

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electromecánica



COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ, S.A. (CNFL)

**“Optimización del Modelo de Gestión de Mantenimiento para Centrales
Hidroeléctricas de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A.”**

Informe de Práctica de Especialidad para optar por el Título

Ingeniero en Mantenimiento Industrial, grado Licenciatura

Juan Cristóbal Castro Porras

Cartago Junio, 2019

CARTA DE ENTENDIMIENTO

Fecha: 03/06/2019

Señores
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Sistema de Bibliotecas del Tecnológico

Yo Juan Cristóbal Castro Porras

carné No. 2013010227, si autorizo no autorizo, al Sistema de Bibliotecas del Tecnológico (SIBITEC), disponer del Trabajo Final de graduación, del cual soy autor, para optar por el grado de Licenciatura, en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, presentado en la fecha 03/06/2019, con el título

"Optimización del Modelo de Gestión de Mantenimiento para Centrales Hidroeléctricas de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A."

para ser ubicado en el Repositorio Institucional y Catálogo SIBITEC, con el objetivo de ser visualizado a través de la red Internet.

Firma de estudiante: Juan Castro

Correo electrónico: juan.castro2695@gmail.com

Cédula No.: 116190053

Profesor guía:

Ing. Julio Cesar Rojas Gómez

Asesor industrial:

Ing. Pedro Montero Sánchez

Tribunal examinador

Luis Gómez

Gilbert Bonilla

Información del estudiante y de la empresa

Información del Estudiante

Nombre completo: Juan Cristóbal Castro Porras

Número de cédula: 116190053

Número de carné: 2013010227

Dirección exacta de domicilio: 50 metros norte de la antigua guardia rural en Piedades de Santa Ana

Números de teléfono: 8636 3051 / 2282 9281

Correos electrónicos: juan.castro2695@gmail.com

Información del Proyecto

Nombre del Proyecto: “Optimización del Modelo de Gestión de Mantenimiento para Centrales Hidroeléctricas de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A.”

Profesor Asesor: Ing. Julio Cesar Rojas Gómez

Horario de trabajo del estudiante: lunes a viernes de 7:00am a 3:00pm

Información de la Empresa

Nombre: Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A.

Dirección: Avenida 39, San José, Plantel Virilla en la Uruca

Contacto: Pedro Montero Sánchez

Teléfono: 2295 5796 / 8363 2361

Actividad Principal: empresa proveedora de servicios eléctricos

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres Ana Grace y Juan Guillermo, a mis hermanos Alonso, Mariela y Pilar y a mi novia Paula Román, por apoyarme constantemente durante todos estos años de formación académica, que me han motivado y han estado de manera incondicional brindándome su apoyo en todo momento.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por las múltiples bendiciones que me da. Agradezco a la Compañía Nacional de Fuerza y Luz por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en sus instalaciones y a todos aquellos colaboradores que me brindaron su ayuda y experiencia durante este proceso de práctica profesional. Además, a todas aquellas personas que estuvieron presentes a lo largo de todos estos años de formación académica, directa o indirectamente. También a mi profesor guía Julio César Rojas y a mi asesor industrial Pedro Montero por brindarme de su ayuda y conocimiento basándose en su experiencia.

Resumen

El proyecto se realiza en la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A., ubicada en San José, Plantel Virilla y busca optimizar el modelo de gestión de mantenimiento actual de la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadores de la CNFL. Este proyecto es una guía que brinda las herramientas y criterios para elaborar, planificar, programar y ejecutar labores de mantenimiento preventivo. Además, busca evaluar el desempeño de dichas labores de mantenimiento mediante indicadores propuestos y metas acordes al plan estratégico del departamento de mantenimiento.

La primera parte del proyecto consta de un diagnóstico del grado de madurez del departamento de mantenimiento con el fin de conocer el nivel de gestión y determinar oportunidades de mejora dentro del modelo de gestión actual. Luego se plantea la estrategia y mediante el Cuadro de Mando Integral, se establecen objetivos, metas e indicadores para convertir la estrategia de la organización en objetivos operativos para potenciar la consecución de resultados. Posteriormente se realizan los análisis correspondientes de la matriz de criticidad de cada planta hidroeléctrica para la selección de los equipos más representativos de cada una de ellas. Después, se crea un modelo de selección de mantenimiento con el propósito de crear planes de mantenimiento de acuerdo a la criticidad de los módulos funcionales. Por último, se propone una metodología para la selección de repuestos críticos, los cuales son los repuestos mínimos que deben permanecer en el stock de repuestos.

Palabras claves: Modelo de Gestión, Auditoría MES, Modelo Selección de Mantenimiento, Matriz de Criticidad, Manuales de Mantenimiento

Abstract

This Project is made in Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A., that is in San Jose, Plante Virilla and tries to optimize the current maintenance management model of the Unit of Maintenance of Hydroelectric Plants of the CNFL. This project is a guide that provides the tools and criteria to elaborate, plan, program and execute preventive maintenance tasks. Also, it evaluates the performance of the maintenance tasks through indicators and goals that are according of the strategic plan of the maintenance department.

The first part of the project consists of a diagnosis of the condition of the maintenance department to know the level of management and determine opportunities for improvement within the current management model. Then the strategy is proposed and through the Balance Scorecard, objectives, goals, and indicators are established to fulfill the mission and vision of the company. Subsequently, the corresponding analyzes of the criticality matrix of each hydroelectric plant are carried out for the selection of the most representative's equipment of each plant. Then, a maintenance selection model is created with the purpose of creating maintenance plans according to the criticality of the functional modules. Finally, a methodology is proposed for the selection of critical spare parts, which are the minimum spare parts that must remain in the stock of spare parts.

Keywords: Management Model, MES audit, Maintenance Selection Model, Criticality Matrix, Maintenance Plans

Lista de Abreviaciones

CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz

MF: Módulos Funcionales

Mto: Mantenimiento

PHBE: Planta Hidroeléctrica Belén

PHBI: Planta Hidroeléctrica Balsa Inferior

PHBR: Planta Hidroeléctrica Brasil

PHCO: Planta Hidroeléctrica Cote

PHDG: Planta Hidroeléctrica Daniel Gutiérrez

PHEE Planta Hidroeléctrica El Encanto

PHEL: Planta Hidroeléctrica Electriona

PHRS: Planta Hidroeléctrica Río Segundo

PHVE: Planta Hidroeléctrica Ventanas

SEBI: Subestación Elevadora Balsa Inferior

UMPG: Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras

Tabla de contenido

1. Introducción.....	18
1.1. Introducción.....	19
1.2. Planteamiento del Problema y Situación Actual.....	20
1.3. Objetivo General	21
1.4. Objetivos Específicos	21
1.5. Justificación del Proyecto.....	23
1.6. Viabilidad.....	24
1.7. Alcances.....	24
1.8. Limitaciones	26
1.9. Metodología	27
1.10. Cronograma	29
1.11. Descripción de la Empresa	30
1.11.1. Reseña Histórica	30
1.11.2. Misión.....	31
1.11.3. Visión.....	31
1.11.4. Descripción del Proceso Productivo	32
2. Marco Teórico	33

2.1.	Objetivos del Mantenimiento	34
2.2.	Gestión de Mantenimiento	34
2.3.	Modelo de Gestión de Mantenimiento	36
2.4.	Auditoría MES (Maintenance Effectiveness Survey)	37
2.5.	Cuadro de Mando Integral.....	38
2.6.	Jerarquización de equipos	42
2.7.	Gestión de Repuestos.....	44
2.8.	Elaboración Planes de Mantenimiento	45
2.8.1.	Plan de Mantenimiento Basado en Fabricantes	46
2.8.2.	Plan de Mantenimiento Basado en Protocolos	46
2.8.3.	Plan de Mantenimiento Basado en RCM.....	47
3.	Conocimiento del Entorno de Trabajo	50
3.1.	Gestión del departamento actual de mantenimiento	51
3.2.	Criticidad de equipos.....	52
3.3.	Software de Mantenimiento.....	54
4.	Diagnóstico de la Madurez del Mantenimiento.....	56
4.1.	Metodología para la determinación del grado de madurez de la Unidad de Mantenimiento de la CNFL	57

4.1.1.	Auditoría MES.....	58
4.1.2.	Resultados obtenidos de la aplicación de la auditoría MES en la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras	60
5.	Análisis de Resultados de Auditoría MES y Oportunidades de Mejora	76
5.1.	Análisis de los Resultados de la Encuesta MES	77
5.1.1.	Recursos Gerenciales	77
5.1.2.	Gerencia de la información	77
5.1.3.	Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo	78
5.1.4.	Planificación y ejecución.....	78
5.1.5.	Soporte, calidad y motivación	79
5.2.	Oportunidades de Mejora.....	80
6.	Tablero de Indicadores del Cuadro de Mando Integral	84
6.1.	Tablero de Indicadores del CMI	85
7.	Análisis de Criticidad para cada Planta Generadora	90
7.1.	Análisis de Criticidad de Módulos Funcionales de Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras	91
7.1.1.	Planta Hidroeléctrica Balsa Inferior.....	93
7.1.2.	Subestación Elevadora Balsa Inferior	94

7.1.3.	Planta Hidroeléctrica de Belén.....	95
7.1.4.	Planta Hidroeléctrica Cote	97
7.1.5.	Planta Hidroeléctrica El Encanto	98
7.1.6.	Planta Hidroeléctrica Electriona.....	99
7.1.7.	Planta Hidroeléctrica Río Segundo.....	101
7.1.8.	Planta Hidroeléctrica Brasil.....	102
7.1.9.	Planta Hidroeléctrica Daniel Gutiérrez.....	103
7.2.	Análisis de Criticidad General de Plantas Hidroeléctricas	105
8.	Creación e Implementación del Modelo de Selección del Tipo de Mantenimiento	108
8.1.	Descripción Situación Actual Planes de Mantenimiento en CNFL	109
8.2.	Modelo para Seleccionar tipo de Mantenimiento	113
8.2.1.	Tareas de Mantenimiento	113
8.2.2.	Modelos de Mantenimiento.....	115
8.2.3.	Modelo para la selección del tipo de mantenimiento	119
8.3.	Diseño de Planes de Mantenimiento.....	126
8.3.1.	Ruta para la creación de planes de mantenimiento.....	126
8.3.2.	Planes de Mantenimiento Basados en Protocolos.....	127

8.3.3. Elaboración de Fichas Técnicas	129
9. Selección Repuestos Críticos para Stock de Repuestos	132
9.1. Selección de Repuestos Críticos	133
10. Análisis Financiero	136
10.1. Análisis Financiero del Proyecto	137
11. Conclusiones y Recomendaciones.....	139
11.1. Conclusiones	140
11.2. Recomendaciones	141
12. Bibliografía.....	142
13. Anexos	145
13.1. Anexo 1: Auditoría MES realizada	146
13.2. Anexo 2: Planes de Mantenimiento para la Planta Hidroeléctrica de Brasil	
153	

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. Plantel Virilla.	31
Figura 2. Etapas de distribución de electricidad.	32
Figura 3. Perspectivas del Cuadro de Mando Integral	40
Figura 4. Cadena causa-efecto del Cuadro de Mando Integral.	41
Figura 5. Matriz para análisis de criticidad	53
Figura 6. Radar óptimo de gestión de mantenimiento auditoria MES	60
Figura 7. Gráfico radar de resultados obtenidos de encuesta MES	74
Figura 8. Gráfico encuesta MES: nivel obtenido y brechas por área de mantenimiento.....	75
Figura 9. Modelo Selección tipo de Mantenimiento para la UMPG.	121
Figura 10. Flujograma Mantenimiento Correctivo.....	122
Figura 11. Flujograma Modelo Condicional.....	123
Figura 12. Flujograma Modelo Preventivo.....	124
Figura 13. Flujograma Modelo Alta Disponibilidad	125
Figura 14. Línea del tiempo para elaboración y actualización de planes de mantenimiento.....	126
Figura 15. Flujograma Selección Repuestos Críticos.....	135

Índice de Tablas

Tabla 1. Metodología para el desarrollo del proyecto.....	27
Tabla 2. Cronograma Proyecto de Graduación	29
Tabla 3. Simbología Matriz Criticidad.....	53
Tabla 4. Resultados obtenidos en el área de recursos gerenciales	61
Tabla 5. Resultados obtenidos en el área de gerencia de la información	63
Tabla 6. Resultados obtenidos en el área de equipos y técnicas de mantenimiento preventivo.....	65
Tabla 7. Resultados obtenidos en el área de planificación y ejecución.....	67
Tabla 8. Resultados obtenidos en el área de soporte, calidad y motivación	70
Tabla 9. Resultados Obtenidos de Auditoría MES	72
Tabla 10. Escala de colores del grado de madurez de mantenimiento para la encuesta MES	73
Tabla 11. Oportunidades de Mejora para la UMPG	80
Tabla 12. Propuesta de Indicadores para la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras	86
Tabla 13. Propuesta de Indicadores para la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras	87

Tabla 14. Propuesta de Indicadores para la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras	88
Tabla 15. Propuesta de Indicadores para la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras	89
Tabla 16. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHBI.....	93
Tabla 17. Módulos Funcionales más representativos PHBI	94
Tabla 18. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de SEBI.....	95
Tabla 19. Módulos Funcionales más representativos SEBI	95
Tabla 20. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHBE	96
Tabla 21. Módulos Funcionales más representativos PHBE.....	96
Tabla 22. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHCO.....	97
Tabla 23. Módulos Funcionales más representativos PHCO	98
Tabla 24. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHEE	99
Tabla 25. Módulos Funcionales más representativos PHEE.....	99
Tabla 26. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHEL.....	100
Tabla 27. Módulos Funcionales más representativos PHEL	100
Tabla 28. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHRS	101
Tabla 29. Módulos Funcionales más representativos PHRS	102

Tabla 30. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHBR	103
Tabla 31. Módulos Funcionales más representativos PHBR	103
Tabla 32. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHDG.....	104
Tabla 33. Módulos Funcionales más representativos PHDG	104
Tabla 34. Promedio de Consecuencia por Planta Hidroeléctrica	105
Tabla 35. Cantidad de Módulos Funcionales y Objetos de Mantenimiento por Planta Hidroeléctrica	110
Tabla 36. Ejemplo de clasificación de objetos de mantenimiento por MF	111
Tabla 37. Ejemplo de clasificación final de objetos de mantenimiento por MF ...	112
Tabla 38. Cantidad total Módulos Funcionales.....	112
Tabla 39. Simbología para Planes de Mantenimiento	127
Tabla 40. Tareas de Mantenimiento para el Cuerpo de Turbina	128
Tabla 41. Costo de cuadrillas en la CNFL.....	138

1. Introducción

1.1. Introducción

La gestión de mantenimiento actual incluye todas aquellas actividades destinadas a determinar objetivos y prioridades de mantenimiento con la finalidad de facilitar la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento, buscando la mejora continua en el departamento y teniendo en cuenta aspectos económicos relevantes para la organización. Una correcta gestión de mantenimiento debe tener en cuenta el ciclo de vida de cada activo de la empresa, debe cumplir con los objetivos de reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el buen funcionamiento de los equipos, disminuir los posibles riesgos para las personas y los efectos negativos que se puedan generar al medio ambiente. Por lo tanto, la gestión de mantenimiento es un factor importante para la competitividad de la empresa, y es por esta razón que se necesita desarrollar una gestión de mantenimiento correcta dentro de la empresa.

Una herramienta para la correcta gestión de mantenimiento es la implementación de un modelo de gestión de mantenimiento ya que muestra la estrategia para alcanzar los objetivos planteados por la empresa dentro de un proceso productivo. Además, el modelo de gestión de mantenimiento facilita la gestión y optimización de todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del mantenimiento.

1.2. Planteamiento del Problema y Situación Actual

Actualmente la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. cuenta con un modelo de gestión de mantenimiento, sin embargo, están teniendo dificultades en la ejecución del modelo en ciertos puntos tales como en mantenimiento preventivo y el stock de repuestos.

El mantenimiento correctivo en la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras de la CNFL se ejecuta cuando hay una falla en algún equipo; esta falla se analiza si es urgente o si afecta en la producción de generación de energía y se determina si se corrige el fallo inmediatamente o se programa la labor correctiva para atenderla posteriormente.

El mantenimiento preventivo consiste en las acciones que se llevan a cabo para conservar equipos o instalaciones mediante la revisión y reparación periódica que garanticen su buen funcionamiento y confiabilidad. La planificación del mantenimiento en la CNFL se realiza una vez al año en donde definen cuáles equipos y las fechas de los que tendrán mantenimiento mayor y mantenimiento preventivo rutinario. El Mantenimiento Mayor implica parada total de la unidad basándose en la condición de los equipos, de acuerdo al resultado de las mediciones de desgaste de las turbinas y sus elementos auxiliares, y del resultado de las pruebas eléctricas de los equipos de generación y transformación. El mantenimiento preventivo se ejecuta de acuerdo a los requerimientos de los operadores y de lo que el personal de mantenimiento definiera como requerimiento, es decir, cuando el operario iba a realizar la labor del equipo al cual le tocaba mantenimiento preventivo, ahí se decidía qué labores aplicarle a la máquina ya que en este momento no existen fichas técnicas que indiquen las labores específicas que se deben realizar a cada máquina. Actualmente, la Compañía está trabajando

en la modificación de la forma en que se aplica el mantenimiento preventivo, sin embargo, por falta de tiempo no se han podido realizar las fichas técnicas ni planes de mantenimiento que indiquen las labores específicas que se le deben aplicar a cada equipo. El principal problema que causa no tener planes de mantenimiento en la CNFL es el aumento del tiempo muerto en operadores y técnicos, ya que en muchas ocasiones ha sucedido que los técnicos terminan las labores programadas mucho antes del tiempo estimado, por lo que no se está utilizando de forma óptima el recurso humano.

El otro punto que se desea mejorar dentro de la empresa es el manejo del stock de repuestos. La problemática en el stock de repuestos es que la Compañía carece de una metodología o un modelo para el manejo de repuestos en las plantas generadoras, por lo que desconocen si los repuestos que tienen actualmente en stock son realmente necesarios, o bien si tienen todos los repuestos críticos en bodega.

1.3. Objetivo General

- Optimizar la gestión de la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, mediante un análisis del modelo de gestión de mantenimiento actual, basado en la gestión del Departamento de Mantenimiento.

1.4. Objetivos Específicos

- Determinar el grado de madurez del área de mantenimiento, a través del diagnóstico de la Unidad de Mantenimiento de plantas generadoras, mediante el uso de la Norma MES.

- Determinar oportunidades de mejora dentro del modelo de gestión de mantenimiento actual para la Unidad de Mantenimiento de plantas generadoras.
- Analizar los resultados de la matriz de criticidad realizada por la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras de la CNFL para la determinación de los equipos más representativos de cada planta hidroeléctrica.
- Realizar un modelo para la selección del tipo de mantenimiento por aplicar al equipo basándose en la criticidad del activo para la elaboración de planes de mantenimiento.
- Implementar el modelo de selección del tipo de mantenimiento por aplicar a cada módulo funcional, basándose en la criticidad del activo para la elaboración de planes de mantenimiento.
- Proponer una metodología que permita la determinación de los repuestos que deben permanecer en stock para las diferentes bodegas de la Unidad de Mantenimiento.

1.5. Justificación del Proyecto

La propuesta de optimizar el modelo de gestión de mantenimiento actual de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz tiene como finalidad encontrar nuevas oportunidades de mejora aparte de la elaboración de los planes de mantenimiento y de la creación de una metodología o un modelo para el stock de repuestos para las distintas plantas de generación que tiene la Compañía.

La gestión de activos es el conjunto de actividades que realiza una organización para crear valor a través de sus activos, por lo tanto, tener planes de mantenimiento preventivo y un buen stock de repuestos es importante para la rentabilidad de la empresa. Tener planes de mantenimiento preventivo contribuye a minimizar las acciones correctivas de las máquinas, reducir los gastos por mantenimiento y reparaciones, aumentar la disponibilidad de las máquinas, alargar la vida útil de los equipos, aumentar la productividad de la maquinaria y el operario, entre otros beneficios, los cuales se ven reflejados directamente en la reducción de los costos de mantenimiento.

Para nadie es un secreto que en la actualidad las empresas tratan de reducir al máximo los costos de producción y mantenimiento para ser más competitivas. El stock de repuestos representa un costo dentro del departamento de mantenimiento por lo que es importante determinar cuáles son los repuestos que son imprescindibles para mantener en stock con la finalidad de que no se vea afectada la producción de la planta por falta de repuestos y de esta forma contribuir en la reducción de los costos de mantenimiento.

1.6. Viabilidad

Para la optimización del modelo de gestión actual de la CNFL se cuentan con distintos recursos teóricos que van a facilitar la ejecución del proyecto tales como:

- Norma Internacional MES la cual va a permitir determinar el grado de madurez del mantenimiento de la empresa y además facilitar nuevas oportunidades de mejora de acuerdo a los datos obtenidos.
- El libro “Organización y Gestión Integral de Mantenimiento” de Santiago García Garrido explica una metodología para la selección del tipo de mantenimiento dependiendo de la criticidad del activo, el cual puede funcionar como base para la creación del modelo.
- Además, el libro “Organización y Gestión Integral de Mantenimiento” de Santiago García Garrido, explica acerca de cómo gestionar los repuestos con la finalidad de crear la metodología para la gestión del stock de repuestos.

1.7. Alcances

- 1- Determinar el grado de madurez de la gestión de mantenimiento actual de la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadores de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.
- 2- Estudiar oportunidades de mejora en el modelo de gestión de mantenimiento actual mediante el análisis de datos de la auditoría MES.
- 3- Analizar los resultados de la matriz de criticidad para la determinación de los equipos más representativos de cada planta hidroeléctrica.
- 4- Proponer una metodología para la selección del tipo de mantenimiento de acuerdo a la criticidad del activo.

- 5- Brindar los planes de mantenimiento respectivos para cada módulo funcional que contribuyan a facilitar el trabajo de los operadores y técnicos.
- 6- Proporcionar una metodología para la determinación de repuestos críticos para las bodegas de la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras.

1.8. Limitaciones

- 1- En la aplicación de la auditoría MES, los funcionarios podrían mostrar resistencia a completar la encuesta. Se pretende realizar una presentación para motivar a los funcionarios a contestar la encuesta de la auditoría MES.
- 2- La falta de experiencia realizando metodologías para gestión de repuestos. Se pretende basarse en normas y libros acerca de esta temática para la ejecución de la metodología.
- 3- Al ser la CNFL una empresa muy grande y contar con 10 subestaciones alrededor del país, se complica por cuestiones de tiempo la aplicación del modelo de selección de mantenimiento a todas las subestaciones. Se planea aplicar la metodología a una subestación con el fin de comprobar la factibilidad.

1.9. Metodología

Tabla 1. Metodología para el desarrollo del proyecto

Objetivo	Actividad	Producto
Determinar el grado de madurez del área de mantenimiento, a través del diagnóstico de la Unidad de Mantenimiento de plantas generadoras, mediante el uso de la Norma MES.	Reconocimiento del área de trabajo	Se obtiene el porcentaje de madurez de la Unidad de Mantenimiento, las áreas débiles de la empresa y oportunidades de mejora.
	Realizar la evaluación de la empresa mediante la norma MES	
	Realizar un análisis de los resultados obtenidos del estado actual de la empresa	
Determinar oportunidades de mejora dentro del modelo de gestión de mantenimiento actual para la Unidad de Mantenimiento de plantas generadoras.	Realizar un análisis del modelo de gestión de mantenimiento actual de la Unidad de Mantenimiento de plantas generadoras.	Optimización del Modelo de Gestión de Mantenimiento actual de la Unidad de Mantenimiento
	Encontrar oportunidades de mejora a partir de los resultados obtenidos de la Norma MES	
Definir mediante el análisis de criticidad los equipos más representativos de la empresa para la creación de los planes de mantenimiento respectivos con el fin de que los operarios conozcan con exactitud sus labores.	Analizar cuáles son los equipos más críticos o representativos de la empresa	Planes de mantenimiento preventivo con el fin de que los operadores tengan claras sus funciones
	Elaborar los planes de mantenimiento respectivos para cada equipo.	
Proponer una metodología que permita la determinación de los repuestos que deben permanecer en stock para las diferentes bodegas de la Unidad de Mantenimiento.	Investigar sobre la gestión de repuestos y tropicalizar la idea para las bodegas de la CNFL	Metodología para determinar el stock de repuestos necesarios para cada planta.

Fuente: elaboración propia, Excel

1.10. Cronograma

Tabla 2. Cronograma Proyecto de Graduación

Actividad	Semana															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Reconocimiento del área de trabajo	█															
Realizar la evaluación de la empresa mediante la norma MES		█														
Realizar un análisis de los resultados obtenidos del estado actual de la empresa			█													
Realizar un análisis del modelo de gestión de mantenimiento actual de la Unidad de Mantenimiento de plantas generadoras.		█														
Encontrar oportunidades de mejora a partir de los resultados obtenidos de la Norma MES			█													
Analizar cuales son los equipos más críticos o representativos de la empresa		█														
Analisis y planteamiento del modelo de selección de tipo de mantenimiento de acuerdo a la criticidad del activo.				█												
Elaborar los planes de mantenimiento respectivos para cada equipo.						█										
Metodología para la gestión de repuestos													█			
Reunión con profesor tutor			█						█				█		█	
Redacción del informe Final			█													

Fuente: elaboración propia, Excel

1.11. Descripción de la Empresa

1.11.1. Reseña Histórica

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL), nació el año de 1941 como resultado de un esfuerzo político por nacionalizar los servicios eléctricos a la población costarricense, con el fin de garantizar la cobertura total e incluir a los grupos sociales con menos recursos económicos. En el año de 1970, la CNFL y el ICE suscribieron un Convenio para la Prestación Mutua de Servicios con el fin de marcar sus ámbitos de acción y establecer una política de coordinación de esfuerzos, y el cual entró en vigor en el año de 1971. Actualmente está legalmente constituida como Sociedad Anónima inscrita en el Registro de la Propiedad y su vigencia está garantizada hasta el año 2107 de acuerdo con la Ley 8660, Ley de Fortalecimiento y Modernización de las Entidades Públicas del Sector.

La CNFL es la principal empresa distribuidora de electricidad en Costa Rica y su área de servicio abarca 932,49 km², donde registra una electrificación del 100%. Su sistema de distribución cuenta con 10 subestaciones elevadoras. Su sistema de distribución de electricidad cuenta con 21 subestaciones reductoras para su sistema de distribución aéreo, 3 subestaciones para su sistema de distribución subterráneo, 3 patios de interruptores y 2 subestaciones móviles como respaldo.

Además, el sistema de distribución de la CNFL comprende 6887 km de líneas en operación, de las cuales 3404 son primarias y 3483 son secundarias; cuenta con 2363 MVA de capacidad instalada en transformadores de distribución. Su área de servicio abarca un total de 510 314 clientes del Gran Área Metropolitana.

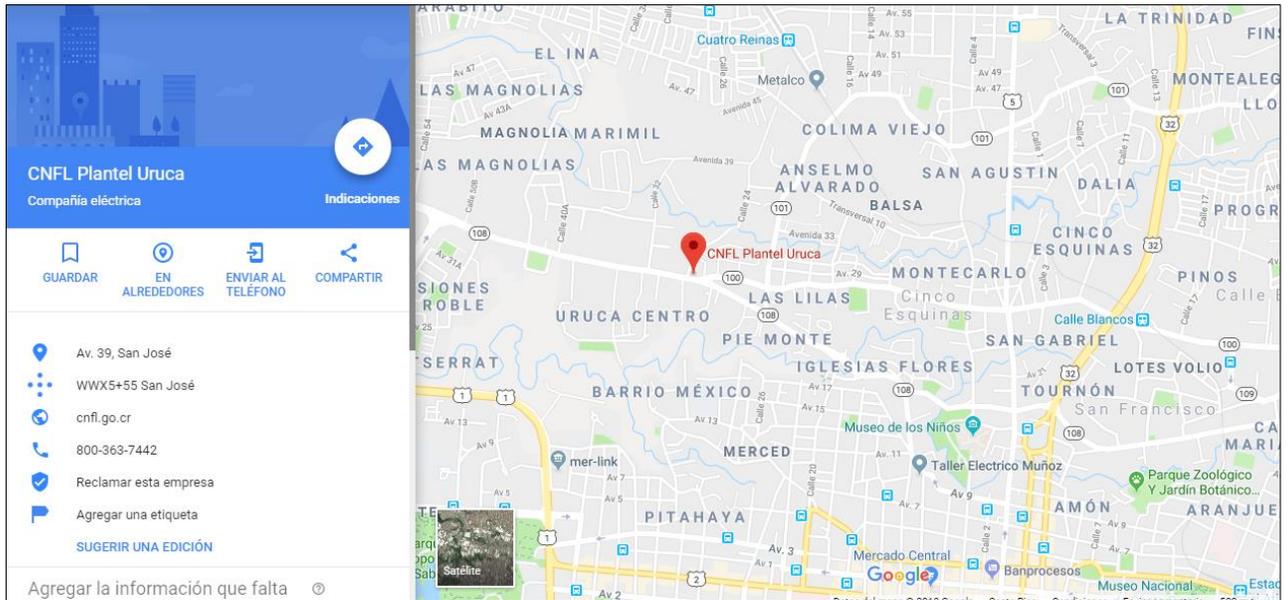


Figura 1. Ubicación Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. Plantel Virilla.

Fuente: Google Maps

1.11.2. Misión

“Somos una empresa costarricense del sector energía que trabaja brindando soluciones integrales, para mejorar el desarrollo, bienestar y calidad de vida de nuestros clientes, mediante la prestación confiable de sus servicios, bajo un enfoque sostenible”.

1.11.3. Visión

“Ser la empresa líder de distribución eléctrica urbana a nivel nacional y centroamericano al año 2020, enfocada en soluciones acordes con las necesidades de cada segmento de mercado a costos competitivos”.

1.11.4. Descripción del Proceso Productivo

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz es una empresa que brinda servicios de distribución de electricidad en la Gran Área Metropolitana. La siguiente imagen es con fines ilustrativos para mostrar las etapas que realizan estas empresas para proporcionar electricidad a comercios, industrias y residencias.

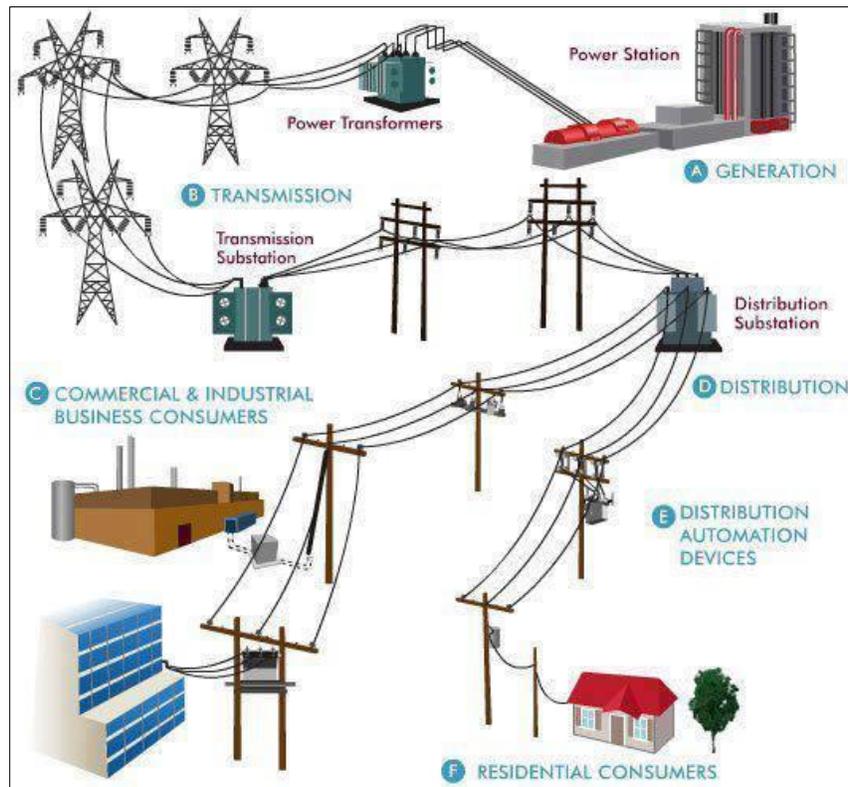


Figura 2. Etapas de distribución de electricidad.

