https://www.academia.edu/27009245/Administraci%C3%B3n_Moderna_de_Mantenimiento.
- [16] A. Ros Moreno, *Total Productive Maintenance (TPM)*, Bogota, 2014.
- [17] C. Moscoso, A. Fernández, G. Viacava and C. Raymundo, "Integral Model of Maintenance Management based on TPM and RCM priciples to increase machine availability in a Manufacturing Company", Lima, 2019. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-25629-6_137 [Accesed: 12 January, 2020].

- [18] D. Sánchez y J. Lozada, "Mantenimiento Productivo Total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo", Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2015.
- [19] E. Fernández, "Gestión de mantenimiento: Lean Maintenance y TPM", Oviedo: Escuela Superior de la Marina Civil de Gijón, 2018.
- [20] J. Abhishek y H. Singh, "Total Productive Maintenance (TPM): A proposed model for Indian Smes, Punyab, India: International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development IJMPERD", 2014. [Accesed: 15 Jan, 2020]
- [21] L. Torres, *Mantenimiento: su implementación y gestión*, Argentina: Universitas, 2005. [En línea] Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/136615587/Mantenimiento-su-implementacion-y-su-gestion>
- [22] E. Montalbán, E. Arenas, M. Talavera y R. Magaña, "Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial)", Querétaro: Universidad Tecnológica de Querétaro, 2015. [Último acceso: 20 Enero 2020].
- [23] "Análisis modal de fallos y efectos", AMFE, NTP 679:2004.
- [24] L. Rodríguez, "NuoPlanet", Internet: <https://nuoplanet.com/blog/grados-de-proteccion-ip/>., Oct. 20, 2015 [Último acceso: 10 Enero 2020].
- [25] F. J. C. Carrasco, "Ingeniería del mantenimiento industrial y gestión del conocimiento. Mejora en la eficacia de las empresas", Universidad de Valencia, Valencia, 2015.

ANEXOS

ANEXO 1

COMPROMISO DE LA ALTA GERENCIA



Quito, 10 de febrero de 2020

Ingeniero:

Jorge Paredes

COORDINADOR DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO

HIDROSIERRA S.A.

Presente,

Reciba un cordial saludo y por su digno intermedio a todo el personal que conforma la central hidroeléctrica río Verde Chico, quienes trabajan para mantener con éxito la producción de la planta.

El motivo de la presente es para darle a conocer mi aceptación total para la elaboración e implementación del plan de mantenimiento basado en el TPM de los principales componentes mecánicos en la central, para lo cual solicito la participación de todo el personal y que se brinden todas las facilidades necesarias para el desarrollo del mismo.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Jassin Ebbo Lange
GERENTE GENERAL

ANEXO 2

IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS INNECESARIOS (SEIRI)



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor

ANEXO 3

ETIQUETADO ROJO (SEIRI)



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor

ANEXO 4

IMPLEMENTACIÓN DE BODEGA EN CASA DE MÁQUINAS Y CAPTACIÓN



Fuente: Autor



Fuente: Autor



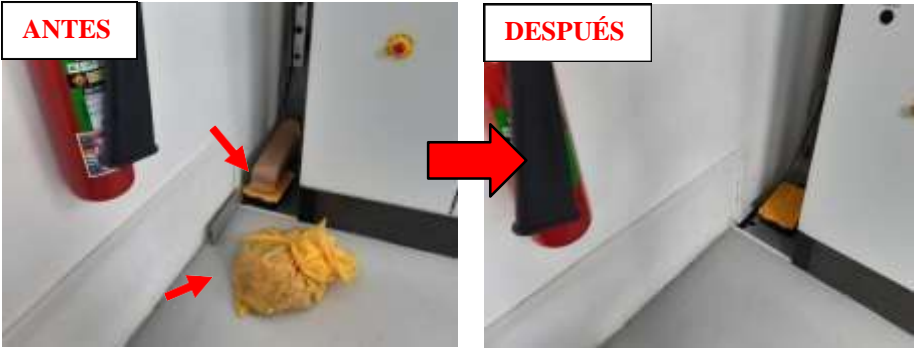
Fuente: Autor

ANEXO 5

GESTIÓN DE LAS 5 “S”
SEIRI



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



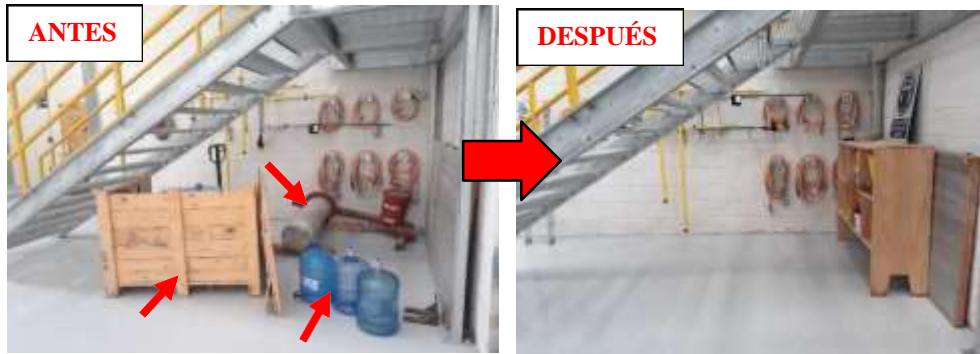
Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor

ANEXO 6

GESTIÓN SEITON Y SEISO



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor





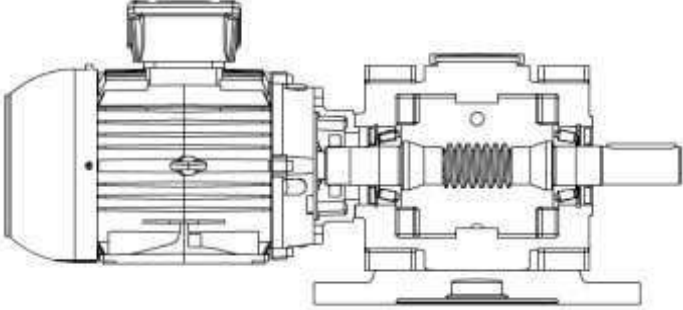
Fuente: Autor




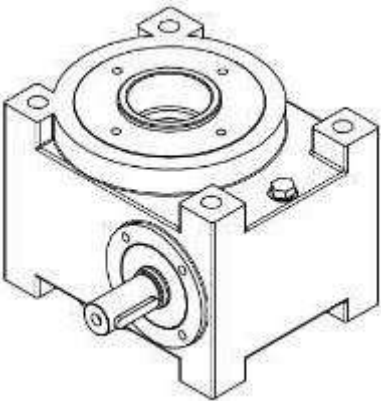
Fuente: Autor

ANEXO 7

FICHAS TÉCNICAS SISTEMA DE CAPTACIÓN

FICHA TÉCNICA						
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
	HIDROSIERRA S.A.					
	SISTEMA DE CAPTACIÓN					
<i>FICHA N°:</i> 04	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA	X	EQUIPO	SISTEMA	
MOTOR ELÉCTRICO			CARACTERÍSTICAS GENERALES			
			<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-ME-04	
<i>FABRICANTE</i>	WEG		<i>MARCA</i>		WEG	
<i>MODELO</i>	W11		<i>SERIE</i>		1034604093	
<i>PESO</i>	32 kg		<i>PROCEDENCIA</i>		Brasil	
			<i>CANTIDAD</i>		4	
			<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		2 veces/mes	
			<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019	
			<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Captación	
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
			<i>POTENCIA</i>		5 HP	
			<i>VELOCIDAD DE GIRO</i>		1760 rpm	
			<i>FRECUENCIA</i>		60 Hz	
<i>GRADO DE PROTECCIÓN</i>		IP65				
<i>DIMENSIONES</i>		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		<i>CORRIENTE</i>		
		(370 x 200 x 200) mm		<i>VOLTAJE</i>		
<i>FUNCIÓN</i>		Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica y brinda energía requerida para el accionamiento de las compuertas verticales.				

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA											
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
	HIDROSIERRA S.A.										
	SISTEMA DE CAPTACIÓN										
FICHA N°: 05	FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO		SISTEMA					
CAJA REDUCTORA				CARACTERÍSTICAS GENERALES							
				CÓDIGO		HRVC-SCA-CR1-05					
				FABRICANTE		RAMFE					
				PESO		68.5 kg					
				MODELO		ST05-292-61-W4101-V1-IP65-ProlACME 2.5"x3					
				CANTIDAD		4					
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		2 veces/mes					
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019					
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación					
								CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				TIPO DE ACEITE		Gear 600 XP220/Texaco Meropa 220					
				RELACIÓN DE REDUCCIÓN		61 : 1					
VOLUMEN ACEITE		3 litros									
DIMENSIONES		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		VELOCIDAD ENTRADA		1760 rpm					
		(240 x 300 x 210) mm		VELOCIDAD SALIDA		29.5 rpm					
FUNCIÓN	Mecanismo que mantiene la velocidad de salida requerida cercana al ideal de funcionamiento.										

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
FICHA N°: 06	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
SOPORTE DEL MOTOR							
				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO	HRVC-SCA-SM-06		
				MATERIAL	ASTM A572 - Grado 50		
				CANTIDAD	10		
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN	24 horas/día		
				INICIO DE OPERACIÓN	28/03/2019		
				ÁREA DE OPERACIÓN	Captación		
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				TORQUE DE AJUSTE	188 ft - lb / 254.9 N - m		
				TIPO DE PERNO	Perno de acero de 5/8		
				TIPO DE PINTURA CAPA I	Sigmafast 302 (Gris)		
DISOLVENTE I	Thinner Sigma 21-06						
TIPO DE PINTURA CAPA III	SIGMADUR 550 (Azul Ral 5019)						
DISOLVENTE III	Thinner Sigma 21-06						
DIMENSIONES							
ALTURA (z)	865 mm						
PROFUNDIDAD (y)	480 mm						
ANCHO (x)	1000 mm						
FUNCIÓN	Soportar el peso de todo el equipo.						

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
FICHA N°: 07	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
FINAL DE CARRERA				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				CÓDIGO		HRVC-SCA-FC-07			
				MARCA		XCKJ			
				CANTIDAD		18			
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		2 veces/mes			
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019			
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación			
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				GRADO DE PROTECCIÓN		IP66			
VOLTAJE		240 V							
DIMENSIONES		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		PROCEDENCIA		Indonesia			
		(40 x 44 x 77) mm		INTENSIDAD DE CORRIENTE		3A			
FUNCIÓN		Dispositivo que sirve para cerrar o abrir una conexión eléctrica.							

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
FICHA N°: 08	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
VÁSTAGO - ENTRADA DESARENADOR				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				CÓDIGO		HRVC-SCA-VED-08			
				CANTIDAD		4			
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		2 veces/mes			
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019			
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación			
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				DIÁMETRO		63.5 mm			
				LONGITUD		5455 mm			
				LONGITUD DE ROSCADO		2000 mm			
				TIPO DE ROSCADO		Rosca Derecha - 3HPP			
				MATERIAL		AISI A304			
TIPO DE GRASA		Kendall L-427 Super Blu							
FUNCIÓN		Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta vertical a la entrada de los desarenadores.							

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
		HIDROSIERRA S.A.				
		SISTEMA DE CAPTACIÓN				
<i>FICHA N°:</i> 10	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA	COMPONENTE	X	SISTEMA	
			CARACTERÍSTICAS GENERALES			
			<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-VTP-10	
			<i>CANTIDAD</i>		1	
			<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		1 vez/mes	
			<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019	
			<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Captación	
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
			<i>DIÁMETRO</i>		63.5 mm	
			<i>LONGITUD</i>		10280 mm	
			<i>LONGITUD DE ROSCADO</i>		2000 mm	
			<i>TIPO DE ROSCADO</i>		Rosca Derecha - 3HPP	
			<i>MATERIAL</i>		AISI A304	
			<i>TIPO DE GRASA</i>		Kendall L-427 Super Blu	
			FUNCIÓN		Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta vertical.	

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
		HIDROSIERRA S.A.				
		SISTEMA DE CAPTACIÓN				
<i>FICHA N°:</i> 11	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA	COMPONENTE	X	SISTEMA	
			CARACTERÍSTICAS GENERALES			
			<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-VTP-14	
			<i>CANTIDAD</i>		2	
			<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		2 veces/mes	
			<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019	
			<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Captación	
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
			<i>DIÁMETRO</i>		50.8 mm	
			<i>LONGITUD</i>		5600 mm	
			<i>LONGITUD DE ROSCADO</i>		1600 mm	
			<i>TIPO DE ROSCADO</i>		Rosca Derecha - 3HPP	
			<i>MATERIAL</i>		AISI A304	
			<i>TIPO DE GRASA</i>		Kendall L-427 Super Blu	
			FUNCIÓN		Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta de la tubería de presión.	