Fuente: (SectorElectricidad, 2015)

2. Marco Teórico

2.1. Objetivos del Mantenimiento

Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento (Garcia, 2009).

De acuerdo con (Garcia, 2009), el objetivo fundamental de mantenimiento no es pues reparar urgentemente las averías que surjan. El departamento de mantenimiento de una industria tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.
- Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

2.2. Gestión de Mantenimiento

Algunas preguntas que surgen dentro de la empresa relacionadas con la gestión de mantenimiento son: ¿Por qué debemos gestionar la función de mantenimiento?, ¿No es más fácil y más barato acudir a reparar un equipo cuando se averíe y olvidarse de planes de mantenimiento, estudio de fallas, sistemas de organización, que incrementan notablemente la mano de obra indirecta? A continuación, se presentan algunas razones por las cuales es necesario realizar una gestión de mantenimiento (García, 2003).

1. **Porque la competencia obliga a rebajar costos.** Por tanto, es necesario optimizar el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada planta; es necesario también analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa, de manera que dediquemos la mayor parte de los recursos a aquellos equipos que tienen una influencia mayor, es necesario, igualmente, estudiar el consumo y stock de materiales que se emplean en mantenimiento; y es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el Plan de Producción.
2. **Porque han aparecido multitud de técnicas que es necesario analizar,** para estudiar si su implantación supondría una mejora en los resultados de la empresa, y para estudiar también cómo desarrollarlas, en el caso de que pudieran ser de aplicación. Algunas de estas técnicas son las ya comentadas: TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total), RCM (Reliability Centered Maintenance, Mantenimiento Centrado en Fiabilidad), Sistemas GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), diversas técnicas de Mantenimiento Predictivo (Análisis vibracional, termografías, detección de fugas por ultrasonidos, análisis amperimétricos, etc.).
3. **Porque los departamentos necesitan estrategias,** directrices a aplicar, que sean acordes con los objetivos planteados por la dirección.
4. **Porque la calidad, la seguridad, y las interrelaciones con el medio ambiente son aspectos que han tomado una extraordinaria importancia en la gestión industrial.** Es necesario gestionar estos aspectos para incluirlos en las formas de trabajo de los departamentos de mantenimiento.

Por todas estas razones, es necesario definir políticas, formas de actuación, es necesario definir objetivos y valorar su cumplimiento, e identificar oportunidades de mejora. En definitiva, es necesario gestionar el mantenimiento.

2.3. Modelo de Gestión de Mantenimiento

La moderna gestión del mantenimiento incluye todas aquellas actividades destinadas a determinar objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. Todo ello facilita la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento, buscando siempre una mejora continua y teniendo en cuenta aspectos económicos relevantes para la organización. Una adecuada gestión del mantenimiento, partiendo del ciclo de vida de cada activo físico, debe cumplir con los objetivos de reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el buen funcionamiento de los equipos y sus funciones, disminuir al máximo los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente, generando, además, procesos y actividades que soporten los objetivos mencionados (Viveros, Stegmaier, & Kristjanpoller, 2013).

Un modelo de gestión del mantenimiento debe ser eficaz, eficiente y oportuno, es decir, debe estar alineado con los objetivos impuestos en base a las necesidades de la empresa, minimizando los costos indirectos de mantenimiento (asociados con las pérdidas de producción). A su vez, debe ser capaz de operar, producir y lograr los objetivos con el mínimo costo (minimizando los costes directos de mantenimiento), generando a su vez actividades que permitan mejorar los indicadores claves del proceso de mantenimiento, asociados a mantenibilidad y confiabilidad. Además, para generar un modelo de mantenimiento robusto y eficaz se deben considerar factores relacionados con la disponibilidad de recursos y su respectiva gestión (Viveros, Stegmaier, & Kristjanpoller, 2013).

Las etapas de un modelo de gestión de mantenimiento propuesto por (Viveros, Stegmaier, & Kristjanpoller, 2013) es el siguiente:

- a. Análisis de la situación actual. Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento.
- b. Jerarquización de equipos
- c. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto
- d. Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios
- e. Programación de mantenimiento y optimización en la asignación de recursos
- f. Evaluación y control en la ejecución de mantenimiento
- g. Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos

2.4. Auditoría MES (Maintenance Effectiveness Survey)

El objetivo fundamental es determinar dónde se encuentra el mantenimiento dentro de la organización, sus puntos fuertes y los débiles y encontrar las áreas de oportunidad para implementar mejoras o corregir defectos.

Para evaluar el nivel de excelencia con el cual se gestionan las actividades de mantenimiento en una organización, plantear y enfocar eficazmente el proyecto de mejora, es necesario hacer un diagnóstico formal de la situación actual y para esto es necesario el uso de una herramienta como MES para su determinación.

Esta encuesta y formación aborda cinco cuestiones clave en las áreas de mantenimiento:

- Gestión de los recursos.
- La información de los procedimientos y del manejo de las situaciones.

- Las estrategias de mantenimiento el mantenimiento preventivo, predictivo, tecnologías aplicadas y los equipos de planificación y programación.
- Soporte de mantenimiento

Puesta en Práctica

La forma de actuación para generar su encuesta de eficiencia de mantenimiento es la siguiente:

1. Se realizan una serie de entrevistas previamente planificadas con las personas claves (“actores” de la gestión y actividades relacionadas con Mantenimiento).
2. La aportación de evidencias (procedimientos, registros, ejemplos, etc.), basándose en un cuestionario guía que cubre todos los aspectos claves de la correcta gestión del mantenimiento.
3. Puede ser llevado a cabo internamente o con el apoyo de un agente externo.
4. Durante la evaluación se identifican de esa manera fortalezas (buenas prácticas) y debilidades (oportunidades de mejora) por factor determinante.

2.5. Cuadro de Mando Integral

El Cuadro de Mando Integral es un sistema de información gerencial diseñado para facilitar y coordinar el despliegue de los planes estratégicos de las empresas. Además, el Cuadro de Mando Integral es una herramienta válida para la administración y seguimiento del sistema de gestión y proporciona una estructura para transformar estrategias en términos operativos (Rodríguez & Fuentes, 2013). El Cuadro de Mando Integral se basa en 4 perspectivas, que se muestran a continuación:

- **Perspectiva financiera:** está orientada a maximizar los beneficios y definir los objetivos para garantizar la rentabilidad, crecimiento y valor del accionista de la empresa.
- **Perspectiva de los clientes:** conjunto de actividades que generan valor y aumentan la competitividad de la empresa. Tales actividades permiten ver como los clientes perciben el valor ofrecido, por lo que recompensarán a la organización con los resultados financieros que esta espera obtener.
- **Perspectiva de los procesos internos:** representan el punto de vista de las actividades necesarias para producir los bienes y servicios.
- **Perspectiva de aprendizaje y crecimiento:** punto de vista de las capacidades requeridas para realizar las actividades productivas tales como capacidades humanas, infraestructura tecnológica y organización.

La siguiente figura muestra las cuatro perspectivas que conforman el Cuadro de Mando Integral.



Figura 3. Perspectivas del Cuadro de Mando Integral

Fuente: (Rodríguez & Fuentes, 2013)

Además, la implementación del Cuadro de Mando Integral tiene como consecuencia una cadena causa-efecto que conduce al éxito de la estrategia y la cual se muestra en la siguiente figura.

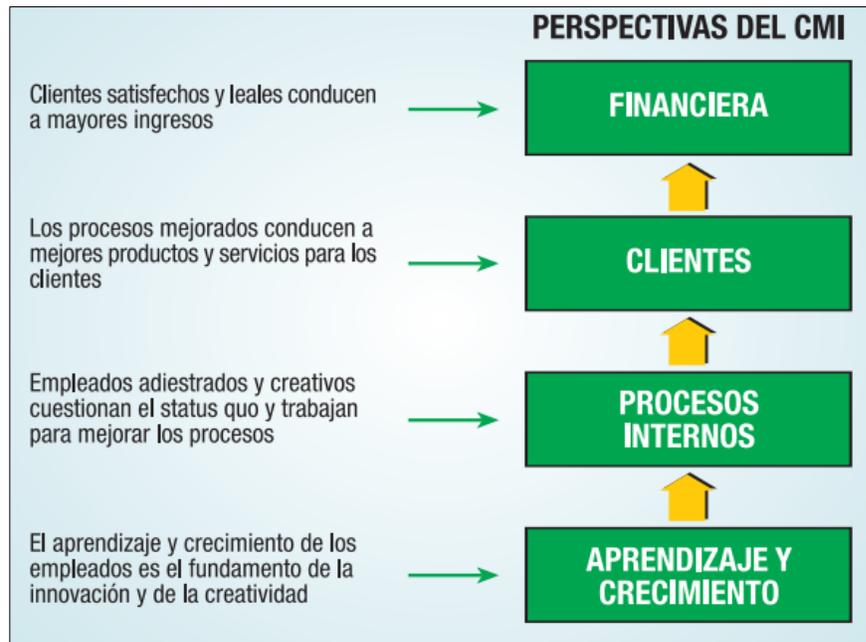


Figura 4. Cadena causa-efecto del Cuadro de Mando Integral.

Fuente: (Rodríguez & Fuentes, 2013)

De acuerdo con (Norton & Kaplan, 2001), algunos de los beneficios de implementar un Cuadro de Mando Integral son:

- Alineación de los empleados hacia la visión de la empresa
- Mejora de la comunicación hacia todo el personal de los objetivos y su cumplimiento
- Redefinición de la estrategia en base a los resultados
- Traducción de la visión y de la estrategia en acción
- Orientación hacia la creación de valor
- Integración de la información de las diversas áreas del negocio
- Mejora de la capacidad de análisis y toma de decisiones.

2.6. Jerarquización de equipos

Las técnicas de análisis de criticidad son herramientas que permiten identificar y jerarquizar por su importancia los activos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos, tecnológicos). En otras palabras, el proceso de análisis de criticidad ayuda a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan. (Parra & Crespo, Ingeniería en Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos , 2015).

No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener una planta son limitados, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción de reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa.

Pero ¿Cómo diferenciamos los equipos que tienen una gran influencia en los resultados de los que no la tienen? Cuando tratamos de hacer esta diferenciación, estamos realizando el Análisis de Criticidad de los equipos de la planta. Los niveles de criticidad o de importancia de los equipos usualmente se clasifican en las siguientes tres categorías:

- **Equipos Críticos:** son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.
- **Equipos Importantes:** son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.

- **Equipos prescindibles:** son aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondrán una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia, o un pequeño coste adicional.

Además, otros criterios que se utilizan para la clasificación de cada uno de los equipos en las categorías anteriores son:

- **Producción:** cuando valoramos la influencia que un equipo tiene en producción, nos preguntamos cómo afecta a esta un posible fallo. Dependiendo de que suponga una parada total de la instalación, una parada de una zona de producción preferente paralice equipos productivos, pero con pérdidas de producción asumible o no tenga influencia en producción.
- **Calidad:** el equipo puede tener una influencia decisiva en la calidad del producto o servicio final, una influencia relativa que no acostumbre a ser problemática o una influencia nula.
- **Mantenimiento:** el equipo puede ser muy problemático, con averías caras y frecuentes; o bien un equipo con un coste medio en mantenimiento; o, por último, un equipo con muy bajo coste, que normalmente no dé problemas.
- **Seguridad y medio ambiente:** un fallo en el equipo puede suponer un accidente muy grave, bien para el medio o para las personas, y que además tenga cierta probabilidad de fallo; es posible también que un fallo del equipo pueda ocasionar un accidente, pero la probabilidad de que eso ocurra puede ser baja; o, por último, puede ser un equipo que no tenga ninguna influencia en seguridad.

2.7. Gestión de Repuestos

Uno de los costes más importantes en el Departamento de Mantenimiento lo constituye el consumo de repuestos. Para el consumo de repuestos dentro de la empresa es necesario tener en cuenta los siguientes puntos. (García, 2003):

- Los departamentos financieros y el estricto control económico que se hace de cada una de las partidas presupuestarias de una empresa han impuesto unas políticas de reducción de stock cada vez más agresivas, de manera que se hace necesario estudiar qué materiales son los imprescindibles para mantener en stock.
- La disponibilidad de las plantas se ve seriamente afectada por un stock de repuesto adecuado.

Hay algunos aspectos que hay que tener en cuenta en la selección de repuestos, los cuales se van a explicar a continuación (García, 2003):

- **Criticidad del equipo:** para el stock de repuestos es necesario analizar los equipos y determinar su importancia mediante el análisis de criticidad. Lógicamente, el almacén de repuestos debe estar formado básicamente por repuestos de equipos de alta criticidad y en menor medida de los de media y baja criticidad.
- **Consumo:** con el análisis de fallas se puede determinar los elementos que más se consumen. Todos aquellos elementos que se consuman habitualmente y que son de bajo costo deben considerarse como firmes candidatos a permanecer a la lista de repuestos mínimos. También, se deben considerar los repuestos consumibles como aceites o filtros.

- **Plazo de aprovisionamiento:** hay piezas que se fabrican bajo pedido, por lo que su disponibilidad no es inmediata, e incluso su entrega puede demorarse meses. Aquellos repuestos cuya entrega no sea inmediata de los equipos críticos, deben permanecer en el stock de repuestos. Además, los repuestos de los equipos de media y baja criticidad que el plazo de aprovisionamiento es muy prolongado, deben considerarse en esa lista.
- **Costo de la pieza:** aquellas piezas de costo elevado no deberían mantenerse en stock y, en cambio, deberían estar sujetas a un sistema de mantenimiento predictivo eficaz.
- **Costo por pérdida de producción:** si el costo por pérdida de producción en caso de que falle el equipo es necesario estudiar los repuestos que se necesitan para reparar el posible fallo.

2.8. Elaboración Planes de Mantenimiento

El Plan de Mantenimiento es un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad que se hayan establecido. Es un documento vivo, pues sufre de continuas modificaciones, fruto del análisis de incidencias que se van produciendo en la planta y del análisis de los diversos indicadores de gestión (García, 2003).

La elaboración del Plan de Mantenimiento atraviesa una serie de fases, las cuales son: división de la planta en áreas, elaboración de la lista de equipos, descomposición de cada uno de ellos en sistemas y elementos, codificación, y asignación del modelo de mantenimiento que mejor se adapta a las características del equipo y su función en el sistema productivo de la planta. Una vez finalizado

esto se puede comenzar a elaborar la lista de tareas de cada equipo de la planta (García, 2003).

2.8.1. Plan de Mantenimiento Basado en Fabricantes

La elaboración de un Plan de Mantenimiento de una instalación industrial, es decir, la determinación del conjunto de tareas de carácter preventivo que es necesario realizar en la instalación basándose en lo indicado por los fabricantes en los manuales de operación y mantenimiento de cada uno de los equipos que la componen, es la forma más cómoda y habitual de elaborar un plan de mantenimiento. El hecho de que sea cómoda no quiere decir que sea sencilla, ya que en primer lugar hay que conseguir recopilar todas las instrucciones técnicas de cada fabricante, y esto no es siempre fácil. En segundo lugar, cada fabricante elabora sus instrucciones de mantenimiento en formatos completamente distintos, lo que implica en gran manera redactar un plan de mantenimiento con unas instrucciones en formato unificado (Renovetec, 2013).

2.8.2. Plan de Mantenimiento Basado en Protocolos

Este método de determinación de tareas que componen el plan parte del concepto de que los diferentes equipos que componen la planta pueden agruparse en tipos genéricos de equipos o equipo tipo, y que en cada equipo-tipo deben realizarse una serie de tareas preventivas con independencia de quien sea el fabricante y cual sea la configuración exacta de éste. Un ejemplo de un equipo genérico puede ser una bomba centrífuga. Independientemente de quien sea el fabricante y cual sea el modelo exacto, es posible identificar una serie de tareas preventivas a realizar en cualquier bomba centrífuga que trasiegue fluidos viscosos (Renovetec, 2013).

El conjunto de tareas de mantenimiento que corresponde a un equipo genérico se denomina protocolo de mantenimiento programado. Si se elaboran los protocolos de mantenimiento de todos los equipos genéricos presentes en todo tipo de instalaciones industriales y se confecciona posteriormente una lista con todos los equipos de los que dispone la instalación concreta que se está analizando, solo hay que aplicar el protocolo de mantenimiento que le corresponde a cada uno de ellos para tener una lista completa y detallada de todas las tareas de mantenimiento preventivo a realizar en la planta (Renovetec, 2013).

2.8.3. Plan de Mantenimiento Basado en RCM

El objetivo fundamental de la implementación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción. Los objetivos secundarios, pero igualmente importantes son aumentar la disponibilidad, es decir, la proporción del tiempo que la planta está en disposición para producir, y disminuir al mismo tiempo los costos de mantenimiento. El análisis de los fallos potenciales de una instalación industrial según esta metodología aporta una serie de resultados (Renovetec, 2013):

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

El RCM se basa en siete preguntas claves, las cuales ponen en evidencia los fallos potenciales que puede tener una instalación, identifica las causas que

provocan estas fallas y determinan una serie de medidas preventivas para evitar esos posibles fallos. Las preguntas por responder son las siguientes:

- 1- ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada sistema?
- 2- ¿Cómo falla cada equipo?
- 3- ¿Cuál es la causa de cada fallo?
- 4- ¿Qué parámetros monitorizan o alertan de un fallo?
- 5- ¿Qué consecuencias tiene cada fallo?
- 6- ¿Cómo puede evitarse cada fallo?
- 7- ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar un fallo?

El proceso de análisis de fallos e implementación de medidas preventivas atraviesa una serie de fases para cada uno de los sistemas en que puede descomponerse una planta industrial, que a continuación se explican:

Fase 1: definición clara de lo que se pretende implementando el RCM. Determinación de indicadores, y valoración de estos antes de iniciar el proceso.

Fase 2: codificación y listado de todos los sistemas, subsistemas y equipos que componen la planta. Para ello es necesario recopilar esquemas, diagramas funcionales, etc.

Fase 3: estudio detallado del funcionamiento del sistema. Determinación de las especificaciones del sistema Listado de funciones primarias y secundarias del sistema en su conjunto. Listado de funciones principales y secundarias de cada subsistema.

Fase 4: determinación de los fallos funcionales y técnicos.

Fase 5: determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.

Fase 6: estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, significativos, tolerables o insignificantes en función de esas consecuencias.

Fase 7: determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.

Fase 8: agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías: elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación, procedimientos de operación y de mantenimiento, lista de repuestos que debe permanecer en stock y medidas provisionales por adoptar en caso de fallo.

Fase 9: puesta en marcha de las medidas preventivas.

Fase 10: evaluación de las medidas adoptadas, mediante la valoración de los indicadores seleccionados en la fase 1.

3. Conocimiento del Entorno de Trabajo

3.1. Gestión del departamento actual de mantenimiento

La Unidad de Mantenimiento de Plantas Hidroeléctricas inició hace aproximadamente tres años a implementar el modelo de gestión actual, pero debido a que la Compañía Nacional de Fuerza y Luz es una empresa muy grande y cuenta con diez subestaciones alrededor del país, no se ha podido finalizar de implementar el modelo. Algunas de las labores realizadas en la ejecución del modelo son la codificación de equipos, la creación de la matriz de criticidad, la clasificación de criticidad de todos los módulos funcionales de las plantas y el levantamiento de características técnicas de los equipos. Sin embargo, aún quedan tareas pendientes para el modelo de gestión de mantenimiento. Algunas de las labores pendientes que tiene la UMPG de ejecutar del modelo de gestión son la elaboración de planes de mantenimiento, elaboración de fichas técnicas para cada equipo y la optimización del stock de repuestos, pero debido a falta de tiempo no han podido finalizar, sin embargo, ya se está trabajando en la ejecución de esas tareas pendientes.

Actualmente la UMPG realiza mantenimiento preventivo y mantenimiento mayor a los diferentes equipos de las plantas hidroeléctricas. Los mantenimientos preventivos y mayores son planificados anualmente por el jefe de mantenimiento, sin embargo, aún no existe un plan de mantenimiento completo para todos los equipos de la planta. En algunas plantas del país cuentan con un plan de mantenimiento para los equipos más representativos, pero estos no siempre son utilizados. Además, en muchas ocasiones, cuando se tiene que realizar un mantenimiento preventivo o mantenimiento mayor y no existe un plan de mantenimiento definido para el objeto de mantenimiento, los técnicos deciden qué realizarle al equipo, por lo que no hay certeza si se le están realizando las labores de mantenimiento necesarias o bien si se le está aplicando sobre mantenimiento al equipo.

3.2. Criticidad de los equipos

La Unidad de Mantenimiento de Plantas Hidroeléctricas cuenta actualmente con una metodología para determinar la criticidad de los módulos funcionales de las Plantas Hidroeléctricas. El objetivo de esta metodología es jerarquizar los módulos funcionales de las diferentes plantas de generación de la CNFL, con la finalidad de garantizar la rentabilidad del negocio de generación.

La matriz para calcular la criticidad de los módulos funcionales se basa en las siguientes áreas:

- **Impacto total de la producción:** es el impacto que podría generar un posible fallo en la producción de electricidad y el impacto económico que puede generar.
- **Costos de Mantenimiento:** es el costo económico en mantenimiento que cuesta solucionar una determinada falla.
- **Impacto en la seguridad laboral:** son los efectos o el impacto que puede ocasionar una determinada falla en la seguridad de los colaboradores, es decir, si la falla puede ocasionar un daño físico a algún trabajador.
- **Impacto en el ambiente:** es el riesgo que puede ocasionar determinada falla en el medio ambiente, es decir, si alguna falla puede dañar el medio ambiente.
- **Requerimiento legal:** algunos equipos requieren de normativas o regulaciones y solo pueden ser realizadas por empresas debidamente autorizadas.

A continuación, se presenta la matriz que se utiliza para calcular la consecuencia de equipos y el significado de cada letra de la matriz.

F. FALLAS	5	A	A	MA	MA	MA
	4	M	M	A	A	MA
	3	M	M	M	A	MA
	2	B	B	B	M	A
	1	B	B	B	M	A
		1	2	3	4	5
		CONSECUENCIA				

Figura 5. Matriz para análisis de criticidad

Fuente: UMPG, Excel

Tabla 3. Simbología Matriz Criticidad

Criticidad	
B	Baja Criticidad
M	Media Criticidad
A	Alta Criticidad
MA	Muy Alta Criticidad

Fuente: UMPG, Excel

Finalmente, para calcular la criticidad de los módulos funcionales, se hace mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consecuencia} * \text{Frecuencia de Fallas} = \text{Criticidad}$$

3.3. Software de Mantenimiento

El software de mantenimiento que utilizan en la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras es el API PRO. El API PRO es un software creado por OPTIWARE que está diseñado para satisfacer los requisitos de las compañías de manufactura que operan en una realidad de la industria 4.0. Algunos beneficios que brinda el API PRO son (Optiware, 2018):

- **Evita tiempos de paros costosos:** permite tener el control total del proceso de mantenimiento y reduce paradas de producción no planeadas.
- **Fácil acceso a los indicadores de producción:** filtra los indicadores importantes y proporciona una vista completa de lo que está ocurriendo en la planta y donde están los problemas de confiabilidad que necesitan ser atendidos.
- **Incrementa la eficiencia en el proceso de mantenimiento:** mejora la utilización y programación de los recursos de mantenimiento, lo que provoca un menor tiempo de horas hombre y costos.
- **Optimiza el rendimiento de los activos:** establece una referencia para una producción eficiente, lo que permite una reducción de paros de producción no programados.
- **Flexibilidad para conocer las necesidades de la organización:** ofrece una solución modular completamente escalable con una capacidad sin igual para crecer con las necesidades de la organización.
- **Confiabilidad en producción:** aumenta la confiabilidad y la predictibilidad de las unidades de producción para entregar la cantidad deseada.

- **Reduce los costos de mantenimiento:** proporciona un control total y una vista general del stock de repuestos, lo que permite optimizar los recursos disponibles en el inventario del stock de repuestos.
- **Rápida implementación:** hace que la implementación sea fácil y rápida debido a la combinación única de soluciones del software listas para usar y los muchos años de experiencia de procesos de implementación exitosos.

4. Diagnóstico de la Madurez del Mantenimiento

4.1. Metodología para la determinación del grado de madurez de la Unidad de Mantenimiento de la CNFL

La efectividad de la gestión de mantenimiento solo puede ser evaluada y medida por el análisis exhaustivo de una amplia variedad de factores que, en su conjunto, constituyen la aportación del mantenimiento al sistema de producción. Este procedimiento de evaluación se denomina con el término de auditoría, que puede definirse como una “revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse “ (Parra, Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad, México, 2017). Es importante señalar que no hay fórmulas simples para “medir” el mantenimiento, tampoco hay reglas fijas o inmutables con validez para siempre y en todos los casos. Los resultados de las técnicas de auditorías aplicadas al diagnóstico de la efectividad del mantenimiento deben ayudar a mejorar la rentabilidad del sistema de producción y a disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones del proceso de gestión de mantenimiento.

El objetivo que tiene el diagnóstico del grado de madurez de mantenimiento en la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras es encontrar las áreas más débiles del modelo actual de gestión de mantenimiento de la CNFL para determinar oportunidades de mejora. Dicho diagnóstico se efectuará utilizando la auditoría MES, la cual es una auditoría meramente cuantitativa.

La auditoría MES se aplicó mediante un formulario de Google Drive, como se muestra en los anexos. Dicha encuesta fue enviada a un total de 24 personas relacionadas con labores de mantenimiento, sin embargo, solo 20 personas la respondieron. La cantidad de personas mínimas que se necesitaban para que

cumplieran con los requisitos de la auditoría eran 8 personas, por lo que si se cumplió con el mínimo de la muestra.

4.1.1. Auditoría MES

La auditoría MES es una auditoría propuesta por el instituto Marshall y está basada en un cuestionario de evaluación de 60 preguntas repartidas en 5 áreas de mantenimiento. Las áreas de mantenimiento son las siguientes (Marshall Institute, 2014):

- Recursos gerenciales
- Gerencia de la información
- Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo
- Planificación y ejecución
- Soporte, calidad y motivación

Las respuestas se limitan a 5 posibles opciones y debe ser aplicada mínimo a 8 personas. La auditoría se aplica a personal de gerencia, supervisión, operaciones y mantenimiento. Las opciones para responder son las siguientes:

- No existe = 1
- Deficiente = 2
- Regular = 3
- Bueno = 4
- Excelente = 5

Los resultados de la encuesta se miden en función de los siguientes rangos:

- 261-300: Mantenimiento de Clase Mundial (nivel de buenas prácticas de mantenimiento)

- 201-260: Muy buen mantenimiento (nivel aceptable en mantenimiento)
- 141-200: Por arriba del nivel promedio de mantenimiento (nivel aceptable en mantenimiento)
- 81-141: Por debajo del promedio (nivel no muy bueno del mantenimiento con oportunidades para mejorar)
- Menos de 80: Muy por debajo del promedio (nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades para mejorar)

Normalmente, la representación gráfica de esta encuesta se realiza mediante el radar de la gestión de mantenimiento, el cual se muestra en la siguiente figura y es el nivel óptimo o deseado en la gestión de mantenimiento.

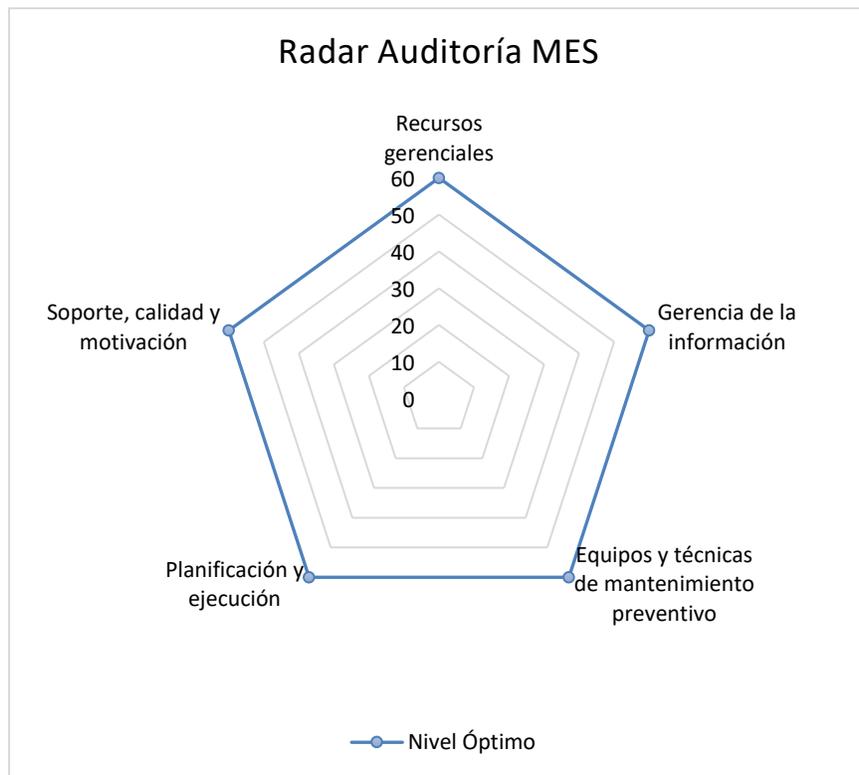


Figura 6. Radar óptimo de gestión de mantenimiento auditoría MES

Fuente: elaboración propia, Excel

4.1.2. Resultados obtenidos de la aplicación de la auditoría MES en la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras

En las siguientes 5 tablas se muestran los resultados obtenidos de las encuestas de la auditoría MES realizadas a colaboradores de la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras. La encuesta se realizó mediante un formulario de Google Drive y fue respondida por 20 colaboradores del área. A continuación, se muestran las respuestas por cada área de mantenimiento y se determinó el promedio de respuesta por cada pregunta.

Tabla 4. Resultados obtenidos en el área de recursos gerenciales

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio	
1- ¿Usted siente que el departamento de mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?	3	4	4	4	3	4	5	3	4	4	3	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2- ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece al cumplimiento de las actividades de mantenimiento?	3	3	4	4	3	4	4	2	3	3	4	2	5	4	3	4	3	4	3	3	3	3
3- ¿La organización de mantenimiento ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?	5	5	3	3	4	4	4	3	2	3	3	3	5	4	3	4	4	4	3	3	3	3
4- ¿La gerencia de mantenimiento estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?	2	5	3	5	3	4	4	3	3	4	5	3	5	3	4	4	5	3	3	3	3	3
5- ¿La gerencia de mantenimiento estimula a producción a que ayude a mantenimiento en la realización de sus actividades?	2	4	3	5	4	4	5	1	1	3	5	2	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4
6- ¿Se desarrollan equipos de trabajo (mantenimiento y producción), para resolver tópicos que afectan a ambos departamentos?	3	5	3	5	4	3	4	1	1	3	3	2	5	4	5	4	5	2	5	5	5	5

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
7- ¿La gerencia de mantenimiento estimula al personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos...) y a los operadores a que trabajen juntos en la resolución de problemas que afectan la disponibilidad de sus procesos?	1	3	3	4	4	3	4	1	1	3	4	2	4	4	3	4	5	2	2	2	3
8- ¿El personal de mantenimiento posee las habilidades necesarias para realizar sus trabajos?	4	5	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	5	4	4	4	5	5	4	3	4
9- ¿Los trabajadores en general han recibido el adiestramiento adecuado en su área de trabajo?	3	4	4	4	4	3	4	2	3	4	3	3	4	5	2	4	5	4	3	3	4
10- ¿La gerencia de mantenimiento involucra al personal de mantenimiento en la definición de sus objetivos y metas a cumplir?	1	5	3	4	3	3	5	1	3	3	3	2	5	4	2	4	5	5	3	3	3
11- ¿La gerencia de mantenimiento revisa y les hace seguimiento a los objetivos de la planta en reuniones de trabajo con el personal de mantenimiento y operaciones?	2	4	3	4	3	4	4	2	2	2	5	1	4	4	2	3	5	2	4	4	3
12- ¿Los objetivos del mantenimiento están alineados con la visión y misión del negocio?	5	5	4	5	4	5	5	3	1	5	5	3	5	5	4	4	5	4	2	2	4

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 5. Resultados obtenidos en el área de gerencia de la información

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
13- ¿La organización utiliza un sistema computarizado de gestión del mantenimiento (software de mantenimiento)?	5	5	4	5	4	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5
14- ¿Está cada componente identificado, codificado y asociado a un sistema dentro de toda la planta?	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5
15- ¿La organización mantiene actualizado el Software de Mantenimiento?	5	5	4	5	4	5	5	3	3	4	5	3	5	5	4	5	5	5	5	5	5
16- ¿Ha sido el personal debidamente entrenado para el uso del Software de Mantenimiento?	5	5	4	5	4	5	5	3	4	5	4	3	4	5	3	5	5	4	5	5	4
17- ¿La organización mantiene registros precisos de fallas de sus sistemas?	4	5	4	4	5	5	5	1	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4
18- ¿Están los inventarios de repuestos dentro del Software de Mantenimiento?	1	5	1	1	4	3	2	1	1	1	2	1	2	3	2	4	1	2	1	1	2
19- ¿Se toman decisiones a partir de los reportes generados por el Software de Mantenimiento?	4	5	4	5	4	5	4	3	2	3	3	2	5	5	4	5	5	4	3	3	4

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
20- ¿La organización de mantenimiento estima y les hace seguimiento a los costos de mantenimiento?	4	5	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	2	4	4	4	5	3	1	1	3
21- ¿La organización de mantenimiento evalúa los tiempos operativos y fuera de servicio de sus equipos?	5	5	5	4	5	3	4	3	4	3	4	4	2	3	5	4	5	3	3	3	4
22- ¿La organización de mantenimiento se compara contra otras organizaciones para medir su desempeño (benchmarking)?	4	4	1	2	3	3	4	1	1	1	2	2	3	5	2	3	4	2	2	2	3
23- ¿El tiempo de realización de actividades de mantenimiento es registrado y evaluado?	5	5	4	3	3	4	4	3	3	2	4	3	5	3	2	3	5	4	2	3	4
24- ¿La gerencia de mantenimiento utiliza algún tipo de medida de comparación (costos de mantenimiento/costos de producción)?	5	5	3	4	3	4	4	2	4	4	3	2	2	5	4	4	5	4	1	1	3

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 6. Resultados obtenidos en el área de equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
25- ¿La organización de mantenimiento utiliza órdenes de trabajo para las actividades de Mantenimiento Preventivo?	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5
26- ¿Se revisan periódicamente los planes de Mantenimiento Preventivo, aumento/descenso, necesidades de adiestramiento, etc.?	5	5	4	4	4	4	5	1	4	3	5	3	4	5	3	4	3	1	2	2	4
27- ¿La organización de mantenimiento tiene personal de mantenimiento dedicado exclusivamente a realizar actividades de Mantenimiento Preventivo?	5	5	2	5	1	2	5	1	1	2	3	3	2	5	2	4	3	1	2	2	3
28- ¿Los operadores ayudan en las actividades de mantenimiento menor (limpieza, lubricación, ajustes e inspección visual)?	3	2	3	1	3	4	4	2	2	2	2	2	5	5	5	4	3	3	2	2	3
29- ¿La organización de mantenimiento utiliza técnicas de mantenimiento predictivo (¿vibración, análisis de aceite, ultrasonido, etc.?)	5	5	4	4	5	4	5	3	2	5	4	2	5	5	2	4	5	5	3	3	4

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
30- ¿La organización de mantenimiento les hace seguimiento a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo?	5	3	4	4	3	3	4	3	4	5	2	2	5	4	4	4	5	3	1	1	3
31- ¿Los grupos de producción y operaciones permiten que el personal de mantenimiento tenga acceso a los equipos en las fechas estimadas de Mantenimiento Preventivo?	1	5	4	5	4	4	4	4	2	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4
32- ¿La organización tiene la cultura de analizar y evitar las fallas repetitivas?	5	5	3	4	3	3	3	2	2	3	3	3	5	4	3	4	4	3	3	3	3
33- ¿Se incluye al personal de mantenimiento y producción en el proceso de evaluación de equipos nuevos?	5	5	3	4	3	3	4	4	2	2	2	2	2	5	1	3	5	3	2	2	3
34- ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a operar los equipos nuevos?	5	5	4	3	3	2	4	4	3	3	2	2	1	5	2	4	4	2	2	2	3
35- ¿Se adiestra de forma adecuada a las personas que van a mantener los equipos nuevos?	4	5	4	4	4	3	4	3	3	3	2	2	3	5	2	4	4	3	2	2	3

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
36- ¿La organización hace seguimiento y evalúa los costos de operación y mantenimiento, a lo largo del ciclo de vida de sus activos?	5	5	4	2	3	3	4	1	1	3	2	2	5	4	2	3	5	3	2	3	3

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 7. Resultados obtenidos en el área de planificación y ejecución

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
37- ¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?	5	5	5	3	4	4	4	3	3	4	5	3	2	5	2	5	4	4	3	3	4
38- ¿La organización utiliza órdenes de trabajo para las actividades correctivas?	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
39- ¿Se le hace seguimiento a la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo?	5	5	4	4	3	4	5	3	5	5	5	3	5	4	4	4	5	3	3	3	4
40- ¿La organización controla el sobre tiempo (tiempo adicional al planificado)?	5	5	4	1	4	2	4	4	4	1	4	3	5	3	2	4	4	5	3	3	4

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio	
41- ¿La organización registra la información obtenida por la ejecución de la actividad de mantenimiento (correctiva/preventiva)?	5	5	4	3	3	5	4	3	4	5	4	3	5	4	4	5	4	3	4	4	4	4
42- ¿Son los trabajadores de mantenimiento asignados a las distintas labores en función de sus conocimientos y habilidades?	5	5	4	3	5	4	4	3	4	2	5	3	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4
43- ¿Son las actividades correctivas bien planificadas antes de comenzar a ejecutar el mantenimiento?	3	4	3	3	4	4	4	1	2	2	3	3	5	4	3	4	4	4	3	3	3	3
44- ¿La organización de mantenimiento utiliza planificadores de mantenimiento para preparar el alcance de mantenimientos mayores (shutdowns, overhauls)?	5	5	3	2	4	4	4	2	1	4	2	3	5	4	3	5	4	4	2	2	2	2
45- ¿La organización de mantenimiento utiliza contratistas calificadas para realizar labores de mantenimiento (outsourcing o tercerización del mantenimiento)?	5	5	3	3	4	4	3	3	2	1	5	3	5	5	2	5	4	3	3	3	3	3

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
46- ¿La organización de mantenimiento participa en la definición de las actividades de trabajo y en la estimación de tiempos de ejecución de los contratistas?	5	5	3	3	4	4	4	2	4	1	5	4	5	4	4	4	4	3	3	3	4
47- ¿Los planificadores de las actividades de mantenimiento tienen en cuenta el impacto (seguridad, ambiente y producción) que tiene el sistema en el cual se va a ejecutar el mantenimiento?	5	4	4	5	4	4	4	2	3	5	4	4	5	5	3	4	4	3	2	2	4
48- ¿Se define el camino crítico de los mantenimientos mayores y se identifican los repuestos críticos?	5	5	4	3	3	2	4	3	4	4	3	4	5	5	2	4	4	2	3	3	4

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 8. Resultados obtenidos en el área de soporte, calidad y motivación

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
49- ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento?	4	5	4	3	4	3	5	2	3	3	3	3	5	5	3	4	4	5	3	3	4
50- ¿Está el almacén de repuestos bien organizado y sus tiempos de respuesta son eficientes?	2	5	1	3	3	3	4	2	2	4	3	2	5	5	5	4	4	4	4	4	3
51- ¿Se tiene un buen control sobre la salida y entrada de repuestos al almacén?	4	5	4	4	3	3	4	2	3	4	3	2	5	5	5	4	4	5	4	4	4
52- ¿Se tiene un proceso de cuantificación de stock de repuestos que incluya el criterio del impacto de no tener el repuesto en almacén?	1	5	3	2	3	3	3	1	2	2	3	2	5	3	4	4	4	2	2	2	3
53- ¿Se tienen identificados los tiempos de reposición y los costos de los repuestos?	5	3	3	1	3	2	4	1	1	3	3	1	4	4	1	3	4	1	2	2	3
54- ¿El criterio de rapidez en el desarrollo de las actividades de mantenimiento está por encima del criterio de calidad?	5	3	3	2	3	4	3	4	4	2	3	4	5	1	1	3	4	3	4	4	3
55- ¿Se tiene un proceso que permita verificar la calidad de las actividades de mantenimiento ejecutadas?	5	3	3	3	2	2	4	2	2	5	3	2	3	3	2	3	4	3	2	2	3

Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	Promedio
56- ¿Es la calidad en el área de mantenimiento un objetivo importante?	5	3	3	3	4	4	4	2	1	4	3	5	5	3	2	4	4	4	2	2	3
57- ¿Tiene la organización de mantenimiento un interés real en satisfacer las diferentes necesidades de sus trabajadores?	5	4	4	4	3	3	4	3	3	3	2	3	5	5	2	4	4	3	3	2	3
58- ¿El buen desempeño de los trabajadores es bien recompensado dentro de la organización (económico - motivacional)?	1	2	3	1	2	2	1	1	2	2	2	3	3	5	1	4	4	3	5	5	3
59- ¿El personal de mantenimiento está motivado para realizar su trabajo lo mejor posible?	1	3	2	2	2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	4	4	2	2	3	2
60- ¿El personal de mantenimiento sigue las políticas y procedimientos de seguridad?	1	5	4	4	4	3	5	4	4	3	4	3	5	4	3	4	4	5	3	3	4

Fuente: elaboración propia, Excel

En la tabla 9 se muestran los resultados de la encuesta de una manera más global. Para esta tabla se determinó el nivel por cada área de mantenimiento, la brecha que existe para alcanzar el nivel óptimo y la respuesta promedio en cada área. De acuerdo a esta tabla, la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras se encuentra en un nivel muy bueno de mantenimiento, es decir, en la Unidad tienen un nivel de muy buenas prácticas de mantenimiento, sin embargo, esto no quiere decir que no existen problemas o fallas en este departamento. La tabla 10, es una escala de colores para observar los resultados obtenidos de las tablas 3 hasta la 8 de una manera más sencilla y también permite organizar los resultados de acuerdo al nivel obtenido en cada respuesta.

Tabla 9. Resultados Obtenidos de Auditoría MES

Área	Nivel Óptimo	Nivel obtenido	Brecha	Respuesta Promedio
Recursos gerenciales	60	43	17	4
Gerencia de la información	60	45	15	4
Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo	60	42	18	3
Planificación y ejecución	60	46	14	4
Soporte, calidad y motivación	60	38	22	3
Total	300	214	-	-

Fuente: Elaboración propia, Excel

Tabla 10. Escala de colores del grado de madurez de mantenimiento para la encuesta MES

Categoría	Rango
Clase Mundial: nivel de excelencia en mantenimiento	261-300
Muy bueno: nivel de muy buenas prácticas en mantenimiento	201-260
Por arriba del promedio: nivel aceptable en mantenimiento	141-200
Por debajo del promedio: nivel no muy bueno de mantenimiento	81-200
Muy por debajo del promedio: nivel muy malo en mantenimiento	0-80

Fuente: elaboración propia, Excel

En la figura 7, se muestra el gráfico radar de los resultados obtenidos de la encuesta MES. En azul se muestra el nivel óptimo o deseado en la gestión de mantenimiento y en rojo se muestra el nivel obtenido de la Unidad en cada una de las 5 áreas que se analizaron.

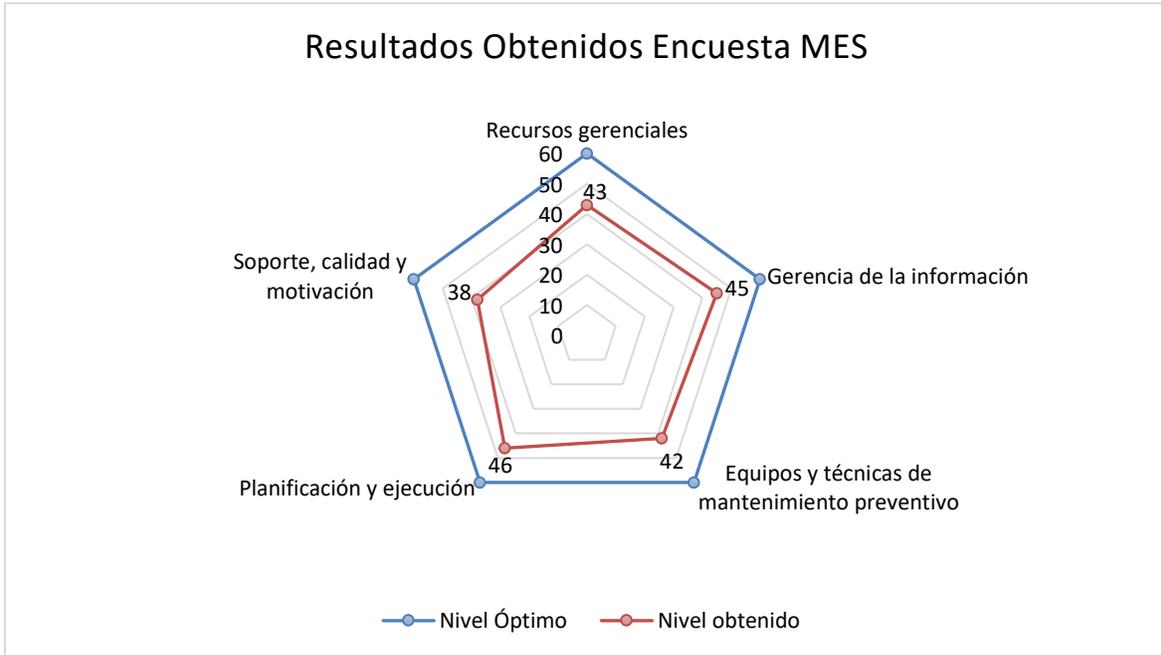


Figura 7. Gráfico radar de resultados obtenidos de encuesta MES

Fuente: elaboración propia, Excel

En la figura 8, se muestra un gráfico de los resultados de la encuesta MES, en donde se clasificó el nivel obtenido y la brecha por cada área de mantenimiento. En esta figura se puede apreciar que las áreas de mayor brecha son la de recursos gerenciales y soporte, calidad y motivación. También se observa que las áreas que se encuentran mejor son las de gerencia de la información y la de planificación y ejecución, mientras que la rama de equipos y técnicas de mantenimiento preventivo se encuentra en el medio.

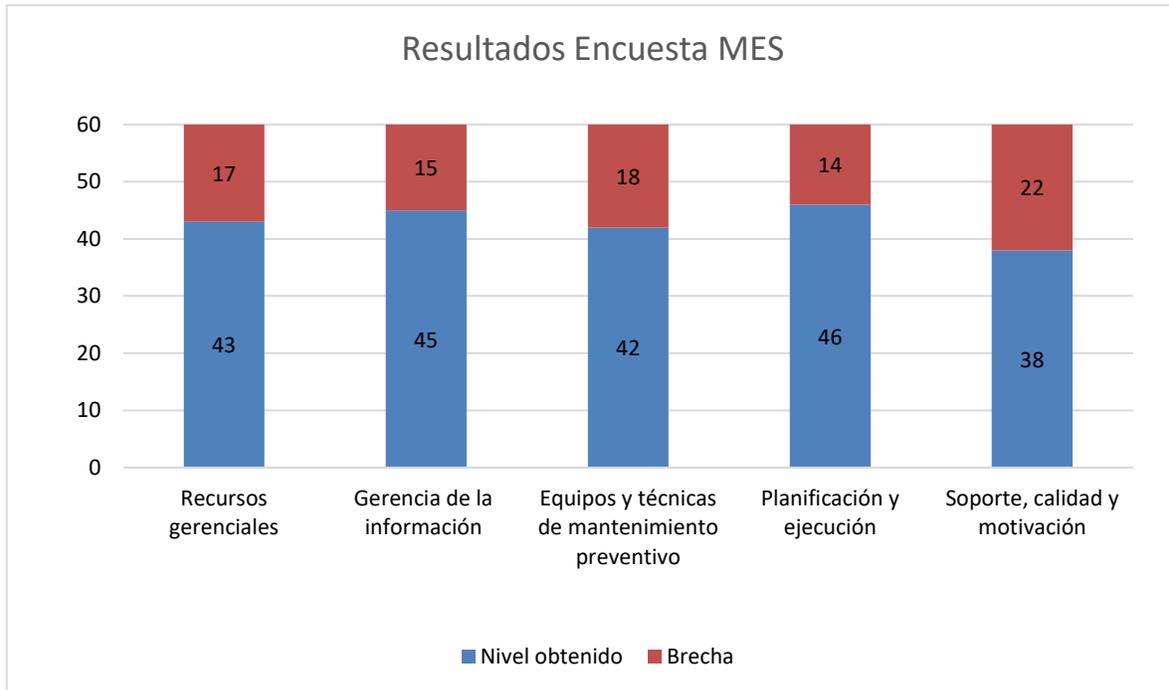


Figura 8. Gráfico encuesta MES: nivel obtenido y brechas por área de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, Excel

5. Análisis de Resultados de Auditoría MES y Oportunidades de Mejora

5.1. Análisis de los Resultados de la Encuesta MES

Para el análisis de los resultados de la encuesta MES, se va a realizar un análisis independiente de cada una de las áreas de mantenimiento. Para ello, se examinará las preguntas que en promedio se encontraron en las categorías de regular, deficiente y muy deficiente, esto con el fin de determinar posibles oportunidades de mejora en cada área de mantenimiento.

5.1.1. Recursos Gerenciales

En el área de recursos gerenciales se obtuvo un promedio de respuesta de 3, es decir, la mayoría de los encuestados consideran que el funcionamiento de esta área de mantenimiento es regular. Además, es la segunda área con mayor oportunidad de mejora ya que es la segunda con una mayor brecha con 20 puntos.

El principal problema detectado es que hay falencias en el trabajo en equipo por parte de la gerencia de mantenimiento, los de producción y los operarios de mantenimiento. De acuerdo a los encuestados, la gerencia de mantenimiento no involucra normalmente a los operarios en la definición de objetivos o reuniones de mantenimiento. También, existen deficiencias de trabajo en equipo entre la gerencia de mantenimiento y producción a la hora de afrontar temas que involucran los dos departamentos.

5.1.2. Gerencia de la información

En la rama de gerencia de la información se obtuvo un promedio de respuesta de 4, es decir, la mayoría de los encuestados considera que el funcionamiento de esta área de mantenimiento es bueno. Además, se encuentra como la segunda mejor área de la Unidad de Mantenimiento y tiene una brecha de 15 puntos.

Las principales deficiencias que se detectaron en esta área es que no se maneja el stock de repuestos dentro del Software de Mantenimiento de la empresa y que la organización no se compara con otras empresas para medir su desempeño.

5.1.3. Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo

En el área de equipos y técnicas de mantenimiento preventivo se obtuvo un promedio de respuesta de 3, es decir, la mayoría de los encuestados considera que el funcionamiento de esta área es regular. Esta área tiene una brecha de 18 puntos y se encuentra como la tercer mejor área en la Unidad de Mantenimiento.

Las principales fallas detectadas en esta área es que no hay una buena cultura a la hora de analizar y evitar fallas repetitivas, no hay un adiestramiento correcto para las personas que van a operar y mantener los equipos nuevos, y no hay una evaluación de los costos de operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de los equipos.

5.1.4. Planificación y ejecución

En el área de planificación y ejecución se obtuvo un promedio de respuesta de 4, es decir, la mayoría de encuestados piensan que el funcionamiento de esta área es bueno. También, de acuerdo a la encuesta, esta es la mejor área de mantenimiento ya que es la que tiene una menor brecha con 14 puntos.

A pesar de ser la mejor área en la Unidad existen algunos problemas en esta sección tales como el control de sobre tiempo en actividades planificadas, mala planificación en algunas actividades correctivas antes de ser ejecutadas, el uso de planificadores de mantenimiento para mantenimientos mayores y en la contratación a terceros para labores de mantenimiento.

5.1.5. Soporte, calidad y motivación

En la rama de soporte, calidad y motivación, se obtuvo un promedio de respuesta de 3, lo que significa que la mayoría de los encuestados considera que el funcionamiento de esta área es regular. Asimismo, se obtuvo que esta área es la que presenta mayor oportunidad de mejora debido a que es la que presenta mayor brecha con 24 puntos.

Algunas oportunidades de mejora para esta área se centran en el stock de repuestos y bodegas, ya que, de acuerdo a la encuesta, se puede mejorar en tener los repuestos mejor organizados y con mejores tiempos de respuestas; también se puede corregir el control de la salida y entrada de repuestos al almacén; y se puede proponer alguna metodología para la determinación de repuestos críticos. Además, otra falencia detectada en esta área es la calidad ya que no existe un proceso para determinar si las labores de mantenimiento que se ejecutaron fueron de la mejor manera. También, otra carencia es la motivación porque con respecto a la encuesta, no todos los colaboradores se sienten motivados para realizar sus labores.

5.2. Oportunidades de Mejora

Tabla 11. Oportunidades de Mejora para la UMPG

Área	Iniciativa	Objetivo(s)	Descripción	Meta(s)	Resultados
Recursos Gerenciales	Mejorar la relación de trabajo entre los departamentos	Organizar reuniones de trabajo que involucren a los diferentes departamentos en la definición de objetivos y metas.	Organizar periódicamente reuniones de trabajo para definir objetivos y metas, y además que permita la resolución de posibles problemas.	Organizar reuniones periódicamente entre los diferentes departamentos.	Mejor trabajo en equipo y personal más motivado
Gerencia de Información	Actualización del stock de repuestos en el software de mantenimiento	Actualizar el stock de repuestos en el software de mantenimiento.	Registrar el stock de repuestos actual en el API PRO para un mejor manejo de información.	Registrar el stock de repuestos en el API PRO para el año siguiente.	Stock de repuestos registrado en software de mantenimiento
	Actualización de fichas técnicas en el software de mantenimiento	Actualizar las fichas técnicas en el software de mantenimiento.	Registrar las fichas técnicas de cada equipo en el API PRO para un mejor manejo de información.	Registrar las fichas técnicas de cada equipo en el API PRO para el año siguiente	Fichas técnicas registradas en software de mantenimiento.
	Actualización de planes de mantenimiento en el software de mantenimiento	Actualizar los planes de mantenimiento en el software de mantenimiento	Registrar los planes de mantenimiento en el API PRO para un mejor manejo de información.	Registrar los planes de mantenimiento en el API PRO para inicios de Junio.	Planes de mantenimiento registrados en software de mantenimiento.

Área	Iniciativa	Objetivo(s)	Descripción	Meta(s)	Resultados
Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo	Mejoramiento de la ejecución de mantenimiento	Desarrollar capacitaciones para aumentar las habilidades y el conocimiento de los colaboradores del área de mantenimiento.	Facilitar herramientas como capacitaciones a los colaboradores para incrementar sus habilidades y conocimientos en el área de mantenimiento, y que a su vez funcione como incentivo para una mejor realización del trabajo	Aumentar las horas de capacitación del personal de mantenimiento.	Personal mejor capacitado
		Mejorar la cultura de análisis y prevención de fallas repetitivas.	Realizar análisis de equipos con fallas repetitivas para reducirlas y prevenirlas.	Reducir las fallas repetitivas en los equipos más significativos	Mejor manejo de fallas repetitivas
		Medir los costos de mantenimiento	Establece los costos por área y tipo de mantenimiento.	Reducir costos de mantenimiento anualmente	Control de los costos de mantenimiento

Área	Iniciativa	Objetivo(s)	Descripción	Meta(s)	Resultados
Planificación y ejecución	Creación de un modelo para selección de tipo de mantenimiento.	Crear un modelo para la selección del tipo de mantenimiento a efectuar a cada módulo funcional	Elaboración de un modelo para la selección del tipo de mantenimiento a cada módulo funcional	Tener un modelo para selección tipo de mantenimiento para inicios de mayo.	Selección tipo de mantenimiento por módulo funcional más sencillo
	Aplicación modelo selección tipo de mantenimiento	Crear planes de mantenimiento para los módulos funcionales de la Compañía	Elaboración de planes de mantenimiento utilizando el modelo de selección de mantenimiento	Crear planes de mantenimiento para las plantas hidroeléctricas para inicios de Junio	Planes de mantenimiento para cada Planta Hidroeléctrica
	Mejorar ejecución de actividades correctivas	Elaborar flujogramas que permitan comunicar de manera sencilla las labores de mantenimiento	Elaboración de flujogramas que permitan a los colaboradores realizar sus labores de una manera más sencilla y metódica	Tener flujogramas para inicios de Junio	Flujogramas para labores de mantenimiento
	Implementación de indicadores	Desarrollar indicadores que permitan medir el desempeño de la empresa	Definir indicadores que agreguen valor y sustenten la labor actual del departamento de mantenimiento	Creación del Cuadro de Mando Integral	Obtención de indicadores de mantenimiento.

Área	Iniciativa	Objetivo(s)	Descripción	Meta(s)	Resultados
Soporte, Calidad y Motivación	Mejorar el manejo del stock de repuestos	Crear metodología para la determinación del stock de repuestos críticos.	Creación de metodología para tener el stock de repuestos necesario en bodegas y que permita controlar la entrada y salida de repuestos al almacén.	No tener exceso de stock de repuestos. Agilizar entrada y salida de repuestos	Mejor manejo de inventario

6. Tablero de Indicadores del Cuadro de Mando Integral

6.1. Tablero de Indicadores del CMI

De acuerdo a las oportunidades de mejora obtenidas de la sección anterior, una iniciativa para mejorar el modelo de mantenimiento actual de la CNFL es la elaboración de un Cuadro de Mando Integral. El Cuadro de Mando Integral es una herramienta de gestión que permite convertir la estrategia de la organización en objetivos operativos para potenciar la consecución de resultados. En la sección anterior se determinaron oportunidades de mejora para optimizar o mejorar el modelo de gestión actual. Por lo tanto, con la implementación del CMI se pretende medir la eficiencia y el cumplimiento de los objetivos planteados anteriormente.

En el tablero del CMI se encuentran los objetivos planteados, los indicadores, la fórmula con que se calcula para cada indicador, la descripción del indicador, el objeto que se pretende medir, la frecuencia, el encargado de cada indicador, la unidad de medición, y la meta que define el alcance de cada indicador.

Tabla 12. Propuesta de Indicadores para la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Cálculo	Descripción	Medición	Frecuencia	Responsable	Unidad	Meta		
									Alta	Media	Baja
Finanzas	Medir la eficiencia de mantenimiento actual	Proporción de la eficiencia en mantenimiento	$\frac{\text{Costo mto planeado}}{\text{Costo mto actual}}$	Establece los costos planeados contra los costos reales	Departamento de mantenimiento	Mensual	Jefe del departamento	%	Más de 95%	Entre 85 y 95%	Menor de 85%
	Disminuir los costos de mantenimiento	Reducción de la tasa de los costos de mantenimiento	$\frac{\text{Costo mto actual} - \text{Costos mto año previo}}{\text{Costo de mto año previo}}$	Mostrar la reducción de costos de mantenimiento en comparación del año anterior	Departamento de mantenimiento	Mensual	Jefe del departamento	%	Menores a 0%	-	Mayores a 0%
	Medir los costos de mantenimiento	Costos de mantenimiento	Costo de mantenimiento por área y tipo	Establece los costos por área y tipo de mantenimiento	Departamento de mantenimiento	Mensual	Ingeniero de mantenimiento	₡	-	-	-

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 13. Propuesta de Indicadores para la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Cálculo	Descripción	Medición	Frecuencia	Responsable	Unidad	Meta		
									Alta	Media	Baja
Clientes	Disminuir las fallas que se dan por área	Cantidad da fallas	Número de fallas por área	Establece la cantidad de fallas que ocurren por área	Equipos	Semanal	Ingeniero de mantenimiento	#	Menor a 5 fallas correctivas	Entre 5 y 10 fallas correctivas	Más de 10 fallas correctivas
	Garantizar el 95% de disponibilidad de los equipos de muy alta criticidad, aumentando o la producción y la satisfacción del cliente	Disponibilidad	$\frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada mto}}{\text{Horas totales}}$	Calcula el porcentaje de disponibilidad de cada equipo en un período determinado	Equipos	Mensual	Ingeniero de mantenimiento	%	Más de 95%	Entre 85 y 95%	Menor de 85%
		Disponibilidad total	$\frac{\sum \text{Disp equipos significativos}}{\# \text{ de equipos significativos}}$	Calcula el porcentaje de disponibilidad total de toda la planta en un período determinado	Equipos	Mensual	Ingeniero de mantenimiento	%	Más de 95%	Entre 85 y 95%	Menor de 85%

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 14. Propuesta de Indicadores para la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Cálculo	Descripción	Medición	Frecuencia	Responsable	Unidad	Meta		
									Alta	Media	Baja
Procesos Internos	Mejorar la planificación y ejecución de las labores de mantenimiento	Índice de cumplimiento de planificación	$\frac{\# \text{ de ordenes acabadas a la fecha}}{\text{Total de ordenes}}$	Calcula el porcentaje de órdenes de trabajo realizadas con respecto al total planificada en un periodo determinado	Por zona	Mensual	Ingeniero de mantenimiento	%	Más de 95%	Entre 85 y 95%	Menor de 85%
	Mejorar la eficacia de la compra o almacenamiento de repuestos, logrando una buena disposición de estos cuando se necesiten	Tasa de rotación de piezas de repuestos	$\frac{\text{Gastos piezas repuestos}}{\text{Valor total stock repuestos}}$	Los gastos en repuestos por unidad de tiempo en relación con el valor de inventarios de repuestos	Departamento de mantenimiento	Anual	Ingeniero de mantenimiento	%	Mayor a 60%	Entre 50 y 60%	Menor a 50%
		Piezas con movimiento	$\frac{\# \text{ de piezas en movimiento}}{\# \text{ total de piezas bodega}}$	Mide el porcentaje de repuestos con movimiento dentro del almacén	Departamento de mantenimiento	Anual	Ingeniero de mantenimiento	%	Más de 70%	Entre 65 y 70%	Menor de 65%

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 15. Propuesta de Indicadores para la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Cálculo	Descripción	Medición	Frecuencia	Responsable	Unidad	Meta		
									Alta	Mediana	Baja
Desarrollo y aprendizaje	Desarrollar capacitaciones para aumentar las habilidades y el conocimiento de los colaboradores	Horas de capacitación	Registro horas de capacitación	Cantidad de horas de capacitación por colaborador	Departamento de mantenimiento	Anual	Jefe del departamento	h	Más de 30 h	Entre 20 y 30 h	Menos de 30 h
		Cumplimiento de capacitación	$\frac{\text{Horas invertidas}}{\text{Horas totales de capacitación}}$	Mide el porcentaje de horas cumplidas en capacitaciones	Departamento de mantenimiento	Anual	Jefe del departamento	%	Más de 85%	Entre 70 y 85%	Menos de 85%
	Disminuir cantidad de lesiones o accidentes durante horas laborales	Cantidad de lesiones	Registro de lesiones o accidentes	Cantidad de lesiones o accidentes que ocurren durante horas laborales	Departamento de mantenimiento	Anual	Ingeniero en Seguridad Laboral	#	0	2	4

Fuente: elaboración propia, Excel

7. Análisis de Criticidad para cada Planta Generadora

7.1. Análisis de Criticidad de Módulos Funcionales de Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras

Los análisis de criticidad que se efectuaron para cada Planta Generadora se realizaron con el propósito de determinar los módulos funcionales más representativos de cada planta. Cabe mencionar que la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras ya contaba con los análisis de criticidad de cada planta, es decir, la CNFL ya tenía la clasificación de criticidad de cada módulo funcional, sin embargo, aún no se había determinado cuáles eran los equipos más representativos de cada planta. Para este apartado, se realizaron informes de los análisis de criticidad para cada planta generadora, excepto para la Planta Hidroeléctrica Ventanas ya que es la única planta que falta por efectuarle el análisis de criticidad.