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
	HIDROSIERRA S.A.						
	SISTEMA DE CAPTACIÓN						
FICHA N°: 13	FICHA DE:	MÁQUINA	X	EQUIPO	SISTEMA		
MOTOR ELÉCTRICO				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO	HRVC-SCA-ME2-12		
FABRICANTE	WEG			MARCA	WEG		
MODELO	W11			SERIE	1036141733		
PESO	18.5 kg			CANTIDAD	5		
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN	2 veces/mes		
				INICIO DE OPERACIÓN	28/03/2019		
				ÁREA DE OPERACIÓN	Captación		
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				GRADO DE PROTECCIÓN	IP65		
				POTENCIA	3 HP		
				VELOCIDAD DE GIRO	1760 rpm		
FRECUENCIA	60 Hz						
PROCEDENCIA	Brasil						
DIMENSIONES		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		CORRIENTE	4.07 - 8.14 A		
		(370 x 200 x 200) mm		VOLTAJE	220 - 440 V		
FUNCIÓN	Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica y brinda energía requerida para el accionamiento de las compuertas planas						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA					
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			 	
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	HIDROSIERRA S.A.				
	SISTEMA DE CAPTACIÓN				
<i>FICHA N°:</i> 14	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA	X	EQUIPO	SISTEMA
CAJA REDUCTORA			CARACTERÍSTICAS GENERALES		
			<i>CÓDIGO</i>	HRVC-SCA-CR2-13	
			<i>PESO</i>	82 kg	
			<i>FABRICANTE</i>	RAMFE	
			<i>MODELO</i>	ST04-292-57-W4098-V1 IP65-IE2 PROL 2"x3	
			<i>CANTIDAD</i>	6	
			<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>	2 veces/mes	
			<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>	28/03/2019	
			<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>	Captación	
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS		
			<i>RELACIÓN DE REDUCCIÓN</i>	57 : 1	
			<i>TIPO DE ACEITE</i>	Gear 600 XP220/Texaco Meropa 220	
<i>VOLUMEN ACEITE</i>	2 litros				
<i>DIMENSIONES</i>	ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		<i>VELOCIDAD ENTRADA</i>	1760 rpm	
	(200 x 240 x 180) mm		<i>VELOCIDAD SALIDA</i>	31.6 rpm	
FUNCIÓN	Mecanismo que mantiene la velocidad de salida requerida cercana al ideal de funcionamiento.				



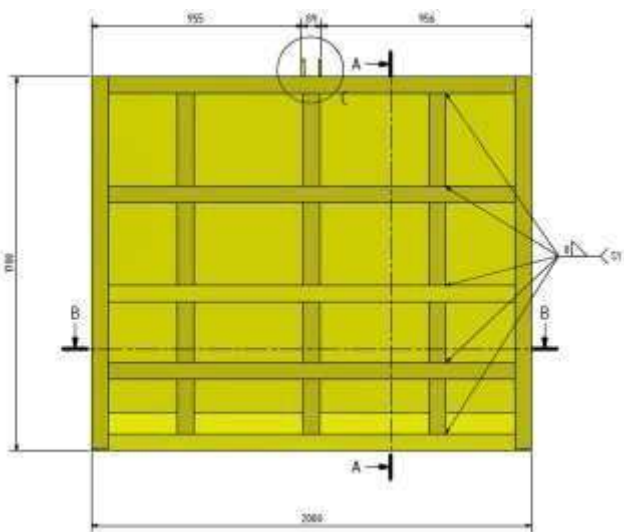
Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
FICHA N°: 16	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
VÁSTAGO PURGA TANQUE DE CARGA				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				CÓDIGO		HRVC-SCA-VPTC-16			
				CANTIDAD		1			
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		2 veces/mes			
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019			
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación			
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				DIÁMETRO		50.8 mm			
				LONGITUD		8850 mm			
				LONGITUD DE ROSCADO		1600 mm			
				TIPO DE ROSCADO		Rosca Derecha - 3HPP			
				MATERIAL		AISI A304			
				TIPO DE GRASA		Kendall L-427 Super Blu			
				FUNCIÓN	Accionamiento para subir o bajar la compuerta vertical para el lavado del tanque de carga.				

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
FICHA N°: 17	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
VÁSTAGO - ESCALERA DE PECES				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				CÓDIGO		HRVC-SCA-VEP-18			
				CANTIDAD		1			
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		24 horas/día			
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019			
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación			
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				DIÁMETRO		50.8 mm			
				LONGITUD		6650 mm			
				LONGITUD DE ROSCADO		1650 mm			
				TIPO DE ROSCADO		Rosca Derecha - 3HPP			
				MATERIAL		AISI A304			
				TIPO DE GRASA		Kendall L-427 Super Blu			
				FUNCIÓN	Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta para el paso del agua en la escalera de peces.				

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA								
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		HIDROSIERRA S.A.						
		SISTEMA DE CAPTACIÓN						
FICHA N°: 20	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA		
COMPUERTA - DESARENADOR				CARACTERÍSTICAS GENERALES				
				<i>CÓDIGO</i>	HRVC-SCA-CD-20			
				<i>CANTIDAD</i>	4			
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>	2 veces/mes			
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>	28/03/2019			
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>	Captación			
				<i>COLOR</i>	Negro			
				<i>ESTADO ACTUAL</i>	En funcionamiento			
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS				
				<i>MATERIAL</i>	ASTM A572 - Grado 50			
				<i>TIPO DE PINTURA CAPA I</i>	Sigmafast 302 (Gris)			
				<i>DISOLVENTE I</i>	Thinner Sigma 21-06			
<i>TIPO DE PINTURA CAPA II</i>	COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)							
<i>DISOLVENTE II</i>	Solvente Thinner Bucanero 111							
<i>PESO</i>	365.926 kg							
DIMENSIONES								
<i>ALTURA (z)</i>	1700 mm							
<i>PROFUNDIDAD (y)</i>	200 mm							
<i>ANCHO (x)</i>	2000 mm							
FUNCIÓN	Dispositivo utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica en el área de desarenadores.							



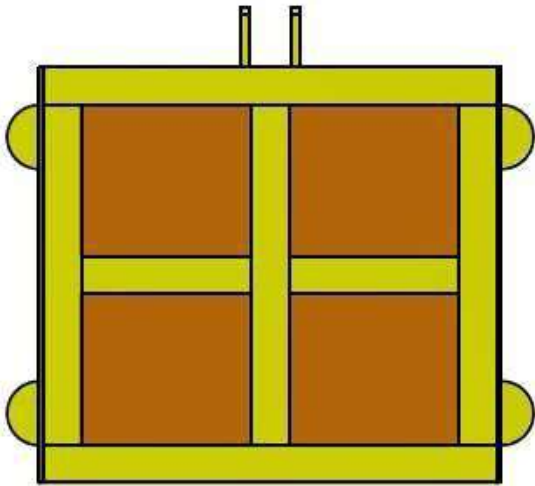
Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			 		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	HIDROSIERRA S.A.						
	SISTEMA DE CAPTACIÓN						
FICHA N°: 21	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
COMPUERTA - TUBERÍA DE CONDUCCIÓN				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO		HRVC-SCA-CTP-21	
				CANTIDAD		1	
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		1 vez/mes	
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019	
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación	
				COLOR		Negro	
				ESTADO ACTUAL		En funcionamiento	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				MATERIAL		ASTM A572 - Grado 50	
				TIPO DE PINTURA CAPA I		Sigmafast 302 (Gris)	
				DISOLVENTE I		Thinner Sigma 21-06	
TIPO DE PINTURA CAPA II		COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)					
DISOLVENTE II		Solvente Thinner Bucanero 111					
PESO		180.035 kg					
DIMENSIONES							
ALTURA (z)		1500 mm					
PROFUNDIDAD (y)		200 mm					
ANCHO (x)		1500 mm					
FUNCIÓN	Dispositivo utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica en el área de la tubería de presión.						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
FICHA N°: 22	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
COMPUERTA - PURGA DEL DESARENADOR				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO		HRVC-SCA-CPD-22	
				CANTIDAD		2	
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		2 veces/mes	
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019	
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación	
				COLOR		Negro	
				ESTADO ACTUAL		En funcionamiento	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				MATERIAL		ASTM A572 - Grado 50	
				TIPO DE PINTURA CAPA I		Sigmafast 302 (Gris)	
				DISOLVENTE I		Thinner Sigma 21-06	
TIPO DE PINTURA CAPA II		COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)					
DISOLVENTE II		Solvente Thinner Bucanero 111					
PESO		169.33 kg					
DIMENSIONES							
ALTURA (z)		1060 mm					
PROFUNDIDAD (y)		131 mm					
ANCHO (x)		900 mm					
FUNCIÓN	Dispositivo utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica para el lavado de los desarenadores.						