Cabe mencionar que para tres plantas hidroeléctricas ya existían informes de análisis de criticidad, sin embargo, se actualizaron esos informes debido a que no realizaban el análisis de Pareto para determinar los equipos más representativos para el negocio. Para las otras seis plantas generadoras no existían informes de análisis de criticidad, por lo tanto, se elaboraron los informes respectivos para cada planta. Como se mencionó anteriormente, la única planta para la cual no se realizó informe de criticidad fue para la Planta Hidroeléctrica de Ventanas ya que aún no se ha realizado el análisis de criticidad correspondiente.

Para las plantas generadoras que se actualizaron los informes de análisis de criticidad fueron los siguientes:

- Planta Hidroeléctrica Balsa Inferior
- Subestación Elevadora Balsa Inferior
- Planta Hidroeléctrica Daniel Gutiérrez

Para las plantas generadoras que se elaboraron los informes de análisis de criticidad fueron las siguientes:

- Planta Hidroeléctrica Brasil
- Planta Hidroeléctrica Belén
- Planta Hidroeléctrica Cote
- Planta Hidroeléctrica El Encanto
- Planta Hidroeléctrica Electriona
- Planta Hidroeléctrica Río Segundo

Para determinar los equipos representativos de cada planta fue necesario utilizar el diagrama de Pareto. Con el diagrama de Pareto se seleccionó el 20% de los equipos más representativos de cada planta, es decir, el 20% de los equipos que representan un mayor impacto en el negocio de generación para la CNFL. Este análisis se efectuó con la finalidad de determinar los módulos funcionales a los cuales se les va a aplicar un análisis de RCM, ya que es de vital importancia para la CNFL que los módulos más representativos cuenten con un manual de mantenimiento preventivo detallado para evitar posibles fallas que afecten el negocio de generación de la CNFL.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de cada planta generadora, en donde se presentan la clasificación de los módulos funcionales de acuerdo a su criticidad, el porcentaje de consecuencia que representan el 20% de los módulos funcionales por cada planta y finalmente se presentan el listado de los módulos funcionales seleccionados para efectuarles el análisis de RCM posteriormente.

7.1.1. Planta Hidroeléctrica Balsa Inferior

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la matriz de criticidad de la Planta Hidroeléctrica Balsa Inferior. En las siguientes tablas se muestran la cantidad de módulos funcionales de acuerdo a su criticidad y el listado de módulos funcionales más representativos o que podrían provocar un mayor impacto al negocio en caso de una falla. Dichos módulos son los que se postulan para realizarles un análisis de RCM posteriormente. Estos módulos funcionales seleccionados representan un 38% de consecuencia en el negocio de acuerdo al análisis de Pareto realizado para esta matriz de criticidad.

Tabla 16. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHBI

Criticidad	Cantidad de MF
Alta Criticidad	18
Baja Criticidad	47
Media Criticidad	9
Muy Alta Criticidad	6
FALSO	1
Total general	81

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 17. Módulos Funcionales más representativos PHBI

Módulo Funcional	Consecuencia	Criticidad
PHBI-AX-FF-EPA	48,90	Alta Criticidad
PHBI-AX-FF-MAI	48,17	Alta Criticidad
PHBI-AX-CM-DRE	44,9	Alta Criticidad
PHBI-IN-AA-EMB	44,9	Alta Criticidad
PHBI-AX-PM-PRO	43,4	Alta Criticidad
PHBI-AX-ST-BAT	43,4	Alta Criticidad
PHBI-IN-CA-TAP	43,4	Muy Alta Criticidad
PHBI-01-SM-VAD	39,3	Media Criticidad
PHBI-02-SM-VAD	39,3	Media Criticidad
PHBI-AX-BS-CPT	38,6	Media Criticidad
PHBI-AX-BS-EST	38,0	Muy Alta Criticidad
PHBI-02-SM-TUH	36,6	Alta Criticidad
PHBI-03-SM-TUH	36,6	Media Criticidad
PHBI-AX-ST-BBT	36,6	Muy Alta Criticidad
PHBI-IN-AA-SAA	36,6	Alta Criticidad
PHBI-AX-SP-DCA	36,2	Muy Alta Criticidad

Fuente: elaboración propia, Excel

7.1.2. Subestación Elevadora Balsa Inferior

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la matriz de criticidad de la Subestación Elevadora Balsa Inferior. En las siguientes tablas se muestra la cantidad de módulos funcionales de acuerdo a su criticidad y el listado de módulos funcionales más representativos o que podrían provocar un mayor impacto al negocio en caso de una falla. Dichos módulos son los que se postulan para realizarles un análisis de RCM posteriormente. Estos módulos funcionales seleccionados representan un 36% de consecuencia en el negocio de acuerdo al análisis de Pareto realizado para esta matriz de criticidad.

Tabla 18. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de SEBI

Criticidad	Cantidad de MF
Alta Criticidad	6
Baja Criticidad	13
Media Criticidad	8
Muy Alta Criticidad	1
FALSO	2
Total general	30

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 19. Módulos Funcionales más representativos SEBI

Módulo Funcional	Consecuencia	Criticidad
SEBI-AX-PM-PRO	50,0	Alta Criticidad
SEBI-AX-FF-SDC	50,0	Alta Criticidad
SEBI-AX-FF-MAI	50,0	Muy Alta Criticidad
SEBI-AX-FF-EPA	50,0	Alta Criticidad
SEBI-ST-TR-TR1	45,6	Alta Criticidad
SEBI-AX-SP-SP1	44,1	Alta Criticidad

Fuente: elaboración propia, Excel

7.1.3. Planta Hidroeléctrica de Belén

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la matriz de criticidad de la Planta Hidroeléctrica Belén. En las siguientes tablas se muestran la cantidad de módulos funcionales de acuerdo a su criticidad y el listado de módulos funcionales más representativos o que podrían provocar un

mayor impacto al negocio en caso de una falla. Dichos módulos son los que se postulan para realizarles un análisis de RCM posteriormente. Estos módulos funcionales seleccionados representan un 45% de consecuencia en el negocio de acuerdo al análisis de Pareto realizado para esta matriz de criticidad.

Tabla 20. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHBE

Criticidad	Cantidad de MF
Alta Criticidad	6
Baja Criticidad	44
Media Criticidad	8
Muy Alta Criticidad	3
Total general	61

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 21. Módulos Funcionales más representativos PHBE

Módulo Funcional	Consecuencia	Criticidad
PHBE-IN-CA-TAP	50,0	Muy Alta Criticidad
PHBE-IN-CD-TUP	48,0	Muy Alta Criticidad
PHBE-02-SM-VAD	30,9	Alta Criticidad
PHBE-01-SG-ILB	28,3	Media Criticidad
PHBE-03-AU-LUB	25,5	Muy Alta Criticidad
PHBE-03-SM-TUH	20,7	Alta Criticidad
PHBE-02-SM-GOM	16,3	Alta Criticidad
PHBE-IN-CD-CON	15,3	Alta Criticidad
PHBE-03-ST-BAT	14,5	Baja Criticidad
PHBE-03-ST-BBT	14,5	Baja Criticidad
PHBE-03-ST-TRA	14,5	Baja Criticidad
PHBE-AX-BS-MLD	14,5	Baja Criticidad

Fuente: elaboración propia, Excel

7.1.4. Planta Hidroeléctrica Cote

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la matriz de criticidad de la Planta Hidroeléctrica Cote. En las siguientes tablas se muestran la cantidad de módulos funcionales de acuerdo a su criticidad y el listado de módulos funcionales más representativos o que podrían provocar un mayor impacto al negocio en caso de una falla. Dichos módulos son los que se postulan para realizarles un análisis de RCM posteriormente. Estos módulos funcionales seleccionados representan un 40% de consecuencia en el negocio de acuerdo al análisis de Pareto realizado para esta matriz de criticidad.

Tabla 22. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHCO

Criticidad	Cantidad de MF
Baja Criticidad	36
Media Criticidad	6
Muy Alta Criticidad	1
FALSO	1
Total general	44

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 23. Módulos Funcionales más representativos PHCO

Módulo Funcional	Consecuencia MF	Criticidad
PHCO-AX-SP-CDI	24,7	Media Criticidad
PHCO-01-SM-TUH	22,5	Baja Criticidad
PHCO-01-AU-PMU	20,9	Muy Alta Criticidad
PHCO-01-AU-LUB	20,7	Baja Criticidad
PHCO-AX-LA-52L	18,9	Media Criticidad
PHCO-01-ST-TRA	16,5	Baja Criticidad
PHCO-01-ST-BAT	15,9	Baja Criticidad
PHCO-AX-LA-CPT	14,7	Baja Criticidad
PHCO-AX-FF-MAI	12,3	Baja Criticidad

Fuente: elaboración propia, Excel

7.1.5. Planta Hidroeléctrica El Encanto

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la matriz de criticidad de la Planta Hidroeléctrica El Encanto. En las siguientes tablas se muestran la cantidad de módulos funcionales de acuerdo a su criticidad y el listado de módulos funcionales más representativos o que podrían provocar un mayor impacto al negocio en caso de una falla. Dichos módulos son los que se postulan para realizarles un análisis de RCM posteriormente. Estos módulos funcionales seleccionados representan un 36% de consecuencia en el negocio de acuerdo al análisis de Pareto realizado para esta matriz de criticidad.

Tabla 24. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHEE

Criticidad	Cantidad de MF
Alta Criticidad	5
Baja Criticidad	47
Media Criticidad	2
Muy Alta Criticidad	1
Total general	55

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 25. Módulos Funcionales más representativos PHEE

Módulo Funcional	Consecuencia	Criticidad
PHEE-IN-AA-EMB	37,2	Muy Alta Criticidad
PHEE-OA-OC-CYT	17,1	Baja Criticidad
PHEE-02-AU-PMU	14,1	Alta Criticidad
PHEE-02-SG-GEN	14,1	Baja Criticidad
PHEE-AX-PM-PRO	13,1	Baja Criticidad
PHEE-01-SG-GEN	11,7	Baja Criticidad
PHEE-01-SG-AVR	10,9	Alta Criticidad
PHEE-01-SM-MIS	10,9	Baja Criticidad
PHEE-01-SM-GOB	10,9	Baja Criticidad
PHEE-02-SG-AVR	10,9	Alta Criticidad
PHEE-02-SM-GOB	9,1	Baja Criticidad

Fuente: elaboración propia, Excel

7.1.6. Planta Hidroeléctrica Electriona

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la matriz de criticidad de la Planta Hidroeléctrica Electriona. En las siguientes tablas se muestran la cantidad de módulos funcionales de acuerdo a su

criticidad y el listado de módulos funcionales más representativos o que podrían provocar un mayor impacto al negocio en caso de una falla. Dichos módulos son los que se postulan para realizarles un análisis de RCM posteriormente. Estos módulos funcionales seleccionados representan un 44% de consecuencia en el negocio de acuerdo al análisis de Pareto realizado para esta matriz de criticidad.

Tabla 26. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHEL

Criticidad	Cantidad de MF
Alta Criticidad	6
Baja Criticidad	54
Media Criticidad	4
Muy Alta Criticidad	6
Total general	70

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 27. Módulos Funcionales más representativos PHEL

Módulo Funcional	Consecuencia por MF	Criticidad
PHEL-01-SG-CEG	40,8	Muy Alta Criticidad
PHEL-02-SG-CEG	40,8	Muy Alta Criticidad
PHEL-01-AU-LUB	38,8	Muy Alta Criticidad
PHEL-02-AU-LUB	38,8	Muy Alta Criticidad
PHEL-03-SG-AVR	35,6	Muy Alta Criticidad
PHEL-IN-AA-EMB	32,4	Alta Criticidad
PHEL-03-SG-GEN	28,1	Media Criticidad
PHEL-01-SM-VAD	23,9	Muy Alta Criticidad
PHEL-01-SG-GEN	19,1	Media Criticidad
PHEL-AX-AU-GOB	19,1	Baja Criticidad
PHEL-AX-ST-TR1	17,3	Alta Criticidad
PHEL-AX-ST-BAT	13,3	Media Criticidad
PHEL-01-SG-AVR	12,3	Alta Criticidad
PHEL-01-AU-ENU	10,9	Baja Criticidad

Fuente: elaboración propia, Excel

7.1.7. Planta Hidroeléctrica Río Segundo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la matriz de criticidad de la Planta Hidroeléctrica Río Segundo. En las siguientes tablas se muestran la cantidad de módulos funcionales de acuerdo a su criticidad y el listado de módulos funcionales más representativos o que podrían provocar un mayor impacto al negocio en caso de una falla. Dichos módulos son los que se postulan para realizarles un análisis de RCM posteriormente. Estos módulos funcionales seleccionados representan un 29% de consecuencia en el negocio de acuerdo al análisis de Pareto realizado para esta matriz de criticidad.

Tabla 28. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHRS

Criticidad	Cantidad de MF
Alta Criticidad	3
Baja Criticidad	41
Media Criticidad	2
Total general	46

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 29. Módulos Funcionales más representativos PHRS

Módulo Funcional	Consecuencia por MF	Criticidad
PHRS-01-SM-VAD	19,9	Alta Criticidad
PHRS-02-PM-CTR	14,1	Alta Criticidad
PHRS-IN-CA-TAP	14,1	Alta Criticidad
PHRS-01-PM-PRO	10,9	Baja Criticidad
PHRS-01-SM-GOM	7,5	Baja Criticidad
PHRS-AX-CM-ACU	5,9	Media Criticidad
PHRS-IN-AA-EMB	5,9	Media Criticidad
PHRS-01-PM-CTR	5,9	Baja Criticidad
PHRS-01-PM-CDI	5,9	Baja Criticidad

Fuente: elaboración propia, Excel

7.1.8. Planta Hidroeléctrica Brasil

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la matriz de criticidad de la Planta Hidroeléctrica Brasil. En las siguientes tablas se muestra la cantidad de módulos funcionales de acuerdo a su criticidad y el listado de módulos funcionales más representativos o que podrían provocar un mayor impacto al negocio en caso de una falla. Dichos módulos son los que se postulan para realizarles un análisis de RCM posteriormente. Estos módulos funcionales seleccionados representan un 36% de consecuencia en el negocio de acuerdo al análisis de Pareto realizado para esta matriz de criticidad.

Tabla 30. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHBR

Criticidad	Cantidad de MF
Alta Criticidad	1
Baja Criticidad	38
Media Criticidad	4
Muy Alta Criticidad	1
Total general	44

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 31. Módulos Funcionales más representativos PHBR

Módulo Funcional	Consecuencia	Criticidad
PHBR-01-AU-PMU	33,2	Muy Alta Criticidad
PHBR-01-AU-ENP	16,7	Alta Criticidad
PHBR-01-SM-MIS	15,9	Baja Criticidad
PHBR-01-SM-TUH	15,9	Media Criticidad
PHBR-IN-AA-EMB	9,9	Media Criticidad
PHBR-IN-AA-SAA	9,9	Baja Criticidad
PHBR-IN-CD-CON	9,9	Baja Criticidad
PHBR-IN-CD-TUP	9,9	Baja Criticidad
PHBR-OA-OC-CYT	9,9	Baja Criticidad

Fuente: elaboración propia, Excel

7.1.9. Planta Hidroeléctrica Daniel Gutiérrez

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la matriz de criticidad de la Planta Hidroeléctrica Daniel Gutiérrez. En las siguientes tablas se muestra la cantidad de módulos funcionales de acuerdo a su criticidad y el listado de módulos funcionales más representativos o que podrían provocar un mayor impacto al negocio en caso de una falla. Dichos módulos son los que se postulan para realizarles un análisis de RCM posteriormente. Estos módulos

funcionales seleccionados representan un 37% de consecuencia en el negocio de acuerdo al análisis de Pareto realizado para esta matriz de criticidad.

Tabla 32. Distribución de MF de acuerdo a la criticidad de PHDG

Criticidad	Cantidad de MF
Baja Criticidad	36
Media Criticidad	13
Muy Alta Criticidad	2
Alta Criticidad	20
FALSO	2
Total general	73

Fuente: elaboración propia, Excel

Tabla 33. Módulos Funcionales más representativos PHDG

Módulo Funcional	Consecuencia	Criticidad
PHDG-IN-CD-TUP	48,2	Alta Criticidad
PHDG-IN-AA-EMB	47,8	Muy Alta Criticidad
PHDG-01-SG-BSU	47,1	Alta Criticidad
PHDG-02-SG-BSU	47,1	Alta Criticidad
PHDG-03-SG-BSU	47,1	Alta Criticidad
PHDG-AX-ST-TR1	47,1	Alta Criticidad
PHDG-AX-ST-TR2	47,1	Alta Criticidad
PHDG-AX-FF-EPA	46,3	Alta Criticidad
PHDG-AX-FF-MAI	46,3	Alta Criticidad
PHDG-AX-ST-BAT	46,3	Muy Alta Criticidad
PHDG-AX-SP-DCD	45,6	Alta Criticidad
PHDG-01-SM-VAD	44,9	Alta Criticidad
PHDG-02-SM-VAD	44,9	Alta Criticidad
PHDG-03-SM-VAD	44,9	Alta Criticidad
PHDG-AX-CM-DRE	44,9	Alta Criticidad

Fuente: elaboración propia, Excel

7.2. Análisis de Criticidad General de Plantas Hidroeléctricas

En este apartado se muestran los resultados generales sobre análisis de criticidad de las plantas hidroeléctricas. En la siguiente tabla se determinó el promedio de consecuencia que existe en cada planta hidroeléctrica, en donde se muestra que la Subestación Elevadora Balsa Inferior (SEBI), la Planta Hidroeléctrica Daniel Gutiérrez (PHDG) y la Planta Hidroeléctrica Balsa Inferior (PHBI) son las plantas con mayor consecuencia. En otras palabras, estas plantas son las que cuentan con los módulos funcionales con mayor impacto en el negocio en caso de que exista alguna falla. Es importante recordar que el valor máximo que se puede obtener de consecuencia es 50.

Además, es importante conocer el promedio de consecuencia por planta hidroeléctrica ya que permite conocer a cuáles plantas hidroeléctricas se les debe poner más cuidado ya que pueden representar pérdidas económicas significativas en caso de no conocer esta información.

Tabla 34. Promedio de Consecuencia por Planta Hidroeléctrica

Planta Hidroeléctrica	Promedio de Consecuencia
SEBI	26,9
PHDG	25,9
PHBI	21,2
PHEL	12,1
PHBE	10,6
PHCO	9,5
PHBR	8,2
PHEE	8,1
PHRS	6,7

Fuente: elaboración propia, Excel

En el siguiente gráfico se muestra de manera visual los datos de la tabla del promedio de consecuencia por planta hidroeléctrica, esto con el fin de apreciar los datos de una manera más sencilla.

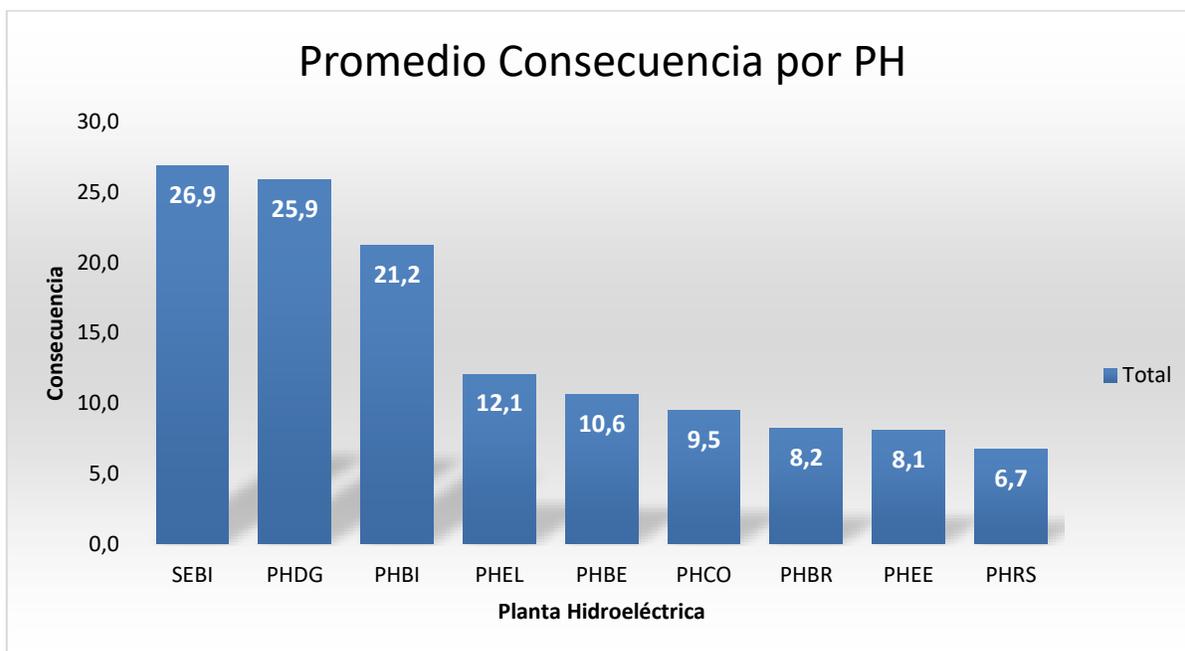


Gráfico 1. Promedio de consecuencia por Planta Hidroeléctrica

Fuente: elaboración propia, Excel

En el siguiente gráfico se muestran los módulos funcionales de cada planta hidroeléctrica clasificados por la criticidad. Este gráfico permite visualizar de una manera más sencilla la clasificación de los módulos funcionales y a la vez funciona como un gráfico resumen de los resultados obtenidos de las secciones anteriores.

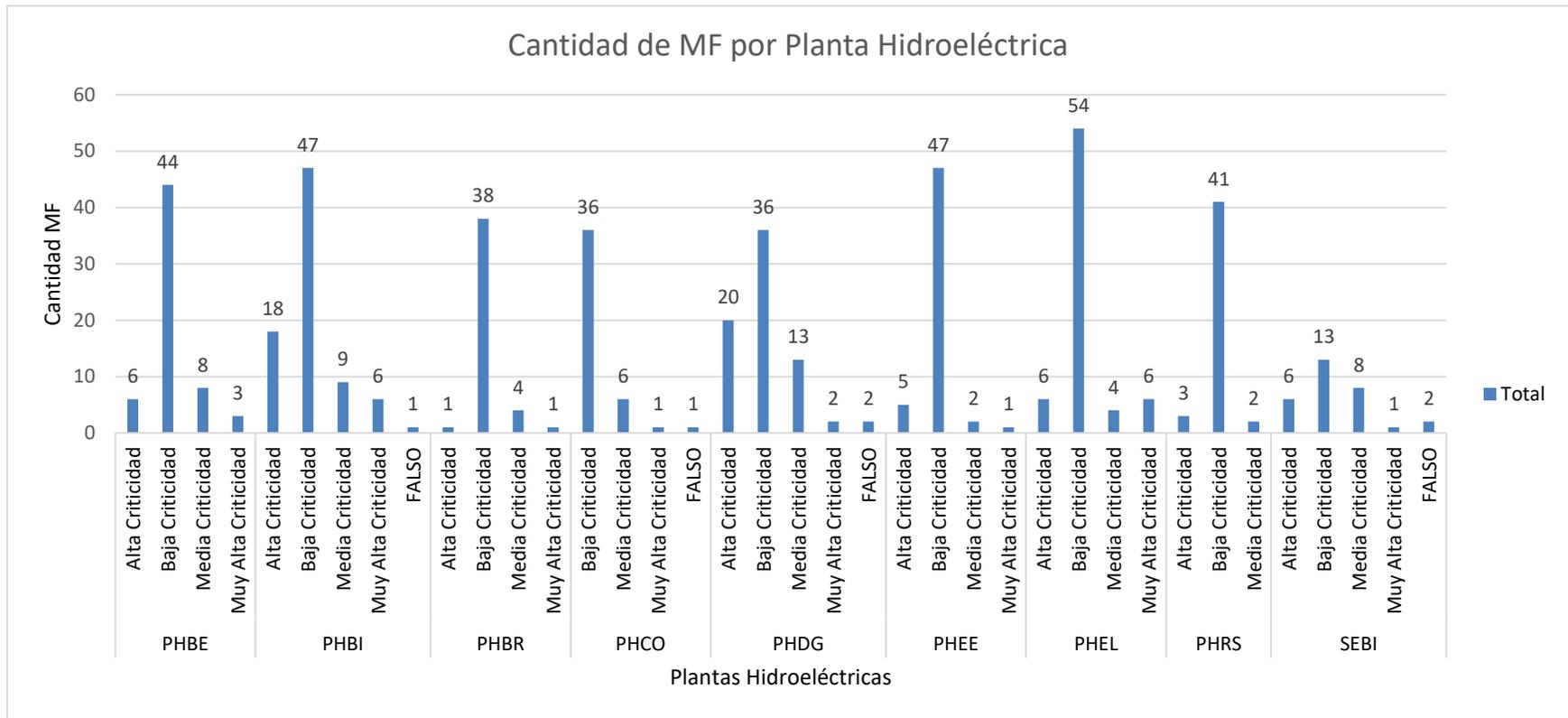


Gráfico 2. Cantidad de Módulos Funcionales de acuerdo a la Criticidad de cada Planta Hidroeléctrica

Fuente: elaboración propia, Excel

8. Creación e Implementación del Modelo de Selección del Tipo de Mantenimiento

8.1. Descripción Situación Actual Planes de Mantenimiento en CNFL

Uno de los objetivos planteados por la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras para este año es contar con un manual de mantenimiento para cada Planta Hidroeléctrica de la CNFL. Para esto, la UMPG desea crear una ficha de mantenimiento para cada objeto de mantenimiento, esto con la finalidad de que a la hora de realizar los mantenimientos respectivos programados por la UMPG los operadores y técnicos conozcan cuáles son las funciones que deban de realizar. Actualmente, los técnicos no conocen con exactitud cuáles son las tareas que deben de realizar a cada objeto de mantenimiento, por lo que básicamente el mantenimiento que se le realiza a cada equipo es a criterio de lo que los técnicos consideren en el momento.

Sin embargo, crear una ficha específica de mantenimiento para cada objeto de mantenimiento es una tarea muy difícil de realizar debido a la gran cantidad de objetos que hay en cada planta. A continuación, se muestra una tabla resumen con la cantidad de módulos funcionales y la cantidad de objetos de mantenimiento que hay actualmente en cada planta hidroeléctrica de la CNFL.

Tabla 35. Cantidad de Módulos Funcionales y Objetos de Mantenimiento por Planta Hidroeléctrica

Planta Hidroeléctrica	Módulos Funcionales	Objeto de Mantenimiento
PHBI	81	348
PHBE	61	276
PHBR	44	167
PHCO	44	168
PHDG	73	309
PHEE	56	230
PHEL	70	266
PHRS	46	167
PHVE	67	320
SEBI	30	120
Total	572	2371

Fuente: elaboración propia, Excel

Como se observa en la tabla anterior, son muchos objetos de mantenimiento a los cuales hay que realizarles un plan de mantenimiento para inicios de junio, por lo tanto, se debe proponer alguna solución que permita elaborar los planes de mantenimiento de una manera sencilla y para el plazo establecido. La solución propuesta se basa en los siguientes pasos:

1. Resumir en una hoja en Excel todos los objetos de mantenimiento por módulo funcional. Hay muchos módulos funcionales que se repiten en las diferentes plantas, por lo tanto, lo que se realizó fue ordenar todos los objetos de mantenimiento de las diferentes plantas funcionales por el módulo funcional correspondiente. A continuación, se muestra un ejemplo de la manera que se realizó. En la siguiente tabla se observa que el módulo funcional de la turbina hidráulica para las plantas de Belén y Balsa Inferior tienen objetos de mantenimiento que se repiten y hay otros objetos que son diferentes; los objetos de mantenimiento que se repiten se marcaron de color verde, mientras los

objetos que son diferentes se marcaron con rojo. Esta situación se repite en las diferentes plantas del país, por lo tanto, en resumen, lo que se realizó fue clasificar todos los objetos de mantenimiento que pueden existir en cada módulo funcional para tenerlos de manera general.

Tabla 36. Ejemplo de clasificación de objetos de mantenimiento por MF

Nivel 5: Sección del Proceso		Nivel 6: Sistema		Nivel 7: Módulo Funcional UMA		Nivel 8: Objeto de Mantenimiento UMI	
PHBE-01	Unidad Generadora 01	SM	Sistema Motriz	TUH 001	Turbina Hidráulica	01	Cuerpo de Turbina
						02	Rodete
						03	Mecanismo de Regulación
						04	Tuberías / Accesorios de Turbina
						06	Protección, Medición y Control TUH
						07	Rodamientos de Turbina
						10	Volante de Inercia
PHBI-01	Unidad Generadora 01	SM	Sistema Motriz	TUH 001	Turbina Hidráulica	01	Cuerpo de Turbina
						02	Rodete
						03	Mecanismo de Regulación
						04	Tuberías / Accesorios de Turbina
						05	Aireación Forzada
						06	Protección, Medición y Control TUH
						08	Sello Eje Turbina
						09	Conjunto Rotativo Turbina

Fuente: elaboración propia, Excel

Por lo tanto, lo siguiente que se realizó fue asignar todos los objetos de mantenimiento que existieran de las diferentes plantas de acuerdo al módulo funcional, sistema y sección de proceso correspondiente. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de cómo hubiera quedado resumida la tabla anterior, en donde se clasificaron los objetos de mantenimiento del módulo funcional de la turbina sin repetir y tomando en cuenta todos los objetos de mantenimiento de todas las plantas.