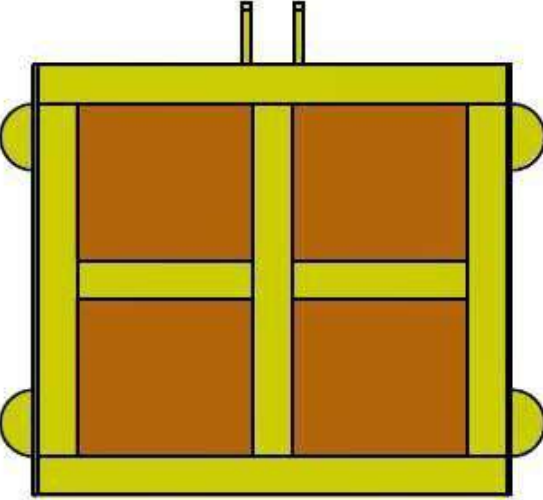
Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
FICHA N°: 23	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
COMPUERTA - PURGA DEL TANQUE DE CARGA				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO		HRVC-SCA-CPTC-23	
				CANTIDAD		1	
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		2 veces/mes	
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019	
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación	
				COLOR		Negro	
				ESTADO ACTUAL		En funcionamiento	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				MATERIAL		ASTM A572 - Grado 50	
				TIPO DE PINTURA CAPA I		Sigmafast 302 (Gris)	
				DISOLVENTE I		Thinner Sigma 21-06	
TIPO DE PINTURA CAPA II		COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)					
DISOLVENTE II		Solvente Thinner Bucanero 111					
PESO		61.129 kg					
DIMENSIONES							
ALTURA (z)		550 mm					
PROFUNDIDAD (y)		80 mm					
ANCHO (x)		600 mm					
FUNCIÓN	Dispositivo utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica para el lavado del tanque de carga.						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
FICHA N°: 24	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
COMPUERTA - ESCALERA DE PECES				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO		HRVC-SCA-CEP-24	
				CANTIDAD		1	
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		24h/día	
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019	
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación	
				COLOR		Negro	
				ESTADO ACTUAL		En funcionamiento	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				MATERIAL		ASTM A572 - Grado 50	
				TIPO DE PINTURA CAPA I		Sigmafast 302 (Gris)	
				DISOLVENTE I		Thinner Sigma 21-06	
				TIPO DE PINTURA CAPA II		COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)	
				DISOLVENTE II		Solvente Thinner Bucanero 111	
				PESO		106.322 kg	
				DIMENSIONES			
ALTURA (z)		1100 mm					
PROFUNDIDAD (y)		90 mm					
ANCHO (x)		900 mm					
FUNCIÓN	Dispositivo utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica para el área de escalera de peces.						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
FICHA N°: 25	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
COMPUERTA - LAVADO DEL DESRIPIADOR				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO		HRVC-SCA-CLD-25	
				CANTIDAD		1	
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		2 veces/semana	
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019	
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación	
				COLOR		Negro	
				ESTADO ACTUAL		En funcionamiento	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				MATERIAL		ASTM A572 - Grado 50	
				TIPO DE PINTURA CAPA I		Sigmafast 302 (Gris)	
				DISOLVENTE I		Thinner Sigma 21-06	
TIPO DE PINTURA CAPA II		COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)					
DISOLVENTE II		Solvente Thinner Bucanero 111					
PESO		61.129 kg					
DIMENSIONES							
ALTURA (z)		550 mm					
PROFUNDIDAD (y)		80 mm					
ANCHO (x)		600 mm					
FUNCIÓN	Dispositivo utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica para el lavado del desrripiador.						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
	HIDROSIERRA S.A.						
SISTEMA DE CAPTACIÓN							
FICHA N°: 27	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
TANQUE DE ACEITE				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO		HRVC-SCA-ACRTA-27	
				FABRICANTE		HIDRASERVI OLEODINAMICA S.A.	
				CANTIDAD		1	
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		5 veces al mes	
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019	
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación	
				AÑO DE FABRICACIÓN		Agosto - 2018	
				ESTADO ACTUAL		En funcionamiento	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				COLOR		Verde Esmeralda	
				MODELO		ASH - 400	
VOLUMEN		420 litros					
CAUDAL		14 cc					
DIMENSIONES		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		PRESIÓN		180 bares	
		(1000 x 720 x 900) mm		TIPO DE ACEITE		Aceite Hidráulico ISO VG 46	
FUNCIÓN	Almacenar el aceite para su previa utilización en el accionamiento del sistema hidráulico						

Fuente: Autor


FICHA TÉCNICA									
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
<i>FICHA N°:</i> 29	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
BOMBA			CARACTERÍSTICAS GENERALES						
			<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-SHB-29				
			<i>FABRICANTE</i>		HIDRASERVI OLEODINAMICA S.A.				
			<i>COLOR</i>		Amarillo - Negro				
			<i>CANTIDAD</i>		1				
			<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		5 veces al mes				
			<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Captación - Actuador Hidráulico				
			<i>ESTADO ACTUAL</i>		En funcionamiento				
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS						
			<i>MODELO</i>		XV-2P/22				
<i>CAUDAL</i>		22 lt/min							
<i>PRESIÓN MÍNIMA</i>		200 bares							
<i>PRESIÓN MÁXIMA</i>		240 bares							
<i>VELOCIDAD MÍNIMA</i>		700 rpm							
<i>VELOCIDAD MÁXIMA</i>		2000 rpm							
<i>DIMENSIONES</i>		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		<i>VELOCIDAD MÁXIMA</i>		2000 rpm			
		(157 x 89 x 95) mm		<i>PESO</i>		30 kg			
FUNCIÓN	Transformar la energía mecánica proporcionada por un motor eléctrico en energía oleohidráulica, debe suministrar un caudal de aceite a una determinada presión y dar la potencia necesaria al sistema hidráulico para ejercer la función determinada (accionamiento de las compuertas radiales)								