Tabla 37. Ejemplo de clasificación final de objetos de mantenimiento por MF

Nivel 5: Sección del Proceso		Nivel 6: Sistema		Nivel 7: Módulo Funcional UMA		Nivel 8: Objeto de Mantenimiento UMI	
XXXX-01	Unidad Generadora 01	SM	Sistema Motriz	TUH 001	Turbina Hidráulica	01	Cuerpo de Turbina
						02	Rodete
						03	Mecanismo de Regulación
						04	Tuberías / Accesorios de Turbina
						05	Aireación Forzada
						06	Protección, Medición y Control
						07	Rodamientos de Turbina
						08	Sello Eje Turbina
						09	Conjunto Rotativo Turbina
						10	Volante de Inercia

Fuente: elaboración propia, Excel

La clasificación de los objetos de mantenimiento de acuerdo al módulo funcional, el sistema y la sección de proceso se realizó para todos los módulos funcionales existentes. Luego de clasificar los objetos de mantenimiento de acuerdo al módulo funcional de manera general, se obtuvo un total de 591 objetos de mantenimiento, de los cuales se obtuvieron 523 electromecánicos y 68 de la parte civil. A continuación, se muestra la tabla resumen de estos datos obtenidos.

Tabla 38. Cantidad total Módulos Funcionales

Módulo Funcional	Cantidad
Electromecánico	523
Civil	68
Total	591

Fuente: elaboración propia

2. El segundo paso fue la creación de un modelo de selección del tipo de mantenimiento por aplicar a cada objeto de mantenimiento. La creación de un

modelo de selección del tipo de mantenimiento es de vital importancia ya que los módulos funcionales no tienen la misma criticidad en todas las plantas. Por ejemplo, el módulo funcional de la “turbina hidráulica” para la planta de Belén puede ser de “Muy Alta Criticidad”, mientras que para la planta de Balsa Inferior puede ser de “Media Criticidad”. Más adelante en el modelo para seleccionar el tipo de mantenimiento se va a explicar con más detalle cómo se va a solucionar este posible problema.

3. El tercer paso es la creación de las fichas de mantenimiento para cada objeto de mantenimiento y la creación de planes de mantenimiento para cada planta hidroeléctrica.

8.2. Modelo para Seleccionar tipo de Mantenimiento

8.2.1. Tareas de Mantenimiento

1- Inspecciones Visuales

La función de la inspección visual es revisar que la máquina no tenga ninguna anomalía mediante la observación de los componentes y el estado de la máquina en general. Las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un coste muy bajo y ayudan a encontrar posibles fallas en equipos de manera prematura.

2- Lubricación

Algunas funciones que cumple la lubricación son: reducir la fricción entre las partes mecánicas del motor mediante la película separadora que evita el roce entre las partes; reducir las temperaturas de las piezas metálicas absorbiendo el calor de ellas; prevenir la formación de depósitos de partículas manteniéndolas en suspensión; y evitar la formación de óxido. Además, son tareas de mantenimiento rentables ya que ayudan a alargar la vida útil de los equipos por un bajo costo.

3- Verificación del correcto funcionamiento realizado con instrumentos propios del equipo (verificación on-line)

Esta tarea de mantenimiento consiste en la recolección de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo. Por ejemplo, la verificación de alarmas, la toma de datos de presión, temperatura, vibraciones, entre otros. Si en esta verificación se detectó alguna anomalía, se debe proceder a solucionar el problema.

4- Verificación del correcto funcionamiento realizado con instrumentos externos del equipo

Con esta tarea de mantenimiento se pretende determinar si el equipo cumple con las especificaciones prefijadas, pero para realizar dicha tarea es necesario utilizar herramientas especiales. Estas tareas se dividen en dos categorías:

- Las que se realizan con instrumentos sencillos como pinzas amperimétricas, tacómetros, vibrómetros, entre otros.
- Las que se realizan con instrumentos complejos, como analizadores de vibración, detección de fugas por ultrasonido, termografías, entre otros.

5- Mantenimiento Condicional

Estas son las tareas que se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el equipo. No es necesario realizarlas si el equipo no da síntomas de encontrarse en mal estado. Estas tareas pueden ser:

- Limpiezas condicionales: si el equipo se encuentra sucio.
- Ajustes condicionales: cuando el comportamiento del equipo refleja un desajuste en algunos de los parámetros de funcionamiento.
- Cambio de piezas: después de realizar alguna inspección o verificación, si alguna pieza se encuentra en mal estado, se procederá al cambio de esta.

6- Mantenimiento Preventivo

Estas son tareas que se realizarán de manera periódica, es decir, cuando algún equipo ya haya cumplido cierto tiempo de funcionamiento, se procederá a realizar el ajuste o el cambio de piezas sin importar la condición del equipo. Estas tareas pueden ser: limpiezas, ajustes y sustitución de piezas.

7- Mantenimiento Mayor

Esta es una tarea que se realiza a los equipos más críticos de una empresa o de los que tienen un mayor impacto en la producción. Esta tarea de mantenimiento trata de sustituir todas las piezas sometidas a desgaste durante el ciclo productivo con el objetivo de poner el equipo como si tuviera cero horas de funcionamiento. Esto se hace porque no se puede permitir un paro no programado ya que representa pérdidas económicas muy grandes para la empresa.

8.2.2. Modelos de Mantenimiento

Cada uno de los equipos que conforman una planta tiene una función distinta dentro del proceso industrial y tiene características propias que los hace diferentes a los demás, incluso si son equipos similares. Por ejemplo, una bomba o un motor pueden ser iguales, sin embargo, las tareas de mantenimiento que hay que realizarle a uno con respecto al otro pueden ser muy diferentes, y esto depende totalmente de las funciones que tengan que realizar cada equipo dentro del proceso productivo. Es por esta razón que no es justificable pensar que todos los equipos necesitan solo un tipo de mantenimiento.

Para optimizar el mantenimiento no es suficiente con pensar en el tipo de instalación o en las características del equipo. Es necesario tener en cuenta una serie de factores, como el coste de la parada de producción, su influencia en la seguridad, el costo de reparación, si tiene algún requerimiento legal, entre otros,

que van a determinar las tareas de mantenimiento más convenientes para cada equipo.

Con el fin de que la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras de la CNFL tenga un mejor aprovechamiento del análisis de criticidad realizado a las diferentes plantas generadoras del país se propone un modelo para la selección del tipo de mantenimiento por aplicar dependiendo de la criticidad del activo. A continuación, se detallan los diferentes tipos de modelos de mantenimiento por aplicar dependiendo de las características y su función dentro del proceso productivo.

1- Modelo Correctivo

Este es el mantenimiento más básico, el cual se basa en la reparación del equipo cuando este presenta una falla. Además, se van a incluir las tareas de lubricación e inspección visual ya que con estas dos acciones se va a lograr detectar posibles fallas de manera anticipada. La inspección visual prácticamente no cuesta dinero, y el costo por lubricación es muy bajo y es justificable ya que el costo de una falla por falta de lubricación es mucho mayor que el del lubricante. Este tipo de mantenimiento se va a aplicar a equipos de baja criticidad, los cuales no van a implicar ningún problema en lo económico ni lo técnico. Por lo tanto, las tareas por aplicar en este mantenimiento son:

- Inspección visual
- Lubricación
- Reparación de fallas

2- Modelo Condicional

Para este tipo de mantenimiento se realizarán las tareas del mantenimiento anterior y además se le van a realizar pruebas o mediciones a los equipos para determinar posibles anomalías. En caso de encontrar alguna anomalía al equipo,

se le aplicarán las correcciones correspondientes, o, por el contrario, si el equipo no presenta nada anormal, no se le realizará ninguna labor. Este tipo de mantenimiento se aplicará a equipos de poco uso, o a equipos que a pesar de ser importantes dentro sistema productivo su probabilidad de falla es muy baja. Las tareas por aplicar en este tipo de mantenimiento son:

- Inspección visual
- Lubricación
- Reparación de fallas
- Mantenimiento Condicional

3- Modelo Preventivo

Para este tipo de mantenimiento se realizará un conjunto de tareas sin importar cuál sea el estado o condición del equipo. Además, se realizarán algunas mediciones y pruebas para determinar si es necesario realizar otras tareas de mayor extensión. También se corregirán las fallas que surjan durante la revisión. Este tipo de mantenimiento se va a aplicar a equipos de media disponibilidad o que representen cierta importancia dentro del proceso productivo. Las tareas por realizar en este tipo de mantenimiento son:

- Inspección visual
- Lubricación
- Reparación de fallas
- Mantenimiento Condicional
- Mantenimiento Preventivo

4- Modelo Alta Disponibilidad

Este es el mantenimiento más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica a aquellos equipos que bajo ninguna circunstancia puede sufrir una falla ya que deben tener una disponibilidad superior al 90%. Para este tipo de mantenimiento se

necesitan técnicas de mantenimiento predictivo que permitan conocer las condiciones del equipo cuando está en marcha. Generalmente, los paros programados de estos equipos se hacen una vez al año, en donde, todas las piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo son cambiadas. Las tareas para este tipo de mantenimiento son:

- Inspección visual
- Lubricación
- Reparación de fallas
- Mantenimiento Condicional
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Mayor

8.2.3. Modelo para la selección del tipo de mantenimiento

Para seleccionar el modelo de mantenimiento para cada módulo funcional, se propone el siguiente diagrama de flujo. Para poder seleccionar el mantenimiento se debe tener la clasificación de la criticidad de cada uno de los equipos. Luego, dependiendo de la criticidad del activo, se determina el modelo de mantenimiento óptimo.

Para un activo con **muy alta criticidad**, se debe conocer la disponibilidad que debe cumplir dicho activo dentro del proceso productivo. A continuación, se aclaran las disponibilidades para determinar el modelo de mantenimiento:

- Disponibilidad > 90%: son los equipos que deben cumplir con una disponibilidad del 90% o mayor dentro del proceso productivo.
- Disponibilidad media: son los equipos que no tienen que funcionar las 24 horas del día, o bien hay períodos o épocas en donde los equipos se encuentra parados, sin embargo, cuando se necesitan en el proceso productivo, es necesario que los equipos funcionen con una confiabilidad muy alta.
- Disponibilidad baja: son equipos de poco uso dentro del proceso productivo.

Para los equipos de **alta criticidad** y **media criticidad**, se deben pasar por varios filtros antes de determinar el modelo de mantenimiento óptimo. El primer filtro es determinar si el impacto en pérdida de producción es alto o bajo. En caso de ser alto se prosigue definiendo la disponibilidad que debe cumplir el activo en la empresa para determinar el modelo de mantenimiento. Por el otro lado, si el impacto en producción es bajo, se continúa con un segundo filtro en donde se determina si el costo por mantenimiento es alto o bajo. En caso de ser alto, el modelo de mantenimiento se selecciona mediante alguno de los mantenimientos programados;

por el contrario, si los costos de mantenimiento son bajos, se le aplica el modelo correctivo al equipo.

Para los equipos de **baja criticidad** se les va a aplicar el modelo correctivo.

Además, está el mantenimiento subcontrato dentro del diagrama de flujo. Este mantenimiento se contempla dentro del diagrama de flujo en caso de que no se tenga el conocimiento suficiente en un área determinada, o bien que no se tengan los medios o herramientas necesarias para poder realizar el mantenimiento.

A continuación, se presentan los flujogramas del modelo para seleccionar el tipo de mantenimiento y los flujogramas correspondientes de cada modelo de mantenimiento indicando los pasos de cómo se debe ejecutar cada modelo de mantenimiento.

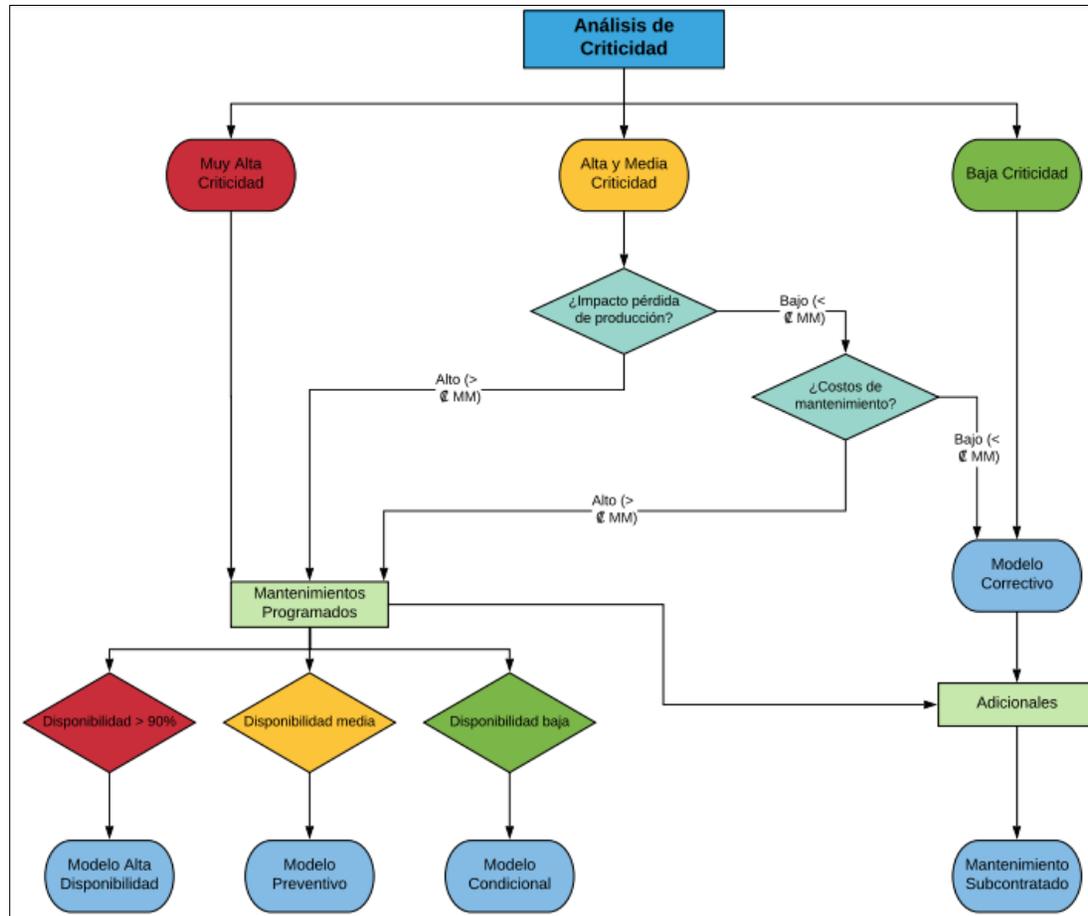


Figura 9. Modelo Selección tipo de Mantenimiento para la UMPG.

Fuente: elaboración propia, Lucid chart

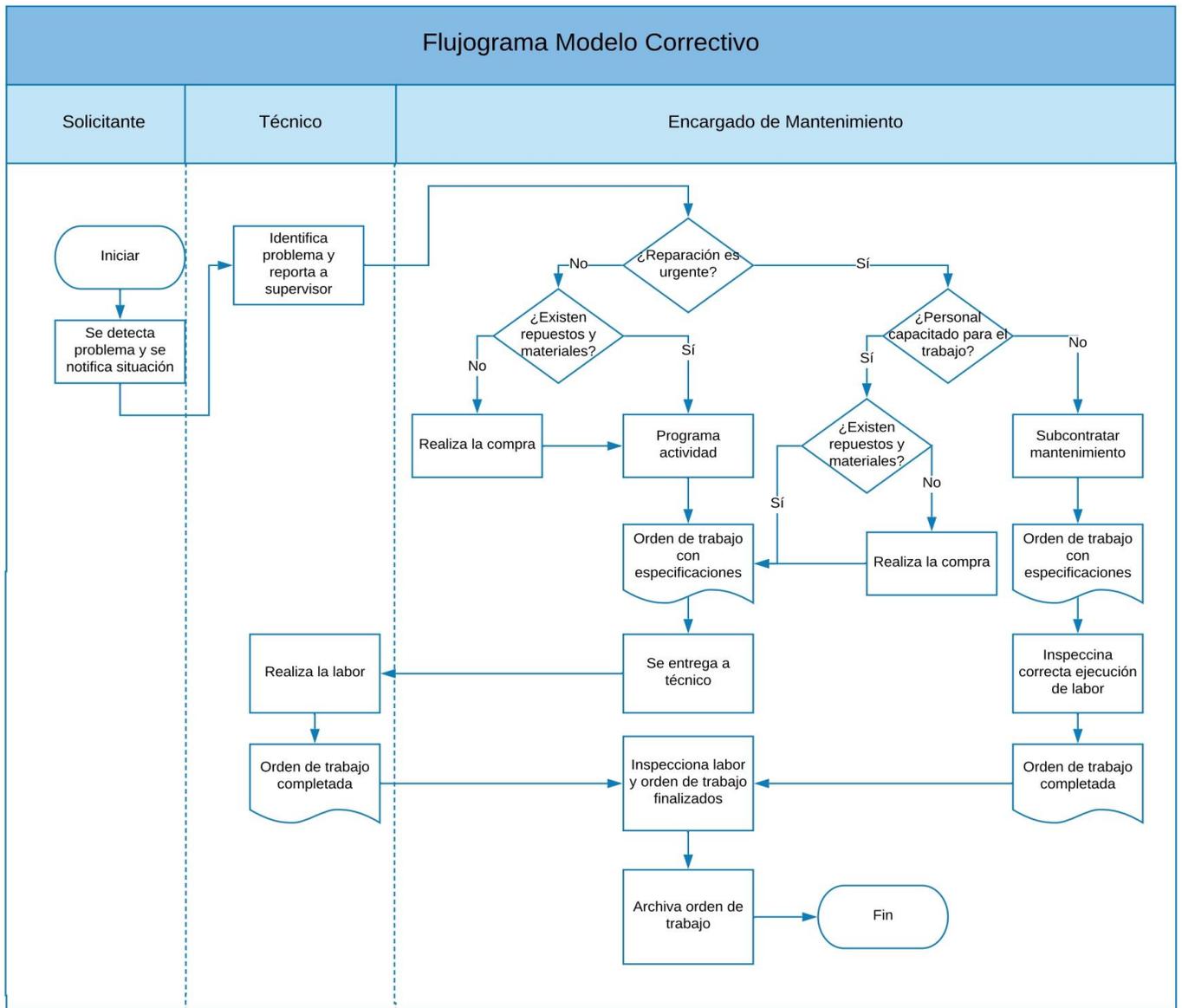


Figura 10. Flujograma Mantenimiento Correctivo

Fuente: elaboración propia, Lucid Chart

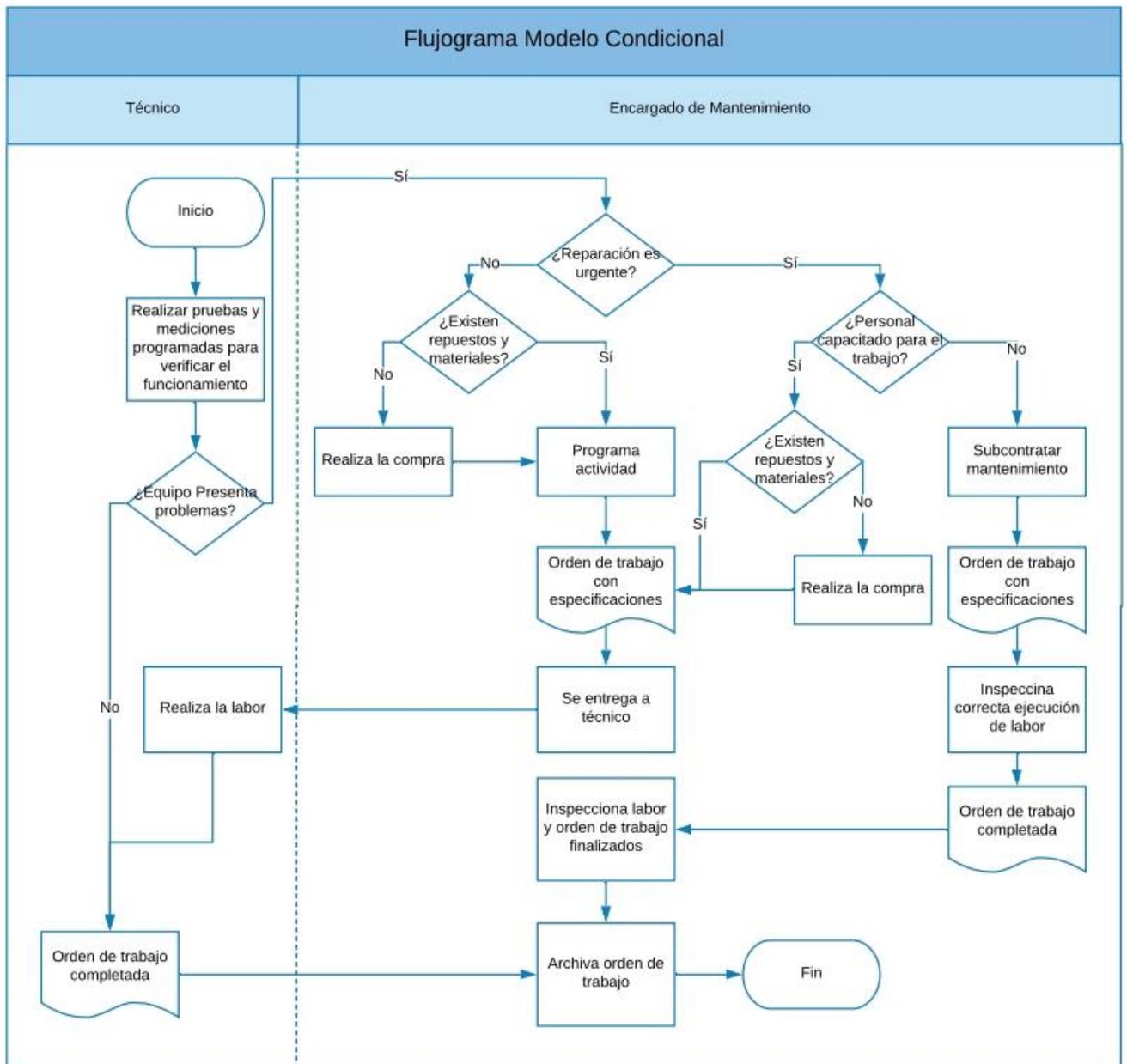


Figura 11. Flujograma Modelo Condicional

Fuente: elaboración propia, Lucid Chart

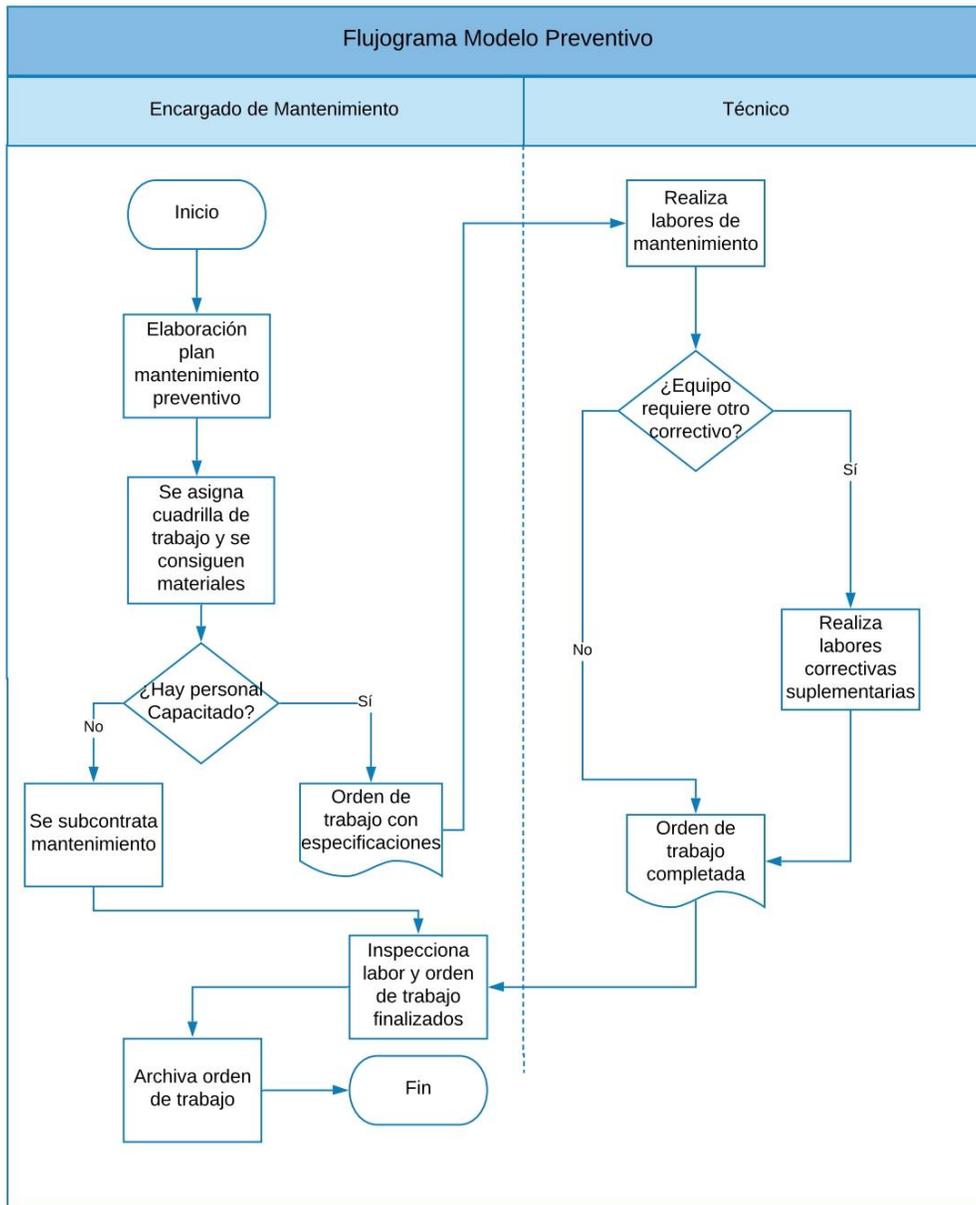


Figura 12. Flujograma Modelo Preventivo

Fuente: elaboración propia, Lucid Chart

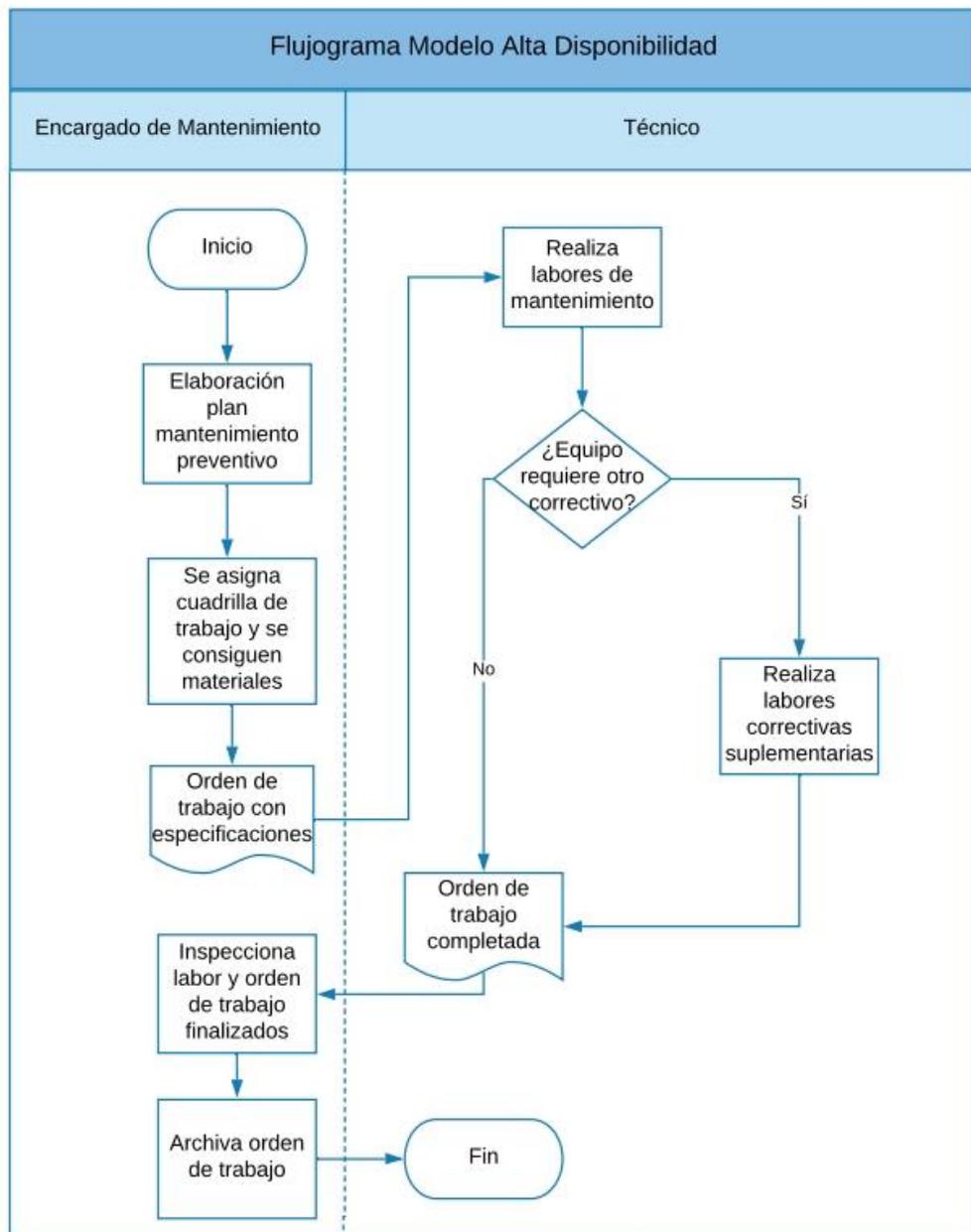


Figura 13. Flujograma Modelo Alta Disponibilidad

Fuente: elaboración propia, Lucid Chart

8.3. Diseño de Planes de Mantenimiento

8.3.1. Ruta para la creación de planes de mantenimiento

Para la elaboración de los Planes de Mantenimiento para las diferentes plantas del país, de acuerdo a reuniones que se realizaron con el jefe del departamento don Pedro Montero, se decidió elaborar los planes de mantenimiento basados en protocolos ya que la UMPG tiene como objetivo iniciar en el mes de junio con planes de mantenimiento básicos para todas las plantas del país. Posteriormente se planea realizar los análisis de RCM a los equipos ya seleccionados para depurar los planes de mantenimiento a los equipos más críticos de la empresa. Luego, se proyecta a realizar los análisis de fallas en los equipos una vez que finalice el semestre productivo de las Plantas Generadoras para actualizar los planes de mantenimiento y poder iniciar en junio del 2020 con planes de mantenimiento con actividades más precisas. A continuación, se muestra la línea de tiempo que se planea seguir para la elaboración y la depuración de los planes de mantenimiento:



Figura 14. Línea del tiempo para elaboración y actualización de planes de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia, Power Point

La UMPG cuenta con el software del API PRO, al cual se le pueden cargar archivos de Microsoft Excel, por lo tanto, los planes de mantenimiento se realizaron en Microsoft Excel por mayor facilidad y posteriormente se cargarán al API PRO para que los operarios y técnicos puedan consultar los planes de mantenimiento desde el software.

El manual de mantenimiento está basado en protocolos como se describió en el Marco Teórico, además el plan cuenta con la clasificación de la tarea, la descripción de la actividad por ejecutar, la frecuencia, el encargado y la duración estimada por actividad. A continuación, se explica la simbología para los planes de mantenimiento.