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
		HIDROSIERRA S.A.				
		SISTEMA DE CAPTACIÓN				
FICHA N°: 30	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA
				CARACTERÍSTICAS GENERALES		
				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-ACRCR-30
		<i>CANTIDAD</i>		2		
		<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		1 vez/mes		
		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019		
		<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Captación		
		<i>COLOR</i>		Negro		
		<i>ESTADO ACTUAL</i>		En funcionamiento		
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS		
		<i>MATERIAL</i>		ASTM A572 - Grado 50		
		<i>TIPO DE PINTURA CAPA I</i>		Sigmafast 302 (Gris)		
		<i>DISOLVENTE I</i>		Thinner Sigma 21-06		
		<i>TIPO DE PINTURA CAPA II</i>		COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)		
		<i>DISOLVENTE II</i>		Solvente Thinner Bucanero 111		
		<i>PESO</i>		2300 kg		
				DIMENSIONES		
		<i>ALTURA (z)</i>		2700 mm		
		<i>PROFUNDIDAD (y)</i>		262 mm		
<i>RADIO INTERNO</i>		3538 mm		<i>ANCHO (x)</i>		1984 mm
<i>RADIO EXTERNO</i>		3800 mm		<i>ÁNGULO ENTRE BRAZOS</i>		24° (Interno)
FUNCIÓN	Dispositivo que funciona como desagüe de fondo y desarenador de la captación.					

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
<i>FICHA N°:</i> 31	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
<p style="text-align: center;">REJILLA DE ADMISIÓN (PRINCIPAL)</p> 				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				<i>CÓDIGO</i>			HRVC-SCA-RAP-31		
				<i>FABRICANTE</i>			RARCOS INGENIERÍA		
				<i>CANTIDAD</i>			2		
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>			24 h/día		
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>			28/03/2019		
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>			Captación		
				<i>ESTADO ACTUAL</i>			En funcionamiento		
				<i>N° SERIE PLANOS</i>			6.1.1		
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				<i>COLOR</i>			Negro		
				<i>MATERIAL</i>			ASTM A-572 Grado 50		
				<i>TIPO DE PINTURA CAPA II</i>			COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)		
				<i>DISOLVENTE II</i>			Solvente Thinner Bucanero 111		
				SECCIÓN SUPERIOR				SECCIÓN INFERIOR	
<i>ALTURA (z)</i>		3500 mm		<i>ALTURA (z)</i>		2500 mm			
<i>PROFUNDIDAD (y)</i>		100 mm		<i>PROFUNDIDAD (y)</i>		100 mm			
<i>ANCHO (x)</i>		3650 mm		<i>ANCHO (x)</i>		3650 mm			
<i>DISTANCIA ENTRE REJILLAS</i>		200 mm		<i>ESPACIO ENTRE REJILLAS</i>		100 mm			
<i>ANCHO DE REJILLAS</i>		12 mm		<i>ANCHO DE REJILLAS</i>		100 mm			
FUNCIÓN	Retener e impedir que elementos extraños como troncos, ramas, etc. puedan llegar a los álabes y producir desperfectos.								

FICHA TÉCNICA									
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		SISTEMA DE CAPTACIÓN							
FICHA N°: 32	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA			
REJILLA DE ENTRADA (DESARENADOR)				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				CÓDIGO		HRVC-SCA-RED-32			
				FABRICANTE		RARCOS INGENIERÍA			
				CANTIDAD		4			
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		24 h/día			
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019			
				ÁREA DE OPERACIÓN		Captación			
				ESTADO ACTUAL		En funcionamiento			
				N° SERIE PLANOS		6.1.2			
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				COLOR		Negro			
				MATERIAL		ASTM A-572 Grado 50			
TIPO DE PINTURA CAPA I		Sigmafast 302 (Gris)							
DISOLVENTE I		Thinner Sigma 21-06							
TIPO DE PINTURA CAPA II		COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)							
DISOLVENTE II		Solvente Thinner Bucanero 111							
ESPACIO ENTRE REJILLAS		40 mm							
ANCHO DE REJILLAS		12 mm							
DIMENSIONES		ALTURA (z)		2000 mm		DISOLVENTE II		Solvente Thinner Bucanero 111	
PROFUNDIDAD (y)		100 mm		ESPACIO ENTRE REJILLAS		40 mm			
ANCHO (x)		1900 mm		ANCHO DE REJILLAS		12 mm			
FUNCIÓN		Retener e impedir que elementos extraños como troncos, ramas, etc. puedan llegar a los álabes y producir desperfectos.							



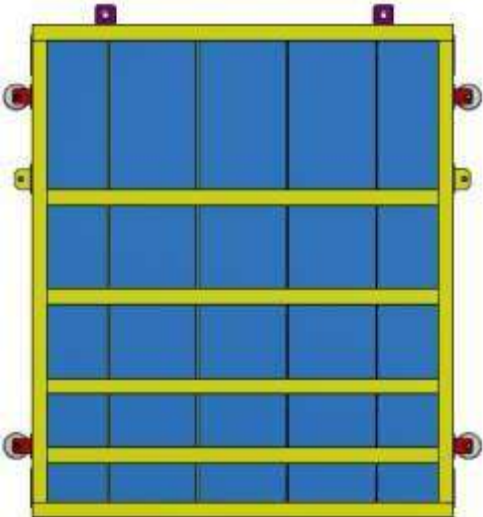
Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
<i>FICHA N°:</i> 33	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
REJILLA DE ENTRADA (TANQUE DE CARGA)				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-RETC-33	
				<i>FABRICANTE</i>		RARCOS INGENIERÍA	
				<i>CANTIDAD</i>		1	
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		24 h/día	
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019	
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Captación	
				<i>ESTADO ACTUAL</i>		En funcionamiento	
				<i>N° SERIE PLANOS</i>		6.1.3	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				<i>COLOR</i>		Negro	
				<i>MATERIAL</i>		ASTM A-572 Grado 50	
<i>TIPO DE PINTURA CAPA I</i>		Sigmafast 302 (Gris)					
<i>DISOLVENTE I</i>		Thinner Sigma 21-06					
<i>TIPO DE PINTURA CAPA II</i>		COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)					
<i>DISOLVENTE II</i>		Solvente Thinner Bucanero 111					
<i>ESPACIO ENTRE REJILLAS</i>		20 mm					
<i>ANCHO DE REJILLAS</i>		12 mm					
DIMENSIONES							
<i>ALTURA (z)</i>		3000 mm					
<i>PROFUNDIDAD (y)</i>		100 mm					
<i>ANCHO (x)</i>		1017 mm					
FUNCIÓN	Retener e impedir que elementos extraños como troncos, ramas, etc. puedan llegar a los álabes y producir desperfectos.						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		SISTEMA DE CAPTACIÓN					
FICHA N°: 34	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
VÁSTAGO - PURGA DESRIPIADOR				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-VPD-34	
				<i>CANTIDAD</i>		1	
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		24 horas/día	
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019	
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Captación	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				<i>DIÁMETRO</i>		38.10 mm	
				<i>LONGITUD</i>		7500 mm	
				<i>LONGITUD DE ROSCADO</i>		900 mm	
				<i>TIPO DE ROSCADO</i>		Rosca Acme P=6mm	
				<i>MATERIAL</i>		AISI A304	
				<i>TIPO DE GRASA</i>		Kendall L-427 Super Blu	
				FUNCIÓN	Soporte de accionamiento para subir o bajar la compuerta para el lavado del desrripiador.		

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
		HIDROSIERRA S.A.									
		SISTEMA DE CAPTACIÓN									
FICHA N°: 36	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA					
COMPUERTA - STOP LOG				CARACTERÍSTICAS GENERALES							
				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-CSL-36					
				<i>CANTIDAD</i>		1					
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		2 veces/año					
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019					
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Captación					
				<i>COLOR</i>		Negro					
				<i>ESTADO ACTUAL</i>		En funcionamiento					
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS							
				<i>MATERIAL</i>		ASTM A572 - Grado 50					
				<i>TIPO DE PINTURA CAPA I</i>		Sigmafast 302 (Gris)					
				<i>DISOLVENTE I</i>		Thinner Sigma 21-06					
<i>TIPO DE PINTURA CAPA II</i>		COAL-TAR EPOXI C-200 (Negro)									
<i>DISOLVENTE II</i>		Solvente Thinner Bucanero 111									
<i>PESO</i>		472.437 kg									
DIMENSIONES											
<i>ALTURA (z)</i>		2480 mm									
<i>PROFUNDIDAD (y)</i>		210 mm									
<i>ANCHO (x)</i>		2120 mm									
FUNCIÓN	Utilizado para regular el paso del agua en la central hidroeléctrica para el mantenimiento de las compuertas radiales.										

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA											
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			 		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
	HIDROSIERRA S.A.										
	SISTEMA DE CAPTACIÓN										
FICHA N°: 37	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA					
PÓRTICO - STOP LOG				CARACTERÍSTICAS GENERALES							
				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-SCA-PSL-37					
				<i>CANTIDAD</i>		1					
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		2 veces/año					
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019					
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Captación					
				<i>COLOR</i>		Amarillo					
				<i>ESTADO ACTUAL</i>		En funcionamiento					
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS				<i>MATERIAL</i>		ASTM A36	
				<i>PESO</i>		519.798 kg					
				<i>DIÁMETRO DE RUEDAS</i>		200 mm					
				<i>PERFIL</i>		Cuadrado - 150 x 150 x 4 mm					
DIMENSIONES				<i>ALTURA (z)</i>		4000 mm					
<i>PROFUNDIDAD (y)</i>		2250 mm									
<i>ANCHO (x)</i>		2000 mm									
FUNCIÓN	Dispositivo utilizado para soportar el malacate eléctrico y el peso de la compuerta al momento de la apertura o cierre.										

Fuente: Autor

ANEXO 8

FICHAS TÉCNICAS CASA DE MÁQUINAS

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		HIDROSIERRA S.A.							
		CASA DE MÁQUINAS							
<i>FICHA N°:</i> 02	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>	X	<i>SISTEMA</i>			
VÁLVULA BY PASS				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-CM-VBP-02			
				<i>MODELO</i>		SA 07.2 - SA 16.2/SAR 07.2 - SAR 16.2			
<i>ESTADO ACTUAL</i>	En Funcionamiento		<i>N° SERIE VÁLVULA 1</i>		2915MD96646				
<i>MARCA</i>	AUMA		<i>N° SERIE VÁLVULA 2</i>		2915MD96647				
<i>FABRICANTE</i>	AUMA Riester		<i>TIEMPO DE OPERACIÓN</i>		2 horas/mes				
<i>COLOR</i>	Rojo		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019				
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Casa de máquinas			
				<i>CANTIDAD</i>		2			
				CARACTERÍSTICAS GENERALES					
				<i>RANGO DE PAR - CIERRE</i>				20 - 60 Nm	
				<i>RANGO DE PAR - APERTURA</i>				20 - 60 Nm	
				<i>PROCEDENCIA</i>				Alemania	
				<i>MATERIAL</i>				-	
				<i>PESO APROXIMADO</i>				46 kg	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
				<i>TIPO DE LUBRICANTE</i>	F15		<i>GRADO DE PROTECCIÓN</i>		IP68
<i>VELOCIDAD DE GIRO</i>	38 rpm		<i>TEMPERATURA AMBIENTE ADMISIBLE</i>		-40/+80 °C				
<i>COMPONENTE</i>				<i>DIMENSIONES</i>		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)			
						(250 x 340 x 340) mm			
<i>FUNCIÓN</i>	Equilibrar las presiones de entrada para el accionamiento de las turbinas.								
<i>OBSERVACIÓN</i>	Revisar la ficha técnica del componente de la válvula para mayor información, el cual está con la nomenclatura (F).								

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		CASA DE MÁQUINAS					
FICHA N°: 03	FICHA DE:	MÁQUINA		EQUIPO	X	SISTEMA	
MOTOR ELÉCTRICO				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO		HRVC-CM-ME-03	
FABRICANTE		AUMA Riester GmbH&Co.KG		MARCA		AUMA	
MODELO		AD00063-4-0.20		N° SERIE MOTOR 1		2915MM35240	
				N° SERIE MOTOR 2		2915MM35239	
				CANTIDAD		2	
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		2 horas/mes	
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019	
				ÁREA DE OPERACIÓN		Casa de Máquinas	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				POTENCIA		0.20 Kw	
				VELOCIDAD DE GIRO		1680 rpm	
				DIMENSIONES		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)	
(100 x 100 x 150) mm		GRADO DE PROTECCIÓN				IP68	
VOLTAJE		220 V		CORRIENTE		7 - 14 A	
FUNCIÓN		Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica					

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		CASA DE MÁQUINAS					
FICHA N°: 04	FICHA DE:	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
JUNTA DE DESMONTAJE				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				CÓDIGO		HRVC-CM-JD-04	
				CANTIDAD		2	
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		24 horas/día	
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019	
				ÁREA DE OPERACIÓN		Casa de Máquinas	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				DIÁMETRO		1086 mm	
				LONGITUD		360 mm	
				ANCHO DE ANILLO		50 mm	
				N° DE ANILLOS		3	
N° DE AGUJEROS/ ANILLO		24					
FUNCIÓN		Segmento de tubería bridada para la conexión con la válvula mariposa.					