Tabla 39. Simbología para Planes de Mantenimiento

Descripción	Simbología
Frecuencia de Inspecciones (Días, Semanas, Meses, Años)	FRE
Encargado (Operario, Mantenimiento)	ENCAR
Estimación de duración (Minutos, Horas)	DUR

Fuente: elaboración propia, Excel

8.3.2. Planes de Mantenimiento Basados en Protocolos

Los planes de mantenimiento basados en protocolos para cada equipo se hicieron de forma general, independientes del fabricante y del modelo. Por ejemplo, las turbinas hidráulicas que hay en las diferentes subestaciones del país no son del mismo fabricante ni del mismo modelo, no obstante, todas poseen elementos de fabricación similares y deben cumplir con una misma función, por lo tanto, las labores de mantenimiento preventivo que se van a proponer van a ser en función de aspectos generales que deben inspeccionarse o ejecutarse de las turbinas. A continuación, se presenta un ejemplo del objeto de mantenimiento del cuerpo de la turbina, esto pertenece al módulo funcional de la turbina hidráulica, en donde se

muestran actividades generales que se le deben de realizar a este objeto y los cuales se le pueden aplicar a todas las turbinas en general ya que no se está basando en un fabricante en específico.

Tabla 40. Tareas de Mantenimiento para el Cuerpo de Turbina

CUERPO DE TURBINA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Inspeccionar la presencia de ruidos extraños en el funcionamiento de la turbina</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección general de fugas de aceite/agua alrededor de toda la turbina</i>	1M	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de golpes, corrosión, grietas, deformaciones alrededor de la turbina</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en cámara espiral.</i>	3M	30M	M
Inspección Visual	<i>Revisar estado del revestimiento interno cámara espiral</i>	3M	20M	O
Inspección Visual	<i>Comprobar desgaste de los revestimientos de tapas</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Verificar el buen estado de la pintura, en caso necesario repintar.</i>	1A	15M	M

Fuente: elaboración propia, Excel

Cabe destacar que en algunas plantas del país existían algunos planes de mantenimiento de los equipos más representativos como las turbinas, generadores, compuertas, entre otros. En años anteriores se había iniciado el plan de mantenimiento para la Planta de Balsa Inferior, este plan estaba basado en recomendaciones del fabricante. Para la elaboración de planes de mantenimiento basados en protocolos, se basó en algunos de los planes mencionados anteriormente y se seleccionaron las actividades genéricas para que puedan ser aplicadas a los demás equipos de las otras plantas. Para los equipos para los cuales no existía ningún plan de mantenimiento, se investigó acerca de cada equipo para determinar actividades genéricas que puedan ser aplicadas a los equipos de las diferentes plantas.

8.3.3. Elaboración de Fichas Técnicas

Actualmente la Unidad de Plantas Generadoras de la CNFL no cuenta con fichas técnicas para ninguno de los equipos de sus plantas hidroeléctricas. En meses anteriores se hizo un levantamiento de equipos recolectando la información básica de cada equipo como fabricante, modelo, serie y algunos datos técnicos, sin embargo, esta información está en un documento en Excel por lo que aún falta por reordenar esta información en una ficha técnica que simplifique observar estos datos.

Uno de los proyectos que tiene la UMPG a corto plazo es colocar códigos de barras a cada uno de los objetos de mantenimiento, con el fin de que los técnicos puedan observar la información de cada equipo con una pistola láser. Por lo tanto, se pretende que cada equipo tenga su propia ficha técnica para poder observar sus características de una manera más rápida y sencilla.

La plantilla de ficha técnica que se propuso contiene la información del proveedor, características generales del equipo, los datos técnicos, la criticidad del activo, el modelo de mantenimiento que se le debe aplicar al equipo, los repuestos que necesita y las herramientas que se ocupan para realizarle el respectivo mantenimiento. A continuación, se muestra la plantilla de ficha propuesta:

Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A.			
Ficha Técnica del Módulo Funcional			
Módulo Funcional: Descripción:			
Datos Proveedor			
Proveedor			
Dirección			
Teléfonos			
Funciones Principales:			
Características Generales del Equipo			
Descripción			
Marca			
Modelo			
Serie			
Dimensiones			
Peso			
Condiciones Ambientales			
Fecha de Instalación			
Datos Técnicos			
DINAMICO		ELECTRICO	
Potencia		Voltaje	
Velocidad		Corriente	
RPM		Potencia	
Presión Diseño		Tipo de aislamiento	
Presión Operación		Factor de Servicio	
Temp. Diseño		Conexión	
Temp. Operación			
Caudal			
Flujo Másico			

Figura 15. Ficha Técnica Propuesta para la UMPG

Fuente: elaboración propia, Excel

Criticidad del Equipo	
Frecuencia de Fallas	
Impacto en Producción	
Costos de Mantenimiento	
Impacto en Syso	
Impacto Ambiental	
Requerimientos Legales	
Criticidad	

Modelo de Mantenimiento			
Modelo		Subcontratos necesarios	
Correctivo		Preventivo	
Condicional		Correctivo	
Preventivo		Inspección	
Alta Disponibilidad		Otro	

Repuestos	
CONSUMIBLES	REPUESTOS CRITICOS
Aceites:	
Filtros:	
Otros:	OTROS REPUESTOS

Herramientas para realizar el mantenimiento

Figura 16. Figura 17. Ficha Técnica Propuesta para la UMPG

Fuente: elaboración propia, Excel

9. Selección Repuestos Críticos para Stock de Repuestos

9.1. Selección de Repuestos Críticos

Como se mencionó anteriormente, una de las oportunidades de mejora que hay en la UMPG es mejorar el manejo en el stock de repuestos. Para mejorar el manejo del stock de repuestos se debe hacer un inventario total de los repuestos y verificar cuales repuestos están obsoletos, cuales están buenos, cuales están dañados, entre otros factores. Realizar las acciones anteriores requiere de su tiempo, por lo que se va a proponer en este proyecto como acción proactiva proponer un flujograma que permita al departamento de mantenimiento determinar los repuestos críticos que deben estar en bodega con la finalidad de que, en caso de ocurrir un paro de una máquina crítica o representativa, se tengan los repuestos necesarios para poner la marcha nuevamente la producción y no se tengas pérdidas económicas por falta de repuestos.

Además, como se mencionó anteriormente, uno de los objetivos a corto plazo de la CNFL es mejorar los planes de mantenimiento basados en protocolos de los equipos más críticos o representativos de la empresa mediante un análisis de RCM para detallar más las actividades preventivas de estos equipos. Es por ello que el flujograma que se propone para la selección de equipos críticos se basa en los posibles fallos que pueden afectar al equipo; estos posibles fallos son los que se van a analizar cuando se aplique el RCM a cada equipo seleccionado, por lo que va a servir como una actividad complementaria para mejorar el análisis del RCM.

El flujograma que se propone se basa en el libro de Organización y Gestión Integral del Mantenimiento de Santiago García y consta de una serie de preguntas que los ingenieros deben ir haciéndose cuando se aplique el RCM posteriormente para así determinar si el repuesto es necesario o no tenerlo en bodega. Para la selección de la repuesta básica se debe estudiar los modos de falla para determinar el repuesto que será necesario mantener en stock para resolver con rapidez aquellos fallos que pueden afectar el Plan de Producción de la empresa. Para el

flujograma propuesto, existen tres tipos de repuestos que se explican a continuación:

- 1- **Repuesto Crítico:** son los repuestos que deben permanecer en el stock de repuestos ya que si faltan pueden afectar en la producción, calidad y seguridad de la planta.
- 2- **Repuesto localizable:** son los repuestos que no es necesario tenerlos en el stock de repuestos, pero se debe conocer dónde se consiguen, el proveedor y deben tener una fecha de entrega rápida que no afecten en la producción.
- 3- **Repuesto no necesario:** son los repuestos que no son necesarios tenerlos en stock y no es obligatorio tener información del proveedor ya que un fallo no va a provocar un paro en la producción.

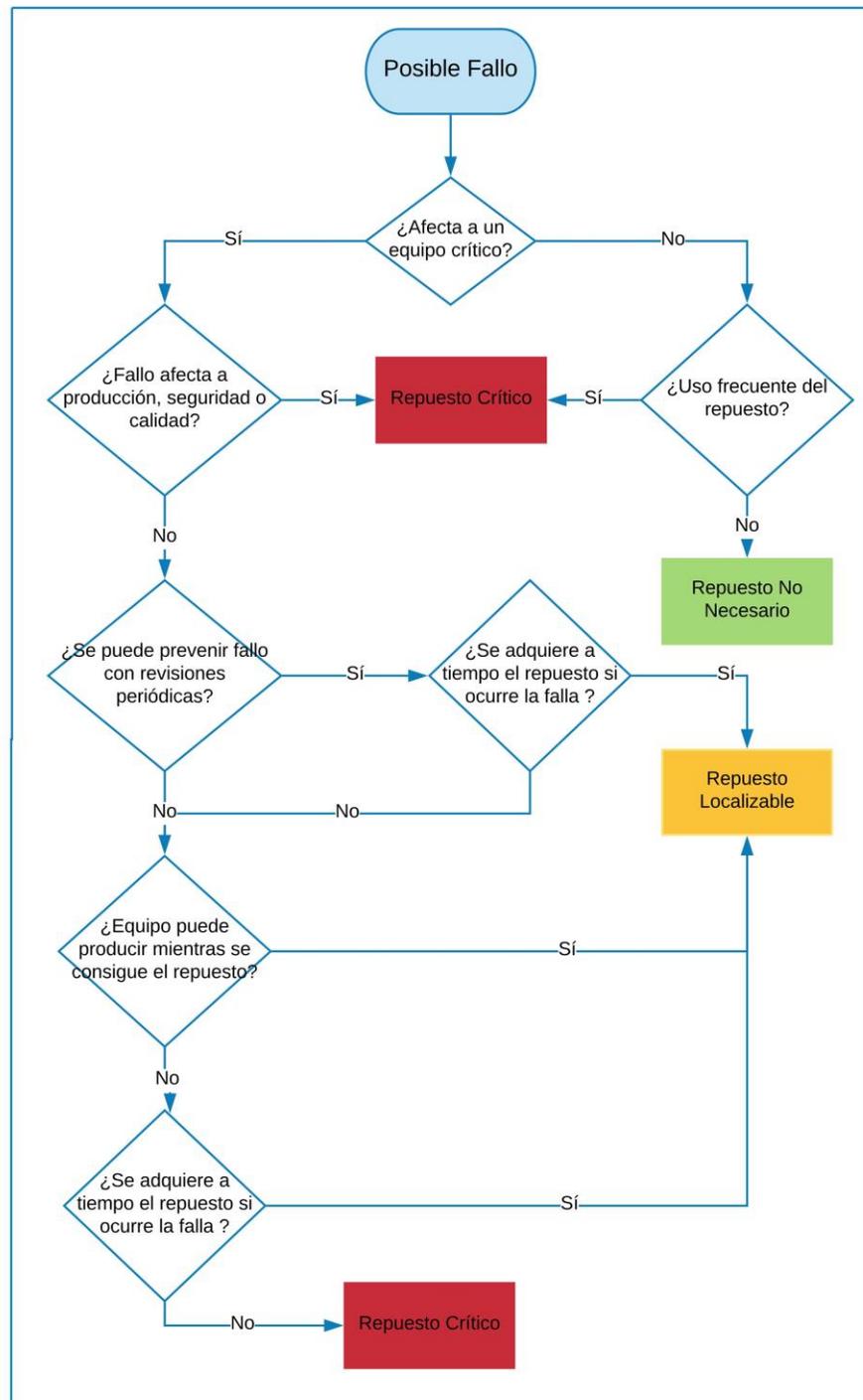


Figura 18. Flujograma Selección Repuestos Críticos

Fuente: elaboración propia, Lucid Chart

10. Análisis Financiero

10.1. Análisis Financiero del Proyecto

La implementación de planes de mantenimiento tiene múltiples ventajas tales como: prevenir averías, reducción de costos, reducción de tiempo muerto invertido en reparaciones, alargar la vida útil de equipos, aumento de la disponibilidad de equipos y previene defectos en los productos.

Actualmente en la Compañía, en la realización de mantenimientos preventivos, al no tener un manual de mantenimiento con las labores específicas, los técnicos deben de decidir las labores que se le aplican a cada objeto de mantenimiento en el momento. Esto afecta tanto en costos de mantenimiento y en el aumento de tiempo muerto de los operadores, ya que la planificación del mantenimiento por módulo funcional se planifica anualmente, en donde se decide la cantidad de días que se van a dedicar a realizar el mantenimiento preventivo a cada módulo funcional, y en ocasiones ha sucedido que el tiempo programado para realizar dichas labores ha sido más del necesario, lo que provoca que los operadores y técnicos terminen las labores antes del tiempo programado, lo que causa un aumento de tiempo muerto en los operadores. Esto también ha sucedido en forma contraria, en donde el tiempo programado fue menor al que les tomó a los técnicos y operadores realizar dichas labores de mantenimiento.

Con los planes de mantenimiento se pretende mejorar la planificación del mantenimiento y disminuir el tiempo muerto en los operadores y técnicos, lo cual se va a ver reflejado en los costos de mantenimiento ya que se estaría aprovechando mejor el recurso humano para realizar otras actividades de mantenimiento.

En la siguiente tabla se muestran los costos de las cuadrillas eléctricas y mecánicas por día de la CNFL.

Tabla 41. Costo de cuadrillas en la CNFL

Cuadrilla	Costo (colones)
Promedio por día de cuadrilla eléctrica	256 427,93
Promedio por día de cuadrilla mecánica	367 162,03
Total	623 589,96

Fuente: Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras

Como se puede observar en la tabla anterior, el costo de una cuadrilla eléctrica y mecánica en la CNFL al día es de 623 589,96 colones, por lo que un día de tiempo muerto representa este costo. Con la implementación de los planes de mantenimiento, el jefe de mantenimiento va a poder planificar de una manera más precisa los mantenimientos preventivos o programados ya que va a poder observar las tareas que se deben de realizar en cada módulo funcional con los tiempos estimados por actividad y de esta forma calcular los días que se van a tomar por módulo funcional de una manera más exacta. Además, considerando que se va a mejorar la planificación en las 10 subestaciones del país, ya este costo por tiempo muerto va a ser un ahorro más significativo para la CNFL.

Además, los planes de mantenimiento van a contribuir a reducir las fallas de equipos, aumentar la vida útil de los equipos y aumentar la disponibilidad de estos; estas ventajas también van a impactar en la reducción de costos, sin embargo, no es un costo que se pueda estimar en este momento ya que hasta que se apliquen estos planes de mantenimiento se va a poder saber cuánto fue el ahorro real causado por la implementación de los planes.

11. Conclusiones y Recomendaciones

11.1. Conclusiones

- Mediante la auditoría MES, se determinó el grado de madurez del área de mantenimiento de la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadores de la CNFL.
- Mediante el análisis de resultados de la auditoría MES, se logró identificar oportunidades de mejora de las áreas más débiles de la UMPG y proponer acciones de mejora para optimizar el modelo de gestión de mantenimiento actual.
- Basándose en los resultados de la matriz de criticidad, se logró determinar los equipos más representativos de cada planta hidroeléctrica y se postularon dichos equipos a un posterior análisis de RCM.
- Se diseñó un modelo para la selección del tipo de mantenimiento para los módulos funcionales de la UMPG para la posterior elaboración de planes de mantenimiento.
- Se crearon planes de mantenimiento preventivo basados en protocolos, basándose en la criticidad de los módulos funcionales.
- Se estableció un flujograma para la determinación de repuestos críticos que deben permanecer en bodegas para que no afecten la producción de la empresa.

11.2. Recomendaciones

- Comunicar al personal de la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadores los pasos y metodologías que se deben de efectuar a la hora de realizar una labor de mantenimiento.
- Explicar la importancia de llenar las órdenes de trabajo de la manera correcta para su futuro análisis.
- Informar las estrategias a los miembros del Departamento, para motivarlos a alcanzar los objetivos y metas planteadas, mejorando de forma continua las labores de mantenimiento.
- Realizar los análisis de criticidad anualmente, con el fin de actualizar los informes de criticidad y verificar la correcta criticidad de cada módulo funcional.
- Actualizar los planes de mantenimiento anualmente mediante el análisis de fallas de cada módulo funcional.

12. Bibliografía

Referencias Bibliográficas

- CNFL. (s.f.). *CNFL - Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A.* Obtenido de <https://www.google.com/search?q=compa%C3%B1a+nacional+de+fuerza+y+luz&oq=compa%C3%B1a+nacional+de+fuerza+y+luz&aqs=chrome..69i57j0l5.9495j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- García, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos.
- García, S. (2009). *Ingeniería del Mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz de mantenimiento industrial*. Renovetec.
- Marshall Institute. (2014). *Maintenance Effectiveness Survey*. Obtenido de http://www.marshallinstitute.com/inc/eng/consulting/areas/customized_reliability_solutions/body/measurvey.pdf
- Moubray, J. (s.f.). *Introducción a RCM - Mantenimiento Planificado*. Obtenido de http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/RCM2%20EXPLICACION.pdf
- Norton, & Kaplan. (2001). *Cómo utilizar el cuadro de mando integral*. Harvard Business School Pres. .
- Optiware. (2018). *API PRO - The most flexible Enterprise Asset Management* . Obtenido de <https://optiware.com/products/api-pro-eam/>
- Parra, C. (2017). *Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad, México*. Obtenido de Modelos Integrales de Auditorías aplicadas en la Gestión de Activos. Diagnóstico y optimización de los procesos de Ingeniería de Mantenimiento

y de la Confiabilidad Operacional: <http://www.cmc-latam.com/wp-content/uploads/2017/09/TECNICAS-DE-AUDITORIAS-APLICADAS-EN-LOS-PROCESOS-DE-GESTION-DEL-MANTENIMIENTO-Carlos-Parra.pdf>

Parra, C., & Crespo, A. (2015). *Ingeniería en Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. Ingeman.

Renovetec. (2013). *La Elaboración del Plan de Mantenimiento*. Obtenido de <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/8-la-elaboracion-del-plan-de-mantenimiento>

Rodríguez, C., & Fuentes, J. (2013). *Cuadro de Mando Integral y Gestión del Conocimiento en las Empresas Agroalimentarias*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237268324_Cuadro_de_Mando_Integral_y_Gestion_del_Conocimiento_en_las_Empresas_Agroalimentarias

SectorElectricidad. (2015). *El viaje de la energía eléctrica y sus etapas: Generación, Transmisión, Distribución y Utilización*. Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/11389/el-viaje-de-la-energia-electrica-y-sus-etapas-generacion-transmision-distribucion-y-utilizacion/>

Viveros, P., Stegmaier, R., & Kristjanpoller, F. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*.

13. Anexos

13.1. Anexo 1: Auditoría MES realizada

En este primer Anexo se muestran capturas de pantalla de la auditoría MES realizada en la Unidad de Mantenimiento de Plantas Generadoras de la CNFL. Esta auditoría se realizó mediante el uso del formulario de Google Drive y se muestran capturas de pantalla del formulario creado con sus respectivas preguntas, los resultados que se obtuvieron y de qué plantel fueron las respuestas.

PREGUNTAS RESPUESTAS 21

Sección 1 de 6

Encuesta sobre la eficacia del mantenimiento en la CNFL (MES)

Leer cuidadosamente cada pregunta y responder de acuerdo a lo que usted considere que aplique dentro de la organización.

Plantel *

Texto de respuesta breve

Recursos gerenciales

Para responder la siguiente encuesta debe seleccionar una opción del 1 al 5 de lo que usted considere que aplique en la empresa, en donde: 1=Muy deficiente, 2=Deficiente, 3=Regular, 4=Bueno y 5=Excelente.

1- ¿Usted siente que el departamento de mantenimiento está dotado para realizar su trabajo? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Gerencia en la información

Para responder la siguiente encuesta debe seleccionar una opción del 1 al 5 de lo que usted considere que aplique en la empresa, en donde: 1=Muy deficiente, 2=Deficiente, 3=Regular, 4=Bueno y 5=Excelente.

13- ¿La organización utiliza un sistema computarizado de gestión del mantenimiento (software de mantenimiento)? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo / predictivo (MP/MPD)

Para responder la siguiente encuesta debe seleccionar una opción del 1 al 5 de lo que usted considere que aplique en la empresa, en donde: 1=Muy deficiente, 2=Deficiente, 3=Regular, 4=Bueno y 5=Excelente.

25- ¿La organización de mantenimiento utiliza órdenes de trabajo para las actividades de Mantenimiento Preventivo? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Planificación, programación, soporte y ejecución del mantenimiento

Para responder la siguiente encuesta debe seleccionar una opción del 1 al 5 de lo que usted considere que aplique en la empresa, en donde: 1=Muy deficiente, 2=Deficiente, 3=Regular, 4=Bueno y 5=Excelente.

37- ¿Son priorizadas las actividades de mantenimiento correctivo/preventivo? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Soporte, calidad y motivación

Para responder la siguiente encuesta debe seleccionar una opción del 1 al 5 de lo que usted considere que aplique en la empresa, en donde: 1=Muy deficiente, 2=Deficiente, 3=Regular, 4=Bueno y 5=Excelente.

...

49- ¿Están disponibles los repuestos y materiales a la hora de ejecutar actividades de mantenimiento? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

21 respuestas



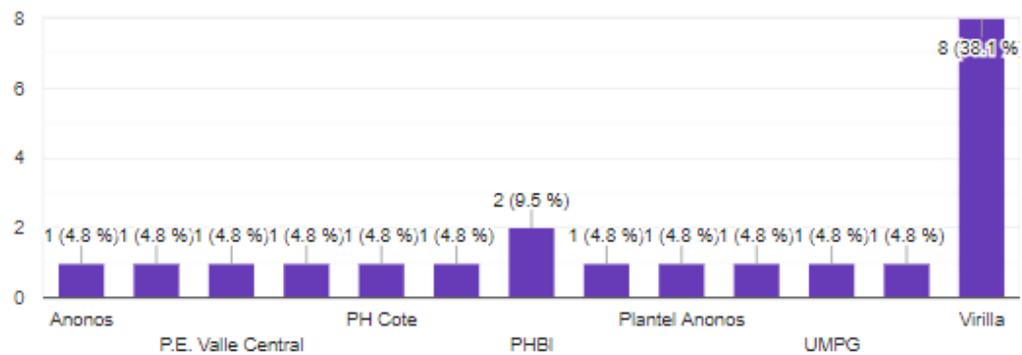
RESUMEN

INDIVIDUAL

Se aceptan respuestas

Plantel

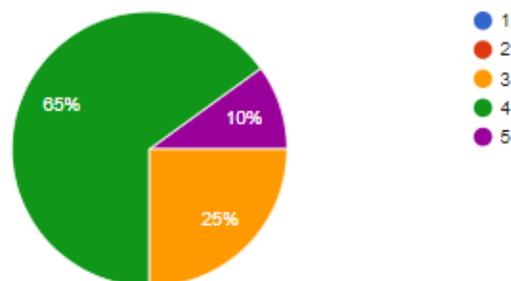
21 respuestas



Recursos gerenciales

1- ¿Usted siente que el departamento de mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?

20 respuestas



13.2. Anexo 2: Planes de Mantenimiento para la Planta Hidroeléctrica de Brasil

PLAN MANTENIMIENTO TURBINA HIDRÁULICA TAXONOMÍA: PHBR-01-SM-TUH				
CUERPO DE TURBINA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Presencia de ruidos extraños en el funcionamiento de la turbina</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección general de fugas de aceite/agua alrededor de toda la turbina</i>	1M	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de golpes, corrosión, grietas, deformaciones alrededor de la turbina</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en cámara espiral.</i>	3M	30M	M
Inspección Visual	<i>Revisar estado del revestimiento interno cámara espiral</i>	3M	20M	O
Inspección Visual	<i>Comprobar desgaste de los revestimientos de tapas</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Verificar el buen estado de la pintura, en caso necesario repintar.</i>	1A	15M	M
RODETE				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Revisar desgaste/estado de álabes del rodete</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Revisar desgaste/estado cono de succión rodete</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Revisar desgaste/estado laberinto rodete</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Inspección y torqueo de los tornillos del rodete.</i>	1A	2H	M
Verificación Dimensional	<i>Inspección y control de medidas del rodete (medición del rodete).</i>	1A	2H	M
MECANISMO DE REGULACIÓN (DISTRIBUIDOR)				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de junta desmontaje.</i>	D	20M	O
Inspección Visual	<i>Revisar fugas de agua a través del eje de la turbina. Limpieza de depósitos de agua en el piso alrededor de la turbina</i>	D	20M	O
Inspección Visual	<i>Revisar posibles fugas de agua en muñones y cojinetes de los álabes.</i>	1M	1H	M
Inspección Visual	<i>Verificar conexiones y mangueras relacionadas con las fugas.</i>	3M	20M	M
Ajustes	<i>Comprobar alineación y posicionamiento de álabes directrices.</i>	1A	1H	M
Ajustes	<i>Comprobar desgaste en el anillo de ajuste, elementos de unión, posición de palancas y holguras de las bielas.</i>	1A	1H	M

Verificación Dimensional	<i>Revisar desgaste de tapas en área distribuidor.</i>	1A	30M	M
Verificación Dimensional	<i>Revisar desgaste de álabes directrices.</i>	1A	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar y limpiar encoder de posición.</i>	1A	1H	M
Lubricación	<i>Lubricación de rótula de servo-motores distribuidor</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Revisar estado del revestimiento interno del cono de desfogue y codo de succión.</i>	1A	1H	M
TUBERÍAS / ACCESORIOS TURBINA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de by-pass.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de junta de desmontaje.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería-fittings de tomas de presión.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de valv. Mariposa.</i>	1M	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvulas manuales</i>	3M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvula automática</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificación de la condición de conservación de los sellos del obturador (Sello principal y sello manto). (golpes, desprendimientos, deformaciones)</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Estado del recubrimiento/pintura interna de la válvula mariposa.</i>	1A	20M	M
AIREACIÓN FORZADA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar funcionamiento de válvula manual y válvula automática. Pruebas apertura y cierre. Lubricar.</i>	6M	1H	M
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones, bridas, tornillos de tubería de aireación.</i>	6M	30M	M
PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL TUH				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero, verificar ausencia de humedad, insectos etc</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual del tablero, puertas y soportes</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	S	10M	O

Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Limpieza y aspirado del interior del panel de control, tarjetas, etc</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	20M	M
COJINETE DE LA TURBINA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspeccionar la coraza, tuberías y conexiones y cableado. Controlar fugas.</i>	1M	15M	M
Revisión General	<i>Verificar el buen funcionamiento de termómetros e indicadores de nivel de aceite.</i>	3M	15M	M
Revisión General	<i>Revisión y control del sensor del nivel de aceite en depósito.</i>	3M	15M	O
Verificación de alineamiento	<i>Verificar el buen alineamiento del eje. Inspección minuciosa de los sellos entre el eje y el cojinete</i>	3M	1H	M
Análisis de Vibraciones	<i>Medición y registro de vibraciones en el cojinete.</i>	3M	1H	M
Inspección Visual	<i>Verificación de inexistencia de corrosión, en caso necesario eliminarla.</i>	1A	20M	M
Reemplazo	<i>Realizar cambio de aceite.</i>	2A	30M	M
Verificación dimensional	<i>Inspección del interior del cojinete (sellos, elementos de soporte, etc.), medición del desgaste de los elementos.</i>	2A	1H	O

PLAN MANTENIMIENTO VÁLVULA DE ADMISIÓN				
TAXONOMÍA: PHBR-01-SM-VAD				
CONJUNTO DE LA VÁLVULA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Revisión por fugas - corrosión en bridas, cuerpo de válvula y pernos.</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección del estado de las tuberías de entrada y salida, pintura, corrosión, golpes</i>	S	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección del estado de empaques</i>	1M	15M	O
CIRCUITO HIDRÁULICO				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Revisar la tubería y acoples para prevenir fugas u obstrucciones.</i>	S	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección por fugas, puntos de corrosión, fisuras y limpieza de las tuberías.</i>	S	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual de las mangueras</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas de aceite, corrosión, golpes, grietas, deformaciones, bridas y tornillos del Circuito Hidráulico</i>	1M	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvulas manuales</i>	3M	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvula automática</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual externa del tanque sumidero</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Chequeo del montaje y acople de las motobombas</i>	6M	1H	M
Termografía	<i>Termografía de la unidad hidráulica</i>	6M	2H	C
Inspección Mayor	<i>Revisión detallada de tuberías y mangueras, en donde se busquen puntos de corrosión, formación de fisuras, fugas, deformaciones o indicios de actuación de alguna fuerza externa.</i>	6M	30M	M
Análisis de Aceite	<i>Análisis físico - químico del aceite</i>	1A	2H	C
Pruebas Eléctricas	<i>Pruebas Eléctricas Estáticas a los motores</i>	1A	2H	M
Inspección Mayor	<i>Inspección interna del tanque sumidero</i>	Cada cambio de aceite	20M	M

BY-PASS				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de by-pass.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de junta de desmontaje.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería-fittings de tomas de presión.</i>	1M	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvulas manuales</i>	3M	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvula automática</i>	3M	20M	M
PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL VAD				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero, verificar ausencia de humedad, insectos etc</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual del tablero, puertas y soportes</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	S	10M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Limpieza y aspirado del interior del panel de control, tarjetas, etc</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO REGULADOR AUTOMÁTICO DE VELOCIDAD
TAXONOMÍA: PHBR-01-SM-GOB**

UNIDAD OLEOHIDRÁULICA TURBINA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Limpieza	<i>Limpieza del piso y alrededores de la unidad hidráulica</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Revisión de presencia de fugas</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual de las mangueras</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual de las tuberías</i>	D	10M	O
Limpieza	<i>Limpieza del cilindro hidráulico de los servo-motores. Revisión de fugas. Golpes-pintura.</i>	S	15M	O
Revisión General	<i>Verificar la presión de nitrógeno de los acumuladores</i>	1M	15M	M
Inspección Visual	<i>Verificar estado de las mangueras en servo-motores (grietas-deformaciones).</i>	3M	10M	M
Ajustes	<i>Verificar apriete de los fittings y conexiones hidráulicas en servo-motores</i>	3M	15M	M
Lubricación	<i>Limpieza y lubricación de rótulas/ apoyos del servomotor.</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Ejecutar varios accionamientos y revisar estado del vástago cromado en servo-motores(presencia de aceite en el vástago, rayas o golpes)</i>	6M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Pruebas Eléctricas dinámicas a los servomotores</i>	6M	2H	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual externa del tanque sumidero</i>	6M	15M	M
Termografía	<i>Termografía de la unidad hidráulica</i>	6M	2H	C
Análisis de Vibraciones	<i>Análisis de vibraciones</i>	6M	2H	C
Inspección Mayor	<i>Chequeo del montaje y acople de las motobombas</i>	6M	1H	M
Pruebas Eléctricas	<i>Pruebas Eléctricas Estáticas a los motores</i>	1A	2H	M
Análisis de Aceite	<i>Análisis físico - químico del aceite</i>	1A	2H	C
Reemplazo	<i>Reemplazo de rodamientos a motores</i>	Cada número de horas	2H	M
Inspección Mayor	<i>Inspección interna del tanque sumidero</i>	Cada cambio de aceite	20M	M

Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de by-pass.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de junta de desmontaje.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería-fittings de tomas de presión.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de valv. Mariposa.</i>	1M	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvulas manuales</i>	3M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvula automática</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificación de la condición de conservación de los sellos del obturador (Sello principal y sello manto). (golpes, desprendimientos, deformaciones)</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Estado del recubrimiento/pintura interna de la válvula mariposa.</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Revisión por fugas en tuberías y válvulas de entrada y salida del intercambiador.</i>	D	10M	O
Limpieza	<i>Desarme de cobertores, limpieza interna del ducto de aire-limpieza general del radiador.</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Inspección por fugas, puntos de corrosión, fisuras y limpieza de los tubos del radiador.</i>	1A	30M	M
Monitoreo de Condición	<i>Análisis de calidad del agua del circuito cerrado / Tratamiento del agua. (Parámetros Manual WEG)</i>	1A	1H	M
Reemplazo	<i>Cambiar las juntas (juntas hermetizantes) de los cabezales de los radiadores.</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Inspección del ventilador (corrosión, reventaduras, deformaciones, etc.).</i>	3A	20M	M
PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción del tablero</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	20M	M
Ajustes	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M

Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los contactores de las motobombas, limpieza y estado de los contactos de potencia y contactos auxiliares</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Estado y funcionamiento de los guardamotores</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	15M	M

**PLAN MANTENIMIENTO GENERADOR
TAXONOMÍA: PHBR-01-SG-GEN**

ROTOR

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Limpieza	<i>Control de la limpieza de las excitatrices</i>	6M	30M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual del rotor</i>	1A	1H	M
Inspección Visual	<i>Inspección del eje (desgaste, incrustaciones).</i>	1A	1H	M
Limpieza	<i>Control de la limpieza del rotor</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Verificar el conjunto rectificador, resistencia y conexiones del rotor.</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Reapretar tornillos, tuercas flojas, sujetar conexiones flojas del rotor.</i>	1A	30M	M

ESTATOR

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual del estator.</i>	1A	20M	M
Limpieza	<i>Control de la limpieza del estator</i>	1A	15M	M
Ajustes	<i>Control de los terminales del estator.</i>	1A	15M	M
Ajustes	<i>Resocar conexiones de las cajas de conexión</i>	1A	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de las cuñas de las ranuras del estator.</i>	3A	30M	M
Limpieza	<i>Limpieza de las chapas del núcleo (eliminar polvo, manchas de aceite, corrosión). Inspección de presencia de daños, desplazamientos o caldeo anormal.</i>	3A	20M	M
Limpieza	<i>Quitar el polvo, manchas de aceite y materiales extraños.</i>	3A	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de los materiales aislantes, no debe presentarse alteración en el color, erupción del barniz, burbujas de aire, grietas, etc.</i>	3A	30M	M

EXCITACIÓN

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Limpieza	<i>Control de la limpieza de las excitatrices</i>	6M	30M	M
Inspección Visual	<i>Revisión del estado de la instalación de las escobillas, pies de fijación, tornillos, etc.</i>	1A	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Probar los diodos y varistores</i>	1A	20M	M

COJINETES

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspeccionar la coraza, tuberías y conexiones y cableado. Controlar fugas.</i>	1M	20M	M
Limpieza	<i>Limpieza exterior del cojinete.</i>	1M	10M	O

Pruebas de Funcionamiento	Verificar el buen funcionamiento de termómetros e indicadores de nivel de aceite.	3M	20M	M
Análisis de Aceite	Tomar muestra del aceite para determinar sus condiciones y nivel de contaminación.	1A	1H	M
Inspección Visual	Verificación de inexistencia de corrosión, en caso necesario eliminarla.	1A	30M	M
Verificación de alineamiento	Verificar el buen alineamiento del eje. Inspección minuciosa de los sellos entre el eje y el cojinete.	1A	1H	M
Análisis de Vibraciones	Medición y registro de vibraciones en el cojinete.	1A	1H	M
Inspección Mayor	Control del ruido, vibración, flujo de aceite y pérdidas de temperatura de los cojinetes	1A	1H	M
Reemplazo	Realizar cambio de aceite en el cojinete.	2A	30M	M
Inspección Visual	Inspección del interior del cojinete (sellos, elementos de soporte, etc.), medición del desgaste de los elementos.	3A	2H	M
ACOPLES DEL TURBOGENERADOR				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	Revisar fugas de grasa en las zonas del acople.	D	10M	O
Inspección Visual	Verificar golpes, grietas, desgaste del acople	1A	20M	M
Lubricación	Lubricación de los acoples mecánicos	1A	20M	M
ENFRIAMIENTO DEL GENERADOR				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	Inspeccionar la condición de la ventilación en el generador, no debe haber obstrucción en la pasada del aire del ventilador	S	10M	O
Inspección Visual	Revisión por fugas en tuberías y válvulas de entrada y salida del intercambiador.	D	10M	O
Limpieza	Desarme de cobertores, limpieza interna del ducto de aire-limpieza general del radiador.	1A	30M	M
Inspección Visual	Inspección por fugas, puntos de corrosión, fisuras y limpieza de los tubos del radiador.	1A	30M	M
Monitoreo de Condición	Análisis de calidad del agua del circuito cerrado / Tratamiento del agua. (Parámetros Manual WEG)	1A	1H	M
Reemplazo	Cambiar las juntas (juntas hermetizantes) de los cabezales de los radiadores.	1A	30M	M
Inspección Visual	Inspección del ventilador (corrosión, reventaduras, deformaciones, etc.).	3A	20M	M
BARRAS / CABLES SALIDA DEL GENERADOR				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR

Revisión General	<i>Verificar presencia de ruidos excesivos, en operación normal se presenta un leve zumbido ("zum") propio de la frecuencia 60Hz. Ruidos excesivos indican que algunos elementos de fijación no están adecuadamente apretados o que partes metálicas no fueron correctamente montadas</i>	D	10M	O
Inspección Mayor	<i>Limpieza interna y aspirado, realizar inspección visual interna</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de aislamiento entre fases y de las fases a tierra, se considera satisfactorio si los valores de resistencia medidos son iguales o superiores a 300 MΩ</i>	1A	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada fase, comparar con los valores de fábrica (17,505-21,810 μΩ /m)</i>	1A	1H	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las conexiones mecánicas o eléctricas removibles</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos eléctricos atornillados, verificar el torqueado según la tabla de torques del fabricante.</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las Juntas de vedación, buscar evidencias de: Falta de adhesión y derretimiento de la cola, falta de elasticidad, uniones quebradizas o con rajaduras</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los soportes aislantes y aisladores</i>	2A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar las conexiones mecánicas atornilladas (estructuras, falanges, etc...).</i>	2A	20M	M
PROTECCION, MEDICION Y CONTROL GEN				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar el buen funcionamiento de termómetros e indicadores de nivel de aceite</i>	1A	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar y calibrar los instrumentos (termómetros, presostatos, etc.).</i>	1A	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar el buen funcionamiento de los módulos electrónicos, fusibles y luces.</i>	1A	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Probar los diodos y varistores</i>	1A	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Probar el funcionamiento de los dispositivos de control y protección del generador y auxiliares</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Desmontar e inspeccionar los dispositivos de control y protección del generador y auxiliares</i>	1A	15M	M

**PLAN MANTENIMIENTO REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSIÓN
TAXONOMÍA: PHBR-01-SG-AVR**

REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSIÓN

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Monitorear la temperatura de los puentes de tiristores a través de los termostatos localizados en los disipadores de calor.</i>	1M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Examinar y probar los comandos local y remoto.</i>	3M	15M	M
Revisión General	<i>Comprobar que las salidas analógicas de 0-10V son correctas.</i>	3M	10M	M
Inspección Visual	<i>Realizar una inspección visual general del regulador automático de tensión (golpes, malas conexiones, etc.).</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificación de la sujeción de las partes y de los cables, ajustar en caso necesario.</i>	6M	15M	M
Inspección Visual	<i>Verificar el buen funcionamiento de los comandos. Revisar los fusibles y cambiar los dañados.</i>	6M	15M	M
Revisión General	<i>Verificar que el contactor principal abra y cierre el circuito de potencia de la excitación correctamente.</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Verificación y control del buen funcionamiento del circuito de pre-excitación.</i>	6M	15M	M
Revisión General	<i>Verificar tanto la tensión primaria como la secundaria en el Transformador.</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Verificar tensiones primarias y secundarias. Además, chequear blindaje electrostático del transformador de realimentación.</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Verificar el buen funcionamiento del Crowbar.</i>	6M	15M	M
Revisión General	<i>Verificar el voltaje de la fuente de alimentación de los reguladores.</i>	6M	15M	M
Revisión General	<i>Medir y controlar el voltaje y corriente de excitación, la potencia activa, la corriente reactiva, el factor de potencia y la frecuencia.</i>	6M	15M	M
Revisión General	<i>Chequear el estado de los leds y teclas de los paneles, cambiarlos de ser necesario.</i>	6M	15M	M
Revisión General	<i>Revisar conexiones. Verificar estado de la pintura, de ser necesario pintarlos.</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Revisión de fusibles ultra-rápidos, en caso necesario reemplazarlos.</i>	1A	15M	M

**PLAN MANTENIMIENTO ENFRIAMIENTO ABIERTO
TAXONOMÍA: PHBR-01-AU-ENP**

FILTROS

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las tuberías de entrada y salida, pintura, corrosión, golpes</i>	1M	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones, bridas y tornillos del filtro dúplex</i>	1M	10M	M
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de empaques</i>	6M	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza y lavado de los canastos filtrantes</i>	6M	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Funcionamiento, lubricación y ajuste del mecanismo alternación de filtros (manivelas)</i>	6M	20M	M

INTERCAMBIADOR AGUA-AGUA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Revisión por fugas en el intercambiador, entre el paquete de placas y el marco, en bridas o entre placas</i>	S	10M	O
Inspección Visual	<i>Revisión por fugas en tuberías y válvulas manuales de entrada y salida del intercambiador.</i>	S	10M	O
Lubricación	<i>Lubricar tuercas y pernos de apriete del paquete de placas</i>	6M	15M	M
Lubricación	<i>Lubricar barra guía superior y rodillos del marco móvil y de conexión</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Desarme y procedimiento de limpieza manual de las placas del intercambiador</i>	2A	2H	M

TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de by-pass.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de junta de desmontaje.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería-fittings de tomas de presión.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de valv. Mariposa.</i>	1M	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvulas manuales</i>	3M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvula automática</i>	3M	20M	M

Inspección Visual	<i>Verificación de la condición de conservación de los sellos del obturador (Sello principal y sello manto). (golpes, desprendimientos, deformaciones)</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Estado del recubrimiento/pintura interna de la válvula mariposa.</i>	1A	20M	M
PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL ENP				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción del tablero</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	20M	M
Ajustes	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los contactores de las motobombas, limpieza y estado de los contactos de potencia y contactos auxiliares</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Estado y funcionamiento de los guardamotores</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión del dispositivo de sobrevelocidad, realizar 5 accionamientos manuales y verificar su actuación.</i>	6M	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO ENFRIAMIENTO CERRADO
TAXONOMÍA: PHBR-01-AU-ENU**

MOTOBOMBAS

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual, fugas de agua, ruidos etc</i>	D	15M	O
Limpieza	<i>Limpieza del piso alrededor de las bombas</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones, bridas y tornillos de tubería de descarga bombas.</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Revisar movimientos o cambios de posición la cadena de sujeción de la bomba.</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Revisar por sonidos anormales, golpes o fluctuaciones durante el funcionamiento de la bomba.</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verificar estado del sello mecánico Revisar trazas o presencia de agua en el aceite.</i>	6M	10M	M
Monitoreo de Condición	<i>Pruebas eléctricas dinámicas</i>	6M	2H	C
Monitoreo de Condición	<i>Análisis de vibraciones - Alineamiento - Termografía</i>	6M	2H	M
Reemplazo	<i>Cambiar sello mecánico (En caso de aceite contaminado)</i>	1A	15M	M
Reemplazo	<i>Cambiar o-ring del tapón de cámara de aceite</i>	1A	15M	M
Reemplazo	<i>Cambiar anillo O-ring de bomba (en caso de daño o cada vez que inspecciona)</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección visual interna del motor - bomba</i>	1A	2H	M
Pruebas Eléctricas	<i>Pruebas eléctricas estáticas</i>	1A	2H	C
Inspección Mayor	<i>Inspección del sello mecánico</i>	1A	1H	M
Reemplazo	<i>Reemplazo de rodamientos</i>	Según horas funcionamiento	2H	M

TUBERIAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de by-pass.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de junta de desmontaje.</i>	1M	15M	O

Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería-fittings de tomas de presión.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de valv. Mariposa.</i>	1M	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvulas manuales</i>	3M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvula automática</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificación de la condición de conservación de los sellos del obturador (Sello principal y sello manto). (golpes, desprendimientos, deformaciones)</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Estado del recubrimiento/pintura interna de la válvula mariposa.</i>	1A	20M	M
PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción del tablero</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	20M	M
Ajustes	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los contactores de las motobombas, limpieza y estado de los contactos de potencia y contactos auxiliares</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Estado y funcionamiento de los guardamotores</i>	1A	20M	M

Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión del dispositivo de sobrevelocidad, realizar 5 accionamientos manuales y verificar su actuación</i>	6M	20M	M

PLAN MANTENIMIENTO LUBRICACIÓN				
TAXONOMÍA: PHBR-01-AU-LUB				
MOTOBOMBAS				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual, fugas de agua, ruidos etc</i>	D	15M	O
Limpieza	<i>Limpieza del piso alrededor de las bombas</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones, bridas y tornillos de tubería de descarga bombas.</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Revisar movimientos o cambios de posición la cadena de sujeción de la bomba.</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Revisar por sonidos anormales, golpes o fluctuaciones durante el funcionamiento de la bomba.</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verificar estado del sello mecánico Revisar trazas o presencia de agua en el aceite.</i>	6M	10M	M
Monitoreo de Condición	<i>Pruebas eléctricas dinámicas</i>	6M	2H	C
Monitoreo de Condición	<i>Análisis de vibraciones - Alineamiento - Termografía</i>	6M	2H	M
Reemplazo	<i>Cambiar sello mecánico (En caso de aceite contaminado)</i>	1A	15M	M
Reemplazo	<i>Cambiar o-ring del tapón de cámara de aceite</i>	1A	15M	M
Reemplazo	<i>Cambiar anillo O-ring de bomba (en caso de daño o cada vez que inspecciona)</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección visual interna del motor - bomba</i>	1A	2H	M
Pruebas Eléctricas	<i>Pruebas eléctricas estáticas</i>	1A	2H	C
Inspección Mayor	<i>Inspección del sello mecánico</i>	1A	1H	M
Reemplazo	<i>Reemplazo de rodamientos</i>	Según horas funcionamiento	2H	M
TUBERIAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR

Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de by-pass.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de junta de desmontaje.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería-fittings de tomas de presión.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de valv. Mariposa.</i>	1M	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvulas manuales</i>	3M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvula automática</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificación de la condición de conservación de los sellos del obturador (Sello principal y sello manto). (golpes, desprendimientos, deformaciones)</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Estado del recubrimiento/pintura interna de la válvula mariposa.</i>	1A	20M	M
PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción del tablero</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	20M	M
Ajustes	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los contactores de las motobombas, limpieza y estado de los contactos de potencia y contactos auxiliares</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Estado y funcionamiento de los guardamotores</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	15M	M

Pruebas de Funcionamiento	Revisión del dispositivo de sobrevelocidad, realizar 5 accionamientos manuales y verificar su actuación	6M	20M	M
INTERCAMBIADORES DE CALOR AGUA-ACEITE				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	Revisión por fugas en tuberías y válvulas de entrada y salida del intercambiador.	D	10M	O
Limpieza	Desarme de cobertores, limpieza interna del ducto de aire-limpieza general del radiador.	1A	30M	M
Inspección Visual	Inspección por fugas, puntos de corrosión, fisuras y limpieza de los tubos del radiador.	1A	30M	M
Monitoreo de Condición	Análisis de calidad del agua del circuito cerrado / Tratamiento del agua. (Parámetros Manual WEG)	1A	1H	M
Reemplazo	Cambiar las juntas (juntas hermetizantes) de los cabezales de los radiadores.	1A	30M	M
Inspección Visual	Inspección del ventilador (corrosión, reventaduras, deformaciones, etc.).	3A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL DE LA UNIDAD GENERADORA
TAXONOMÍA: PHBR-01-AU-PMU**

PROTECCION, MEDICION Y CONTROL PMU

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero, verificar ausencia de humedad, insectos, etc</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual del tablero, puertas y soportes</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	S	10M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Limpieza y aspirado del interior del panel de control, tarjetas, etc</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO BAHIA LADO BT DEL TRANSFORMADOR
TAXONOMÍA: PHBR-01-ST-BBT**

CELDA DEL INTERRUPTOR DE MÁQUINA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de anclajes de las celdas al piso</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las conexiones de cables y barras</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la puesta a tierra de la celda</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que los fusibles funcionen correctamente</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que el accionamiento mecánico funcione correctamente</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de los disparos por protecciones.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que la calefacción e iluminación de la celda se encuentren en buen estado.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que los interruptores de las celdas funcionen correctamente</i>	1A	20M	M
Termografía	<i>Realizar un análisis termográfico a la celda.</i>	1A	1H	M
Reemplazo	<i>Cambio de interruptor de potencia en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de borneras de la celda en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de los aisladores de soporte de la celda en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M

PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL BBT

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero, verificar ausencia de humedad, insectos etc</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual del tablero, puertas y soportes</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	S	10M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	20M	M

Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Limpieza y aspirado del interior del panel de control, tarjetas, etc</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	20M	M
CELDA DE SALIDA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de anclajes de las celdas al piso</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las conexiones de cables y barras</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la puesta a tierra de la celda</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que los fusibles funcionen correctamente</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que el accionamiento mecánico funcione correctamente</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de los disparos por protecciones.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que la calefacción e iluminación de la celda se encuentren en buen estado.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que los interruptores de las celdas funcionen correctamente</i>	1A	20M	M
Termografía	<i>Realizar un análisis termográfico a la celda.</i>	1A	1H	M
Reemplazo	<i>Cambio de interruptor de potencia en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de borneras de la celda en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de los aisladores de soporte de la celda en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
CABLES CELDA SALIDA HASTA LADO BT DEL TRANSFORMADOR				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de soportes, cadenas, aisladores, grapas, conectores</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de aislamientos a los cables de potencia</i>	1A	30M	M

**PLAN MANTENIMIENTO TRANSFORMADOR DE POTENCIA T-60
TAXONOMÍA: PHBR-01-ST-TRA**

TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Verificar y controlar la temperatura ambiente, del aceite y del arrollado para que no sobrepasen los valores establecidos.</i>	D	15M	M
Revisión General	<i>Verificar el nivel de aceite. Examinar si existen fugas de aceite en la conexión con la empaquetadura o en el cordón de soldadura.</i>	D	15M	O
Revisión General	<i>Inspeccionar la existencia de ruidos o vibraciones anormales en los equipos de refrigeración</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Revisar la presencia de fugas en la válvula del radiador .</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Revisar los cojinetes del motor del ventilador. Medir la resistencia de aislamiento del ventilador. Inspeccionar caja de terminales, armazón y demás partes expuestas</i>	3A	30M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar lugares con posible corrosión y fugas en el radiador. Limpiar las aletas del radiador.</i>	3A	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar pérdidas de aceite en la conexión de la válvula de alivio, de ser necesario reajústela.</i>	D	15M	M
Medición	<i>Medición y control de la resistencia de aislamiento.</i>	2A	20M	M
Medición	<i>Verificar y controlar la rigidez dieléctrica.</i>	1A	20M	M
Medición	<i>Medición de la acidez y realizar un análisis cromatográfico de los gases.</i>	1A	20M	M
Medición	<i>Medir el contenido de agua en el aceite aislante.</i>	1A	20M	M
Reemplazo	<i>Sustituir el aceite del depósito del secador de aire.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar el nivel de aceite y si no hay obstrucciones en los orificios de paso de aire.</i>	1A	15M	M
Inspección Visual	<i>Revisar si existen fugas de aceite en los Bushings.</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Verificar y controlar la existencia de grietas y acumulación de impurezas en las porcelanas del bushing. De ser necesario cambiarlo.</i>	2A	30M	M
Revisión General	<i>Verificar y corregir formaciones de óxido en los bushings. Medir la resistencia de aislamiento cuando está separado del arrollado.</i>	2A	30M	M
Revisión General	<i>Revisar externamente el cuerpo del relé, fugas de aceite. Medir resistencia de aislamiento. Efectuar prueba funcional.</i>	2A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar el buen estado y calibración del termómetro de aceite. Medir la resistencia de aislamiento.</i>	1A	20M	M

Inspección Visual	<i>Inspeccionar el exterior del sistema de indicacion remota de temperatura, revisar los cables y conexiones.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificación y control de la temperatura indicada en el termómetro remoto, resistencia óhmica del detector, resistencia de aislamiento.</i>	3A	30M	M
Revisión General	<i>Chequear si existen fugas de aceite o penetración de agua en el visor del indicador del nivel de aceite, inspección externa general.</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el buen funcionamiento del circuito, de los cables y conexiones de forma minuciosa.</i>	2A	1H	M
Inspección Visual	<i>Verificar las condiciones generales de la pintura del tanque y demás componentes.</i>	3A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO BAHIA LADO AT DEL TRANSFORMADOR
TAXONOMÍA: PHBR-01-ST-BAT**

CELDA / MÓDULO DEL INTERRUPTOR LADP AT DEL TRANSFORMADOR

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de anclajes de las celdas al piso</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las conexiones de cables y barras</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la puesta a tierra de la celda</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que los fusibles funcionen correctamente</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que el accionamiento mecánico funcione correctamente</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de los disparos por protecciones.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que la calefacción e iluminación de la celda se encuentren en buen estado.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que los interruptores de las celdas funcionen correctamente</i>	1A	20M	M
Termografía	<i>Realizar un análisis termográfico a la celda.</i>	1A	1H	M
Reemplazo	<i>Cambio de interruptor de potencia en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de borneras de la celda en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de los aisladores de soporte de la celda en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M

PROTECCION, MEDICION Y CONTROL BAT

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero, verificar ausencia de humedad, insectos etc</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual del tablero, puertas y soportes</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	S	10M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	30M	M

Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Limpieza y aspirado del interior del panel de control, tarjetas, etc</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	20M	M
BARRAS / CABLES DESDE EL TRANSFORMADOR HASTA INTERRUPTOR LADO AT				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Verificar presencia de ruidos excesivos, en operación normal se presenta un leve zumbido ("zum") propio de la frecuencia 60Hz. Ruidos excesivos indican que algunos elementos de fijación no están adecuadamente apretados o que partes metálicas no fueron correctamente montadas</i>	D	10M	O
Inspección Mayor	<i>Limpieza interna y aspirado, realizar inspección visual interna</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de aislamiento entre fases y de las fases a tierra, se considera satisfactorio si los valores de resistencia medidos es igual o superior a 300 MΩ</i>	1A	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada fase, comparar con los valores de fábrica (17,505-21,810 μΩ /m)</i>	1A	1H	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las conexiones mecánicas o eléctricas removibles</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos eléctricos atornillados, verificar el torqueado según la tabla de torques del fabricante.</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las Juntas de vedación, buscar evidencias de: Falta de adhesión y derretimiento de la cola, falta de elasticidad, uniones quebradizas o con rajaduras</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los soportes aislantes y aisladores</i>	2A	20M	M

Inspección Mayor	<i>Verificar las conexiones mecánicas atornilladas (estructuras, falanges, etc...).</i>	2A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de soportes, cadenas, aisladores, grapas, conectores</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de aislamientos a los cables de potencia</i>	1A	30M	M
CELDA / MÓDULO DE SALIDA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de anclajes de las celdas al piso</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las conexiones de cables y barras</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la puesta a tierra de la celda</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que los fusibles funcionen correctamente</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que el accionamiento mecánico funcione correctamente</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de los disparos por protecciones.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que la calefacción e iluminación de la celda se encuentren en buen estado.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que los interruptores de las celdas funcionen correctamente</i>	1A	20M	M
Termografía	<i>Realizar un análisis termográfico a la celda.</i>	1A	1H	M
Reemplazo	<i>Cambio de interruptor de potencia en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de borneras de la celda en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de los aisladores de soporte de la celda en caso de cumplir ciclo de vida útil</i>	1A	30M	M
BARRAS / CABLES DESDE CALDA SALIDA HASTA CONEXIÓN CABLES SUBTERRANEOS				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR

Revisión General	<i>Verificar presencia de ruidos excesivos, en operación normal se presenta un leve zumbido ("zum") propio de la frecuencia 60Hz. Ruidos excesivos indican que algunos elementos de fijación no están adecuadamente apretados o que partes metálicas no fueron correctamente montadas</i>	D	10M	O
Inspección Mayor	<i>Limpieza interna y aspirado, realizar inspección visual interna</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de aislamiento entre fases y de las fases a tierra, se considera satisfactorio si los valores de resistencia medidos son igual o superior a 300 MΩ</i>	1A	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada fase, comparar con los valores de fábrica (17,505-21,810 μΩ /m)</i>	1A	1H	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las conexiones mecánicas o eléctricas removibles</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos eléctricos atornillados, verificar el torqueado según la tabla de torques del fabricante.</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las Juntas de vedación, buscar evidencias de: Falta de adhesión y derretimiento de la cola, falta de elasticidad, uniones quebradizas o con rajaduras</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los soportes aislantes y aisladores</i>	2A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar las conexiones mecánicas atornilladas (estructuras, falanges, etc...).</i>	2A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de soportes, cadenas, aisladores, grapas, conectores</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de aislamientos a los cables de potencia</i>	1A	30M	M

**PLAN MANTENIMIENTO PRESA TOMA DE AGUAS VIRILLA
TAXONOMÍA: PHBR-IN-AA-EMB**

COMPUERTA DESARENADORA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Estado general de la compuerta, soldaduras y estructura</i>	1M	20M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de los sellos y los teflones</i>	1M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar funcionamiento de la viga pescadora, mecanismo no trabado, estado general, comprobación de piezas móviles, pernos y sistema de enganche</i>	1M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisar la estanqueidad de la compuerta, comprobar que no existan filtraciones de agua excesivas.</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión de válvula by-pass, accionar y probar correcto funcionamiento</i>	6M	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar movimiento de prueba con la compuerta y comprobar y el correcto acople</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar desgastes o erosión en la huella inferior de la compuerta</i>	6M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual de bujes autolubricados, valorar el estado para reemplazo</i>	6M	15M	M
Torqueado	<i>Revisar torque de los pernos y espárragos</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de rótulas, muñoneras y soportes</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección general de pintura, rehabilitar si es necesario</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Limpiar el filtro de aceite del depósito del sistema oleohidráulico de la compuerta, en caso necesario cambiarlo.</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Vaciar y limpiar el tanque, en caso de existir corrosión, se debe eliminar y pintar</i>	1A	30M	M

COMPUERTA RADIAL NORTE

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Estado general de la compuerta, soldaduras y estructura</i>	1M	20M	O

Inspección Visual	<i>Verificar el estado de los sellos y los teflones</i>	1M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar funcionamiento de la viga pescadora, mecanismo no trabado, estado general, comprobación de piezas móviles, pernos y sistema de enganche</i>	1M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisar la estanqueidad de la compuerta, comprobar que no existan filtraciones de agua excesivas.</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión de válvula by-pass, accionar y probar correcto funcionamiento</i>	6M	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar movimiento de prueba con la compuerta y comprobar y el correcto acople</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar desgastes o erosión en la huella inferior de la compuerta</i>	6M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual de bujes autolubricados, valorar el estado para reemplazo</i>	6M	15M	M
Torqueado	<i>Revisar torque de los pernos y espárragos</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de rótulas, muñoneras y soportes</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección general de pintura, rehabilitar si es necesario</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Limpiar el filtro de aceite del depósito del sistema oleohidráulico de la compuerta, en caso necesario cambiarlo.</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Vaciar y limpiar el tanque, en caso de existir corrosión, se debe eliminar y pintar</i>	1A	30M	M
COMPUERTA RADIAL SUR				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Estado general de la compuerta, soldaduras y estructura</i>	1M	20M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de los sellos y los teflones</i>	1M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar funcionamiento de la viga pescadora, mecanismo no trabado, estado general, comprobación de piezas móviles, pernos y sistema de enganche</i>	1M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisar la estanqueidad de la compuerta, comprobar que no existan filtraciones de agua excesivas.</i>	6M	30M	M

Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión de válvula by-pass, accionar y probar correcto funcionamiento</i>	6M	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar movimiento de prueba con la compuerta y comprobar y el correcto acople</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar desgastes o erosión en la huella inferior de la compuerta</i>	6M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual de bujes autolubricados, valorar el estado para reemplazo</i>	6M	15M	M
Torqueado	<i>Revisar torque de los pernos y espárragos</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de rótulas, muñoneras y soportes</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección general de pintura, rehabilitar si es necesario</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Limpiar el filtro de aceite del depósito del sistema oleohidráulico de la compuerta, en caso necesario cambiarlo.</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Vaciar y limpiar el tanque, en caso de existir corrosión, se debe eliminar y pintar</i>	1A	30M	M

**PLAN MANTENIMIENTO AUXILIARES MANTENIMIENTO AGUA
TAXONOMÍA: PHBR-IN-AA-SIN**

PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y COTROL AA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero, verificar ausencia de humedad, insectos etc</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual del tablero, puertas y soportes</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	S	10M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Limpieza y aspirado del interior del panel de control, tarjetas, etc</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	20M	M

GRUPO ELECTRÓGENO

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Verificación de sensores indicadores de humo</i>	S	10M	O
Revisión General	<i>Verificación de puertas y empaquetaduras</i>	S	10M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar que la planta realice los arranques automáticos semanales programados</i>	S	15M	O
Revisión General	<i>Aspecto visual general, verificar funcionamiento de las calefacciones, presencia de humedad o elementos extraños de los paneles de control</i>	6M	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza interna de panel y tarjetas de los paneles de control</i>	6M	15M	M
Ajustes	<i>Resocar las borneras y verificar terminales de los paneles de control</i>	6M	15M	M

Revisión General	<i>Verificar el estado de Pantallas y botoneras de los paneles de control</i>	6M	15M	M
Limpieza	<i>Conexiones de baterías, limpieza de sulfatación y aplicar protector de terminales de batería</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de cargador de batería</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de nivel de electrolito (6 mm arriba) de las baterías</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de alternador de motor de las baterías y sistema de arranque</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de fusibles y conectores de las baterías y sistemas de arranque</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de conexiones de puesta a tierra de las baterías y sistema de arranque</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Resocar las terminales de las baterías y sistema de arranque</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de presencia de ruidos extraños en el generador en cada operación</i>	S	15M	O
Inspección Mayor	<i>Revisión del Breaker principal, inspección interna del Generador</i>	S	15M	O
Inspección Mayor	<i>Revisar conexiones de generador</i>	6M	10M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión del regulador de voltaje del generador</i>	6M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual de las bobinas del generador</i>	6M	10M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Resistencia de aislamiento del estator y rotor del generador</i>	6M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Revisión y pruebas de placa de diodos del generador</i>	6M	15M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Revisión de TP's y TC's del generador</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Revisión del Estado de fusibles y porta fusibles del generador</i>	6M	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Arrancar la planta, hacer transferencia de carga y medir las variables eléctricas principales del generador</i>	6M	20M	M
Monitoreo de Condición	<i>Verificar los niveles de vibración y ruido del generador</i>	6M	30M	M
Torqueado	<i>Verificar y ajustar los tornillos y terminales de conexión del generador</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección y/o reemplazo de los rodamientos, según manual del fabricante del generador</i>	6M	30M	M