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA			
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
	HIDROSIERRA S.A.		
CASA DE MÁQUINAS			
FICHA N°: 06	FICHA DE:	MÁQUINA	EQUIPO X SISTEMA
TANQUE DE ACEITE		CARACTERÍSTICAS GENERALES	
		CÓDIGO	HRVC-CM-SLCTA-06
		FABRICANTE	Wasserkraft Volk AG
		CANTIDAD	2
		FRECUENCIA DE OPERACIÓN	24 horas/día
		INICIO DE OPERACIÓN	28/03/2019
		ÁREA DE OPERACIÓN	Casa de Máquinas
		AÑO DE FABRICACIÓN	2016
		ESTADO ACTUAL	En funcionamiento
		N° SERIE	277910/010/000/001
		CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	
		COLOR	Blanco
PROCEDENCIA	Alemania		
MODELO	14BP1009		
PRESIÓN LUBRICACIÓN	16 bar		
PRESIÓN HIDROSTÁTICO	80 bar		
CAUDAL LUBRICACIÓN	32 lt/min		
CAUDAL HIDROSTÁTICO	2,6 lt/min		
DIMENSIONES	ancho (x) x profundidad (y) x altura (z) (1000 x 700 x 530) mm		
TIPO DE ACEITE	ISO VG 68		
FUNCIÓN	Depósito y recirculación de aceite para su previa utilización en el sistema de lubricación para cojinetes.		

Fuente: Autor

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		CASA DE MÁQUINAS					
<i>FICHA N°:</i> 07	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>	<i>EQUIPO</i>	X	<i>SISTEMA</i>		
INTERCAMBIADOR DE CALOR AIRE/ACEITE			<i>CÓDIGO</i>		HRVC-CM-SLCIC-07		
			<i>MODELO</i>		LKI 510-208V/60Hz-4		
<i>ESTADO ACTUAL</i>	En Funcionamiento	<i>N° SERIE INTERCAMBIADOR 1</i>		201505619-1			
<i>MARCA</i>	Universal Hydraulik	<i>N° SERIE INTERCAMBIADOR 2</i>		201505650-1			
<i>FABRICANTE</i>	Universal Hydraulik GmbH	<i>TIEMPO DE OPERACIÓN</i>		-			
<i>COLOR</i>	Azul	<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019			
			<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Casa de máquinas		
			<i>CANTIDAD</i>		2		
			CARACTERÍSTICAS GENERALES				
			<i>PRESIÓN DE PRUEBA</i>		2.5 MPa según DIN 50104		
			<i>PROCEDENCIA</i>		Alemania		
			<i>PESO</i>		36 kg		
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS				
			<i>DIMENSIONES</i>		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		
					(650 x 650 x 310) mm		
			<i>POTENCIA</i>		0,86 KW		
<i>VOLTAJE</i>		208V/60Hz					
<i>COMPONENTE</i>			<i>PRESIÓN DE OPERACIÓN</i>		25 bar		
1. Motor Eléctrico (F8)		<i>TEMPERATURA DE OPERACIÓN</i>		120 °C			
<i>FUNCIÓN</i>	Dispositivo utilizado para el enfriamiento de aceite lubricante.						
<i>OBSERVACION</i>	Revisar la ficha técnica del componente del intercambiador de calor para mayor información, el cual está con la nomenclatura (F).						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				 		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
	HIDROSIERRA S.A.						
	CASA DE MÁQUINAS						
FICHA N°: 08	FICHA DE:	MÁQUINA		EQUIPO	X	SISTEMA	
MOTOR ELÉCTRICO			CARACTERÍSTICAS GENERALES				
			CÓDIGO		HRVC-CM-ICME-08		
FABRICANTE	SIEMENS		MARCA		SIEMENS		
MODELO	1AV2083B		N° SERIE		1LE1001-10DB39-0NZ4-Z		
			CANTIDAD		2		
			FRECUENCIA DE OPERACIÓN		4 veces al día/10 minutos		
			INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019		
			ÁREA DE OPERACIÓN		Casa de Máquinas		
			MATERIAL		Aluminio		
			PESO		11 kg		
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS				
			POTENCIA		0.86 Kw		
			VELOCIDAD DE GIRO		1740 rpm		
			FRECUENCIA		60 Hz		
GRADO DE PROTECCIÓN		IP55					
DIMENSIONES		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		CORRIENTE		3.8 A	
		(160 x 160 x 260) mm		VOLTAJE		208 V - Triángulo	
FUNCIÓN	Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica para el accionamiento del ventilador.						





Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA										
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
	HIDROSIERRA S.A.									
CASA DE MÁQUINAS										
<i>FICHA N°:</i> 09	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA				
FILTRO DOBLE				CARACTERÍSTICAS GENERALES						
				<i>CÓDIGO</i>	HRVC-CM-SLCFD-09					
				<i>MARCA</i>	MAHLE					
				<i>MODELO</i>	D-74613					
				<i>ELEMENTO</i>	PI 8215 DRG 25					
				<i>CANTIDAD</i>	4					
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>	Siempre/uno a la vez					
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>	28/03/2019					
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>	Casa de Máquinas					
								CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS		
				<i>GRADO DE FILTRACIÓN</i>	DRG 25					
				<i>MATERIAL DE MALLA</i>	Malla de alambre de acero inoxidable					
<i>TEMPERATURA</i>	- 10 + 120 °C									
<i>PRESIÓN MÁXIMA</i>	32 bar									
<i>COLOR</i>	Gris									
<i>DIMENSIONES</i>	ancho (x) x profundidad (y) x altura (z) (110 x 110 x 130) mm									
FUNCIÓN	Mantener el circuito de lubricación protegido de impurezas alargando así la vida del sistema.									

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			 		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
	HIDROSIERRA S.A.						
	CASA DE MÁQUINAS						
<i>FICHA N°:</i> 10	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
FILTRO HIDROSTÁTICO				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-CM-SLCFH-10	
				<i>MARCA</i>		MAHLE	
				<i>MODELO</i>		D-74613	
				<i>ELEMENTO</i>		PI 83004 DN DRG VST 10	
				<i>CANTIDAD</i>		2	
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		-	
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019	
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Casa de Máquinas	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				<i>GRADO DE FILTRACIÓN</i>		DRG VST 10	
				<i>MATERIAL DE MALLA</i>		Malla de alambre de acero inoxidable	
<i>TEMPERATURA</i>		- 10 + 120 °C					
<i>PRESIÓN MÁXIMA</i>		315 bar					
<i>COLOR</i>		Blanco					
<i>DIMENSIONES</i>		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)					
		(100 x 100 x 180) mm					
FUNCIÓN	Mantener el circuito de lubricación protegido de impurezas alargando así la vida del sistema.						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA								
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				 		
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		HIDROSIERRA S.A.						
FICHA N°: 11		FICHA DE:		MÁQUINA		EQUIPO	X	SISTEMA
MOTOR ELÉCTRICO				CARACTERÍSTICAS GENERALES				
				CÓDIGO		HRVC-CM-SLCME-11		
FABRICANTE		SIEMENS		MARCA		SIEMENS		
MODELO		1AV2104B		N° SERIE		1LE1001-1AB49-0JZ4-Z		
				CANTIDAD		2		
				FRECUENCIA DE OPERACIÓN		Siempre		
				INICIO DE OPERACIÓN		28/03/2019		
				ÁREA DE OPERACIÓN		Casa de Máquinas		
				MATERIAL		Aluminio		
				PESO		22 kg		
				TIPO DE GRASA		Arcanol Multi3		
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS				
				POTENCIA		2.20 Kw		
				VELOCIDAD DE GIRO		1760 rpm		
FRECUENCIA		60 Hz						
GRADO DE PROTECCIÓN		IP55						
DIMENSIONES		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		CORRIENTE		9 A		
		(200 x 200 x 350) mm		VOLTAJE		208 V		
FUNCIÓN	Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica para el recirculación del aceite de los cojinetes del generador.							

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		CASA DE MÁQUINAS					
<i>FICHA N°:</i> 14	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA		COMPONENTE	X	SISTEMA	
TANQUE DE ACEITE				CARACTERÍSTICAS GENERALES			
				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-CM-SHITA-14	
				<i>FABRICANTE</i>		Wasserkraft Volk AG	
				<i>CANTIDAD</i>		2	
				<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		24 horas/día	
				<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019	
				<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Casa de Máquinas	
				<i>AÑO DE FABRICACIÓN</i>		2016	
				<i>ESTADO ACTUAL</i>		En funcionamiento	
				<i>N° SERIE</i>		147340	
				CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
				<i>COLOR</i>		Gris	
				<i>PROCEDENCIA</i>		Alemania	
				<i>MODELO</i>		14BP1009	
<i>PRESIÓN</i>		100 bar					
<i>DIMENSIONES</i>		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		<i>CAUDAL</i>		1,8 - 2,4 lt/min	
		(1800 x 740 x 430) mm		<i>TIPO DE ACEITE</i>		ISO VG 46	
FUNCIÓN	Depósito y recirculación del aceite hidráulico para su previa utilización en el sistema hidráulico de los inyectores y deflector.						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA								
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		HIDROSIERRA S.A.						
		CASA DE MÁQUINAS						
<i>FICHA N°:</i> 15	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA		EQUIPO	X	SISTEMA		
MOTOR ELÉCTRICO			CARACTERÍSTICAS GENERALES					
			<i>CÓDIGO</i>		HRVC-CM-SHIME-15			
<i>FABRICANTE</i>	SIEMENS		<i>MARCA</i>		SIEMENS			
<i>MODELO</i>	1AV2112C		<i>N° SERIE</i>		1LE1001-1BC29-0FZ4-Z			
			<i>CANTIDAD</i>		4			
			<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		150 horas cada motor/secuencia			
			<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019			
			<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Casa de Máquinas			
			<i>MATERIAL</i>		Aluminio			
			<i>PESO</i>		30 kg			
			<i>TIPO DE GRASA</i>		FAG Arcanol Multi3			
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
			<i>POTENCIA</i>		2.20 Kw			
			<i>VELOCIDAD DE GIRO</i>		1165 rpm			
<i>FRECUENCIA</i>		60 Hz						
<i>GRADO DE PROTECCIÓN</i>		IP55						
<i>DIMENSIONES</i>		ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)		<i>CORRIENTE</i>				
		(220 x 220 x 330) mm		9.3 A				
				<i>VOLTAJE</i>				
				208 V				
FUNCIÓN	Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica para el accionamiento del sistema oleohidráulico.							

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA					
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	HIDROSIERRA S.A.				
CASA DE MÁQUINAS					
<i>FICHA N°:</i> 16	<i>FICHA DE:</i>	MÁQUINA	COMPONENTE	X	SISTEMA
FILTRO			CARACTERÍSTICAS GENERALES		
			<i>CÓDIGO</i>	HRVC-CM-SHIF-16	
			<i>FABRICANTE</i>	Beetz Hydraulik	
			<i>NÚMERO DE FILTRO</i>	Filter 28067	
			<i>NÚMERO DE ELEMENTO</i>	Filter 27612	
			<i>CANTIDAD</i>	8	
			<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>	24 horas/día	
			<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>	28/03/2019	
			<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>	Casa de Máquinas	
			CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS		
			<i>MATERIAL DE MALLA</i>	Malla de alambre de acero inoxidable	
			<i>PRESIÓN DE TRABAJO</i>	280 bar	
<i>COLOR</i>	Negro				
<i>DIMENSIONES</i>	ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)				
	(80 x 80 x 100)				
FUNCIÓN	Mantener el circuito hidráulico protegido de impurezas alargando así la vida del sistema.				

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA							
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
		HIDROSIERRA S.A.					
		CASA DE MÁQUINAS					
<i>FICHA N°:</i> 19	<i>FICHA DE:</i>	<i>MÁQUINA</i>		<i>EQUIPO</i>		<i>SISTEMA</i>	X
<i>SISTEMA OLEOHIDRÁULICO - VALVULA DE ADMISIÓN</i>				<i>CÓDIGO</i>		HRVC-CM-SHVA-19	
		CARACTERÍSTICAS					
		<i>ESTADO ACTUAL</i>		En Funcionamiento			
		<i>COLOR</i>		Varios			
		<i>FRECUENCIA DE OPERACIÓN</i>		2 veces/mes			
		<i>INICIO DE OPERACIÓN</i>		28/03/2019			
		<i>ÁREA DE OPERACIÓN</i>		Casa de Máquinas			
		<i>CANTIDAD</i>		2			
		<i>AÑO DE FABRICACIÓN</i>		2016			
		COMPONENTES					
		1. Válvula Mariposa (F1)		4. Motor eléctrico (F20)			
2. Filtro (F16)							
FUNCIÓN	Apertura y cierre de la tubería de presión a la entrada de la turbina.						
OBSERVACIÓN	Revisar las fichas técnicas de cada componente del sistema para mayor información, las cuales están con la nomenclatura (F).						

Fuente: Autor

FICHA TÉCNICA			
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
	HIDROSIERRA S.A.		
CASA DE MÁQUINAS			
FICHA N°: 20	FICHA DE:	MÁQUINA	EQUIPO X SISTEMA
MOTOR ELÉCTRICO		CARACTERÍSTICAS GENERALES	
		CÓDIGO	HRVC-CM-SLCME-20
FABRICANTE	SIEMENS	MARCA	SIEMENS
MODELO	1AV2090B	N° SERIE	1LE1001-0EB09-0FZ4
		CANTIDAD	2
		FRECUENCIA DE OPERACIÓN	2 veces/mes
		INICIO DE OPERACIÓN	28/03/2019
		ÁREA DE OPERACIÓN	Casa de Máquinas
		MATERIAL	Aluminio
		PESO	14 kg
		CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	
		POTENCIA	1.10 Kw
		VELOCIDAD DE GIRO	1740 rpm
		FRECUENCIA	60 Hz
GRADO DE PROTECCIÓN	IP55		
DIMENSIONES	ancho (x) x profundidad (y) x altura (z)	CORRIENTE	4.9 A
	(180 x 180 x 320) mm	VOLTAJE	208 V
FUNCIÓN	Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica para el accionamiento de la válvula de admisión a la entrada de la tubería de presión		

Fuente: Autor