Limpieza	<i>Limpieza externa e interna del generador, cada 18 meses o 1500 horas</i>	18M	1H	M
Pruebas Eléctricas	<i>Inspección de varistores del generador</i>	18M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección mayor del generador completo</i>	4500H	2H	M
Inspección Visual	<i>Chequear nivel de refrigerante de radiador del sistema de refrigeración</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección del radiador, limpieza de placas del sistema de refrigeración</i>	18M	30M	M
Inspección Visual	<i>Verifique el estado de tapón de radiador del sistema de refrigeración</i>	6M	15M	M
Reemplazo	<i>Reemplazo del filtro del coolant, semestralmente o cada 250 horas del sistema de refrigeración</i>	6M	30M	M
Inspección Visual	<i>Verificar estado de gasas y mangueras del sistema de refrigeración</i>	6M	15M	M
Ajustes	<i>Ajuste fajas de abanico, verifique rol tensores del sistema de refrigeración</i>	6M	20M	M
Ajustes	<i>Apriete de tornillería de cobertores del sistema de refrigeración</i>	6M	15M	M
Revisión General	<i>Chequear sistemas complementarios como el Intercoller del sistema de refrigeración</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Inspeccionar polea tensora de la bomba de agua del sistema de refrigeración</i>	18M	20M	M
Revisión General	<i>Inspección y limpieza del abanico del sistema de refrigeración</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Reacondicionar y/o sustituir el cubo del ventilador del sistema de refrigeración</i>	4500H	30M	M
Inspección Visual	<i>Chequear nivel de aceite del sistema de lubricación</i>	D	10M	O
Inspección Mayor	<i>Chequear líneas de lubricación del sistema de lubricación</i>	6M	15M	M
Inspección Visual	<i>Chequear fugas de aceite del sistema de lubricación</i>	D	10M	O
Reemplazo	<i>Cambio de filtros (semestral o 250 horas) del sistema de lubricación</i>	6M	20M	M
Reemplazo	<i>Cambio de aceite (semestral o 250 horas) del sistema de lubricación</i>	6M	30M	M
Reemplazo	<i>Limpiar y/o sustituir el respiradero del carter del sistema de lubricación</i>	6M	30M	M
Limpieza	<i>Revisar y limpiar filtro de aire del sistema admisión y escape</i>	6M	15M	M
Revisión General	<i>Revisar tuberías y gasas del sistema admisión y escape</i>	6M	15M	M
Reemplazo	<i>Reemplazo del filtro de aire, cada 18 meses o 1500 horas del sistema admisión y escape</i>	18M	30M	M
Torqueado	<i>Verificar de torque en manifold del sistema admisión y escape</i>	6M	15M	M
Reemplazo	<i>Reemplazo de los filtros de combustible. Cambiar semestralmente o cada 250 horas</i>	6M	20M	M

Inspección Mayor	<i>Chequear la existencia de contaminantes en tanque del sistema de combustible</i>	6M	15M	M
Inspección Visual	<i>Revisión de tuberías (grietas, fugas, golpes, etc) y gasas del sistema del sistema de combustible</i>	6M	15M	M
Aplicación de Productos	<i>Agregar aditivos (semestralmente)</i>	6M	15M	M
Limpieza	<i>Limpiar y calibrar la bomba del sistema de combustible</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar y ajustar los sensores del grupo electrógeno</i>	4500H	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Reacondicionar y/o sustituir los amortiguadores de vibraciones del grupo electrógeno</i>	4500H	1H	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Reacondicionar y/o sustituir poleas tensoras del grupo electrógeno</i>	4500H	1H	M
TORRE GRÚA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Observe que no existe enrollamiento, aplastamiento, corrosión, cables e hilos rotos en el cable.</i>	S	10M	O
Inspección Visual	<i>Observe que el cable reposa en las guías del tambor y en las poleas del cable.</i>	S	10M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que el gancho se mueva libremente en todas las direcciones permitidas.</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe la existencia del cierre de seguridad y su funcionamiento correcto</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe la rotación libre y uniforme de las poleas del cable.</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que los interruptores de final de carrera superiores funcionen correctamente</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que el interruptor de final de carrera inferior funcione correctamente</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que no existan grietas ni otras señales de desgaste en el bastidor, ni botones flojos o rotos en el controlador de pulsadores.</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que todos los pulsadores e interruptores se corresponden con sus funciones y direcciones.</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe el funcionamiento del pulsador de emergencia (presionando el pulsador de emergencia en punto muerto y comprobando que no es posible activar ningún movimiento con los pulsadores)</i>	S	15M	O
Inspección Mayor	<i>Inspección de las ruedas del carro</i>	1A	20M	M

Inspección Mayor	<i>Inspección de los amortiguadores</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de equipo de levantamiento y acoplamiento</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del mecanismo de izado</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del motor y freno de izado "</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del interruptor de final de carrera de elevación</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del controlador de pulsadores</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de la maquinaria de traslación</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del controlador de frecuencia</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del tambor de cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de la guía de cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las abrazaderas del cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del freno de tambor</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar Estado Físico del Cable de Acero del polipasto.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar la Lubricación del Cable de Acero del polipasto.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar la correcta operación del freno de elevación</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado del Disco de Freno de elevación.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las poleas del cable de acero(óxido, suciedad, polvo; golpes)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar lubricación de las poleas del cable de acero.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección general de la caja reductora (ruidos, vibraciones, fugas de aceite)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar golpes, grietas, desgaste de los acoples mecánicos</i>	1A	20M	M

Inspección Mayor	<i>Lubricación de Rodamientos del tambor del cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Funcionamiento de finales de carrera del tambor del cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el Estado de Contactores, desgaste en contactos, estado de bobinas del sistema eléctrico</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de Cables Eléctricos, Ductos y Conectores del sistema eléctrico</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar Sistema de Freno del carro polipasto y el puente y sistema de avance</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el correcto funcionamiento del Reductor del carro del polipasto y del puente y sistema de avance</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del estado de Transmisión (Ejes y Acoples) del carro polipasto y del puente y sistema de avance</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar la lubricación del carro del polipasto.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado del Acople de Reductor – Rueda Motriz, del carro polipasto y el puente y sistema de avance</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el estado de los Topes Mecánicos.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar la sujeción de las Conexiones Eléctricas, resocar si es necesario del carro del polipasto y el puente del sistema de avance</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar los Topes de la estructura de avance longitudinal</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar los Rieles, verificar limpieza de la estructura de avance longitudinal</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar las Platinas de Unión de la estructura de avance longitudinal.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar las Uniones Soldadas de la estructura de avance longitudinal.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el funcionamiento del desplazamiento vertical del gancho sin carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Desplazamiento Transversal del Carro del Polipasto sin carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar Paros de Prueba de Carro del Polipasto sin carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Desplazamiento Longitudinal del Puente sin carga.</i>	1A	20M	M

Inspección Mayor	<i>Probar los Paros de Prueba del Puente sin carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Funcionamiento de finales de carrera sin carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el funcionamiento del desplazamiento vertical del gancho sin carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Desplazamiento Transversal del Carro del Polipasto con carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar Paros de Prueba de Carro del Polipasto con carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Desplazamiento Longitudinal del Puente con carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar los Paros de Prueba del Puente con carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Funcionamiento de finales de carrera con carga</i>	1A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO CONDUCCIÓN
TAXONOMÍA: PHBR-IN-CD-CON**

COMPUERTA ENTRADA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Estado general de la compuerta, soldaduras y estructura</i>	1M	20M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de los sellos y los teflones</i>	1M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar funcionamiento de la viga pescadora, mecanismo no trabado, estado general, comprobación de piezas móviles, pernos y sistema de enganche</i>	1M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisar la estanqueidad de la compuerta, comprobar que no existan filtraciones de agua excesivas.</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión de válvula by-pass, accionar y probar correcto funcionamiento</i>	6M	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar movimiento de prueba con la compuerta y comprobar el correcto acople</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar desgastes o erosión en la huella inferior de la compuerta</i>	6M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual de bujes autolubricados, valorar el estado para reemplazo</i>	6M	15M	M
Torqueado	<i>Revisar torque de los pernos y espárragos</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de rótulas, muñoneras y soportes</i>	6M	20M	M

Inspección Mayor	<i>Inspección general de pintura, rehabilitar si es necesario</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Limpiar el filtro de aceite del depósito del sistema oleohidráulico de la compuerta, en caso necesario cambiarlo.</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Vaciar y limpiar el tanque, en caso de existir corrosión, se debe eliminar y pintar</i>	1A	30M	M

**PLAN MANTENIMIENTO DRENAJE
TAXONOMÍA: PHBR-AX-CM-DRE**

MOTOBOMBAS

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual, fugas de agua, ruidos etc</i>	D	15M	O
Limpieza	<i>Limpieza del piso alrededor de las bombas</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones, bridas y tornillos de tubería de descarga bombas.</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Revisar movimientos o cambios de posición la cadena de sujeción de la bomba.</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Revisar por sonidos anormales, golpes o fluctuaciones durante el funcionamiento de la bomba.</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verificar estado del sello mecánico Revisar trazas o presencia de agua en el aceite.</i>	6M	10M	M
Monitoreo de Condición	<i>Pruebas eléctricas dinámicas</i>	6M	2H	C
Monitoreo de Condición	<i>Análisis de vibraciones - Alineamiento - Termografía</i>	6M	2H	M
Reemplazo	<i>Cambiar sello mecánico (En caso de aceite contaminado)</i>	1A	15M	M
Reemplazo	<i>Cambiar o-ring del tapón de cámara de aceite</i>	1A	15M	M
Reemplazo	<i>Cambiar anillo O-ring de bomba (en caso de daño o cada vez que inspecciona)</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección visual interna del motor - bomba</i>	1A	2H	M
Pruebas Eléctricas	<i>Pruebas eléctricas estáticas</i>	1A	2H	C
Inspección Mayor	<i>Inspección del sello mecánico</i>	1A	1H	M
Reemplazo	<i>Reemplazo de rodamientos</i>	Según horas funcionamiento	2H	M

TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de by-pass.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de junta de desmontaje.</i>	1M	15M	O

Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería-fittings de tomas de presión.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de valv. Mariposa.</i>	1M	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvulas manuales</i>	3M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvula automática</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificación de la condición de conservación de los sellos del obturador (Sello principal y sello manto). (golpes, desprendimientos, deformaciones)</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Estado del recubrimiento/pintura interna de la válvula mariposa.</i>	1A	20M	M
PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y CONTROL				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción del tablero</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	20M	M
Ajustes	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los contactores de las motobombas, limpieza y estado de los contactos de potencia y contactos auxiliares</i>	1A	15M	M

Inspección Mayor	<i>Estado y funcionamiento de los guardamotores</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión del dispositivo de sobrevelocidad, realizar 5 accionamientos manuales y verificar su actuación</i>	6M	20M	M
EYECTOR POZO DE DRENAJE/VACIADO				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones, bridas y tornillos del eyector.</i>	1A	15M	M
Torqueado	<i>Revisar apriete de los pernos en brida motriz, succión y descarga.</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Revisar desgastes en la boquilla de fluido motriz. Sustituir si es necesario.</i>	2A	30M	M

**PLAN MANTENIMIENTO EXTRACCIÓN DE GASES
TAXONOMÍA: PHBR-AX-CM-VNT**

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Revisar por grietas, soldaduras rotas o cualquier irregularidad en la condición externa del ventilador.</i>	1M	20M	M
Inspección Visual	<i>Revisar estado general de ductos de entrada / salida, estado de tirantes, soportes, prensas, Agujeros, corrosión del ventilador</i>	2S	15M	O
Limpieza	<i>Limpieza de partes externas de motor, ventilador, aspas y estructura.</i>	6M	20M	O
Revisión General	<i>Revisar estado de las fajas de transmisión. Grietas, aplastamientos, cortes, presencia de polvo de hule.</i>	6M	20M	M
Monitoreo de Condición	<i>Verificar alineamiento de las poleas del ventilador</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Verificar tensión de las fajas de transmisión del ventilador</i>	6M	20M	M
Monitoreo de Condición	<i>Medición de vibraciones en plano de menor rigidez. Posición radial y axial.</i>	1A	1H	M
Revisión General	<i>Inspeccionar por ruido excesivo o anormal durante la operación del ventilador</i>	S	10M	O
Ajustes	<i>Revisar apriete y fijación de la base del motor.</i>	6M	15M	M
Reemplazo	<i>Reemplazo de rodamientos de acuerdo al estado del mismo</i>	6M	30M	M
Lubricación	<i>Lubricación de cojientes de soporte del rotor del ventilador</i>	6M	15M	M
Revisión General	<i>Revisión general de los ductos del sistema de ventilación, golpes, soportes / tirantes flojos, funcionamiento de dampers, rejillas.</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Limpiar cedazo y deflectores de primera entrada</i>	6M	20M	M

PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y COTROL VNT

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero, verificar ausencia de humedad, insectos etc</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual del tablero, puertas y soportes</i>	S	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	S	10M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M

Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Limpieza y aspirado del interior del panel de control, tarjetas, etc</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO PUENTE GRUA
TAXONOMÍA: PHBR-AX-CM-MCR**

PUENTE GRÚA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Observe que no existe enrollamiento, aplastamiento, corrosión, cables e hilos rotos en el cable.</i>	S	10M	O
Inspección Visual	<i>Observe que el cable reposa en las guías del tambor y en las poleas del cable.</i>	S	10M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que el gancho se mueva libremente en todas las direcciones permitidas.</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe la existencia del cierre de seguridad y su funcionamiento correcto</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe la rotación libre y uniforme de las poleas del cable.</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que los interruptores de final de carrera superiores funcionen correctamente</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que el interruptor de final de carrera inferior funcione correctamente</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que no existan grietas ni otras señales de desgaste en el bastidor, ni botones flojos o rotos en el controlador de pulsadores.</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe que todos los pulsadores e interruptores se corresponden con sus funciones y direcciones.</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Compruebe el funcionamiento del pulsador de emergencia (presionando el pulsador de emergencia en punto muerto y comprobando que no es posible activar ningún movimiento con los pulsadores)</i>	S	15M	O
Inspección Mayor	<i>Inspección de las ruedas del carro</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los amortiguadores</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de equipo de levantamiento y acoplamiento</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del mecanismo de izado</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del motor y freno de izado "</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del interruptor de final de carrera de elevación</i>	1A	20M	M

Inspección Mayor	<i>Inspección del controlador de pulsadores</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de la maquinaria de traslación</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del controlador de frecuencia</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del tambor de cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de la guía de cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las abrazaderas del cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del freno de tambor</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar Estado Físico del Cable de Acero del polipasto.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar la Lubricación del Cable de Acero del polipasto.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar la correcta operación del freno de elevación</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado del Disco de Freno de elevación.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las poleas del cable de acero(óxido, suciedad, polvo; golpes)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar lubricación de las poleas del cable de acero.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección general de la caja reductora (ruidos, vibraciones, fugas de aceite)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar golpes, grietas, desgaste de los acoples mecánicos</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Lubricación de Rodamientos del tambor del cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Funcionamiento de finales de carrera del tambor del cable</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el Estado de Contactores, desgaste en contactos, estado de bobinas del sistema eléctrico</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de Cables Eléctricos, Ductos y Conectores del sistema eléctrico</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar Sistema de Freno del carro polipasto y el puente y sistema de avance</i>	1A	20M	M

Inspección Mayor	<i>Verificar el correcto funcionamiento del Reductor del carro del polipasto y del puente y sistema de avance</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del estado de Transmisión (Ejes y Acoples) del carro polipasto y del puente y sistema de avance</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar la lubricación del carro del polipasto.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado del Acople de Reductor – Rueda Motriz, del carro polipasto y el puente y sistema de avance</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el estado de los Topes Mecánicos.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar la sujeción de las Conexiones Eléctricas, resocar si es necesario el carro del polipasto y el puente del sistema de avance</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar los Topes de la estructura de avance longitudinal</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar los Rieles, verificar limpieza de la estructura de avance longitudinal</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar las Platinas de Unión de la estructura de avance longitudinal.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar las Uniones Soldadas de la estructura de avance longitudinal.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el funcionamiento del desplazamiento vertical del gancho sin carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Desplazamiento Transversal del Carro del Polipasto sin carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar Paros de Prueba de Carro del Polipasto sin carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Desplazamiento Longitudinal del Puente sin carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar los Paros de Prueba del Puente sin carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Funcionamiento de finales de carrera sin carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el funcionamiento del desplazamiento vertical del gancho sin carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Desplazamiento Transversal del Carro del Polipasto con carga</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar Paros de Prueba de Carro del Polipasto con carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Desplazamiento Longitudinal del Puente con carga.</i>	1A	20M	M

Inspección Mayor	<i>Probar los Paros de Prueba del Puente con carga.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Probar el Funcionamiento de finales de carrera con carga</i>	1A	20M	M

PLAN MANTENIMIENTO DESFOGUE				
TAXONOMÍA: PHBR-AX-CM-DES				
COMPUERTA CIERRE DESFOGUE				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Estado general de la compuerta, soldaduras y estructura</i>	1M	20M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de los sellos y los teflones</i>	1M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar funcionamiento de la viga pescadora, mecanismo no trabado, estado general, comprobación de piezas móviles, pernos y sistema de enganche</i>	1M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisar la estanqueidad de la compuerta, comprobar que no existan filtraciones de agua excesivas.</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión de válvula by-pass, accionar y probar correcto funcionamiento</i>	6M	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar movimiento de prueba con la compuerta y comprobar y el correcto acople</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar desgastes o erosión en la huella inferior de la compuerta</i>	6M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual de bujes autolubricados, valorar el estado para reemplazo</i>	6M	15M	M
Torqueado	<i>Revisar torque de los pernos y espárragos</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de rótulas, muñoneras y soportes</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección general de pintura, rehabilitar si es necesario</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Limpiar el filtro de aceite del depósito del sistema oleohidráulico de la compuerta, en caso necesario cambiarlo.</i>	6M	20M	M
Limpieza	<i>Vaciar y limpiar el tanque, en caso de existir corrosión, se debe eliminar y pintar</i>	1A	30M	M

**PLAN MANTENIMIENTO AIRE ACONDICIONADO
TAXONOMÍA: PHBR-AX-CM-ACU**

UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Apertura, limpieza e inspección del panel frontal del mini split</i>	1M	20M	M
Limpieza	<i>Aspirado y limpieza del filtro de unidad interna</i>	1M	20M	M
Limpieza	<i>Limpieza de la unidad interna. (Quitar polvo)</i>	1M	20M	M
Limpieza	<i>Revisión y limpieza de filtros de aire de la unidad.</i>	3M	20M	M
Ajustes	<i>Inspección de cableado, apriete de conexiones e intergidad del aislamiento de los cables</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Revisar bandejas de drenado y tubería de condensados. Sin obstrucciones.</i>	3M	20M	M
Limpieza	<i>Verificar manualmente libre giro del ventilador interior. Limpiar aspas.</i>	3M	20M	M
Limpieza	<i>Revisión y limpieza de los serpentines del evaporador</i>	3M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Probar funcionamiento del ventilador (vibraciones - ruidos)</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Revisar estado de la banda de transmisión, grietas, presencia de polvo de hule, deshilachada.</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Verificar ajuste de sobrecalentamiento de la unidad</i>	1A	20M	M
Limpieza	<i>Limpieza general de la carcasa de la unidad</i>	1A	20M	M
Pintura	<i>Reparación y pintura de puntos de corrosión</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar si existen fugas en las líneas y conectores de refrigerante</i>	1A	20M	M
Limpieza	<i>Limpieza exhaustiva de los serpentines de la unidad de acuerdo al procedimiento del fabricante.</i>	1A	40M	M

**PLAN MANTENIMIENTO EXTINCIÓN POR AGUA
TAXONOMÍA: PHBR-AX-FF-EPA**

ASPERSORES

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Inspección, control, limpieza, fijación, eliminación de corrosión del sistema de aspersión. Debe realizarse con el transformador fuera de servicio.</i>	1A	20M	M

TUBERIAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de by-pass.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de junta de desmontaje.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería-fittings de tomas de presión.</i>	1M	15M	O
Inspección Visual	<i>Inspección de fugas, corrosión, golpes, grietas, deformaciones en tubería, bridas y tornillos de valv. Mariposa.</i>	1M	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvulas manuales</i>	3M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar correcta operación de válvula automática</i>	3M	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificación de la condición de conservación de los sellos del obturador (Sello principal y sello manto). (golpes, desprendimientos, deformaciones)</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Estado del recubrimiento/pintura interna de la válvula mariposa.</i>	1A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO MONITOREO Y ALARMA CONTRA INCENDIOS
TAXONOMÍA: PHBR-AX-FF-MAI**

TABLERO MONITOREO Y ALARMA CASA MAQUINAS

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción del tablero</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	20M	M
Ajustes	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los contactores de las motobombas, limpieza y estado de los contactos de potencia y contactos auxiliares</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Estado y funcionamiento de los guardamotores</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión del dispositivo de sobrevelocidad, realizar 5 accionamientos manuales y verificar su actuación</i>	6M	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO DISTRIBUCIÓN CORRIENTE ALTERNA
TAXONOMÍA: PHBR-AX-SP-CAL**

TABLERO PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE ALTERNA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Inspección general del tablero, golpes ruidos extraños, saltos de corriente, humedad etc</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verificar el funcionamiento de la calefacción de los módulos</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las barreras de seguridad que ponen a las partes vivas fuera del alcance de las personas y / o animales (barreras aislantes)</i>	1A	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las identificaciones del tablero y sus elementos principales</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de la pintura</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los componentes principales del tablero</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los puntos de puesta a tierra</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las barras principales, acoplamiento de barras, verificar posibles recalentamientos o presencia de efecto corona.</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Resocar uniones y acoplamientos de las barras principales y remales, según la tabla de torqueado para conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de los aisladores de soporte de las barras, revisar posibles agrietamientos, evidencia de arcos eléctricos y descargas parciales.</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de los cables de potencia, resocar conexiones según la tabla de torqueado de conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de apoyos, fijación y nivelación</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el Estado de transformadores de corriente y potencial, verificar estado superficial, agrietamientos, resoque de las conexiones, cableado.</i>	1A	15M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Realizar pruebas eléctricas según protocolo de pruebas, para transformadores de corriente y potencial</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar las Conexiones a tierra de los transformadores de corriente y potencial.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los gabinetes de control, limpieza y aspirado, resoque de conexiones e inspección del cableado y elementos de control. Verificar funcionamiento de la calefacción</i>	1A	20M	M

Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada disyuntor, realizar 5 operaciones de apertura/cierre y volver a medir la resistencia de contacto. En este proceso verificar la correcta señalización de los indicadores visuales de estado de los interruptores</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos de potencia y cámaras de extinción de arco de los disyuntores</i>	2A	1H	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de extracción (rieles, rodamientos, tornillo sinfín etc) de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante. Realizar 3 secuencias de extracción y verificar las señalizaciones respectivas en cada paso (insertado, pruebas y extraído)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisar el ajuste de los dispositivos de protección o la capacidad de esos elementos, esté conforme a memoria de coordinación de protecciones y la puesta en marcha</i>	6M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia del aislamiento de cada fase respecto a tierra y entre ellas.</i>	1A	30M	M
Termografía	<i>Realizar inspección termográfica</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Comprobar la correcta secuencia de la transferencia (programada en el TSCSASE) para hacer la lógica de arranque de la planta de emergencia y apertura/cierre de interruptores para transferir la carga a la planta de emergencia</i>	3M	20M	M
TABLEROS SECUNDARIOS DE DISTRIBUCION				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Inspección general del tablero, golpes ruidos extraños, saltos de corriente, humedad etc</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verificar el funcionamiento de la calefacción de los módulos</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las barreras de seguridad que ponen a las partes vivas fuera del alcance de las personas y / o animales (barreras aislantes)</i>	1A	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las identificaciones del tablero y sus elementos principales</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de la pintura</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los componentes principales del tablero</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los puntos de puesta a tierra</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las barras principales, acoplamiento de barras, verificar posibles recalentamientos o presencia de efecto corona.</i>	1A	30M	M

Ajustes	<i>Resocar uniones y acoplamientos de las barras principales y remales, según la tabla de torqueado para conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de los aisladores de soporte de las barras, revisar posibles agrietamientos, evidencia de arcos eléctricos y descargas parciales.</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de los cables de potencia, resocar conexiones según la tabla de torqueado de conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de apoyos, fijación y nivelación</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el Estado de transformadores de corriente y potencial, verificar estado superficial, agrietamientos, resoque de las conexiones, cableado.</i>	1A	15M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Realizar pruebas eléctricas según protocolo de pruebas, para transformadores de corriente y potencial</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar las Conexiones a tierra de los transformadores de corriente y potencial.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los gabinetes de control, limpieza y aspirado, resoque de conexiones e inspección del cableado y elementos de control. Verificar funcionamiento de la calefacción</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada disyuntor, realizar 5 operaciones de apertura/cierre y volver a medir la resistencia de contacto. En este proceso verificar la correcta señalización de los indicadores visuales de estado de los interruptores</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos de potencia y cámaras de extinción de arco de los disyuntores</i>	2A	1H	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de extracción (rieles, rodamientos, tornillo sinfín etc) de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante. Realizar 3 secuencias de extracción y verificar las señalizaciones respectivas en cada paso (insertado, pruebas y extraído)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisar el ajuste de los dispositivos de protección o la capacidad de esos elementos, esté conforme a memoria de coordinación de protecciones y la puesta en marcha</i>	6M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia del aislamiento de cada fase respecto a tierra y entre ellas.</i>	1A	30M	M
Termografía	<i>Realizar inspección termográfica</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Comprobar la correcta secuencia de la transferencia (programada en el TSCSASE) para hacer la lógica de arranque de la planta de emergencia y apertura/cierre de interruptores para transferir la carga a la planta de emergencia</i>	3M	20M	M
CENTRO CONTROL DE MOTORES				

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Inspección general del tablero, golpes ruidos extraños, saltos de corriente, humedad etc</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección del Estado de las barreras de seguridad que ponen a las partes vivas fuera del alcance de las personas y / o animales (barreras aislantes)</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar el Estado de la pintura</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar el Estado de los componentes principales del tablero</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar el Estado de los puntos de puesta a tierra</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las barras principales, acoplamiento de barras, verificar posibles recalentamientos o presencia de efecto corona</i>	1A	20M	M
Ajustes	<i>Resocar uniones y acoplamientos de las barras principales y remales, según la tabla de torquedo para conexiones eléctricas</i>	1A	20M	M
Limpieza Mayor	<i>Limpieza e inspección de los aisladores de soporte de las barras, revisar posibles agrietamientos, evidencia de arcos eléctricos y descargas parciales.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de los cables de potencia, resocar conexiones según la tabla de torquedo de conexiones eléctricas</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de apoyos, fijación y nivelación.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección del Estado de transformadores de corriente y potencial, verificar estado superficial, agrietamientos, resoque de las conexiones, cableado.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar funcionamiento y capacidad de acuerdo a los planos, de los disyuntores de protección de los transformadores de corriente y potencial</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los gabinetes de control, limpieza y aspirado, resoque de conexiones e inspección del cableado y elementos de control. Verificar funcionamiento de la calefacción</i>	1A	30M	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de extracción (rieles, rodamientos, tornillo sinfín etc) de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante. Realizar 3 secuencias de extracción y verificar las señalizaciones respectivas en cada paso (insertado, pruebas y extraído)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisar el ajuste de los dispositivos de protección o la capacidad de esos elementos, esté conforme a memoria de coordinación de protecciones y la puesta en marcha</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Revisar la sujeción de los contactos auxiliares de cada interruptor, verificar señalamiento en el sistema de control</i>	1M	15M	M

TABLEROS DE ALUMBRADO Y FUERZA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Ejecutar inspección física del tablero</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos</i>	D	5M	O
Inspección Visual	<i>Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción del tablero</i>	S	20M	M
Revisión General	<i>Verificar las alimentaciones de control y potencia</i>	6M	20M	M
Ajustes	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Torque de las conexiones de potencia</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los contactores de las motobombas, limpieza y estado de los contactos de potencia y contactos auxiliares</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Estado y funcionamiento de los guardamotores</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	15M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Revisión del dispositivo de sobrevelocidad, realizar 5 accionamientos manuales y verificar su actuación</i>	6M	20M	M
CABLES O BARRAS DE POTENCIA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Verificar presencia de ruidos excesivos, en operación normal se presenta un leve zumbido ("zum") propio de la frecuencia 60Hz. Ruidos excesivos indican que algunos elementos de fijación no están adecuadamente apretados o que partes metálicas no fueron correctamente montadas</i>	D	10M	O
Inspección Mayor	<i>Limpieza interna y aspirado, realizar inspección visual interna</i>	1A	20M	M

Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de aislamiento entre fases y de las fases a tierra, se considera satisfactorio si los valores de resistencia medidos son iguales o superiores a 300 MΩ</i>	1A	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada fase, comparar con los valores de fábrica (17,505-21,810 μΩ /m)</i>	1A	1H	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las conexiones mecánicas o eléctricas removibles</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos eléctricos atornillados, verificar el torqueado según la tabla de torques del fabricante.</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las Juntas de vedación, buscar evidencias de: Falta de adhesión y derretimiento de la cola, falta de elasticidad, uniones quebradizas o con rajaduras</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los soportes aislantes y aisladores</i>	2A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar las conexiones mecánicas atornilladas (estructuras, flanges, etc...).</i>	2A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección de soportes, cadenas, aisladores, grapas, conectores</i>	1A	20M	M
Inspección Visual	<i>Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario</i>	1A	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de aislamientos a los cables de potencia</i>	1A	30M	M
INTERRUPTORES DE POTENCIA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual de la pintura o galvanizado</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Inspección y verificación de mecanismos de operación, apertura y cierre manual.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificación de mando local y a distancia de la apertura y cierre.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de los disparos por protecciones.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificar la puesta a tierra y ajustar las terminales de puesta a tierra.</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de tornillería y mantenimiento de conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector.</i>	1A	30M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de las porcelanas.</i>	1A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO REDISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE DIRECTA
TAXONOMÍA: PHBR-AX-SP-CDI**

BANCO DE BATERÍAS 1

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Revisión operativa de los extractores de la sala de baterías</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verifique el correcto funcionamiento de la ducha "lava ojos"</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual de las celdas (fisuras, nivel de electrolito, fugas de electrolito, sulfatación, sedimentos, etc)</i>	1M	15M	M
Rellenar	<i>Verificar el nivel de electrolito, rellenar en caso de ser necesario</i>	1A	10M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Densidad del 100% de las celdas, corregir a 40 °C. Valor nominal = 1,210 kg/L @ 20 °C Nota: Nunca deberá ser hecha una lectura de densidad luego de la adición de agua, pues mientras no exista una mezcla completa dentro del electrolito, las lecturas no corresponderán al valor real.</i>	3M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir Corriente de flotación del 100% de las celdas</i>	3M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir Temperatura del 100% de las celdas</i>	3M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir Impedancia de la conexión de todo el banco</i>	3M	20M	M
Limpieza	<i>Limpieza de los bornes, puentes y terminales, neutralice con bicarbonato de sodio, cal u otro producto alcalino</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza de los residuos u oxidación de los conectores usados para la interconexión de las celdas con el cepillo de fibra o con una fibra abrasiva.</i>	1A	15M	M
Aplicación de Productos	<i>Aplicar protector en las terminales y en los conectores entre celdas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Torqueado de los puentes, aplicando (12 - 14 N.m)</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medición de la impedancia de cada celda</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verifique el estado de los filtros y tapas</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de estructura metálica de las baterías incluyendo los pernos de anclaje</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de las conexiones a tierra, resocar en caso de ser necesario</i>	1A	15M	M

CARGADOR / RECTIFICADOR 1

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
--------------	---------------------------------	------------	------------	--------------

Inspección Visual	<i>Verificar el funcionamiento de las mediciones en el MCL e instrumentos</i>	1M	15M	M
Limpieza	<i>Efectuar limpieza interna en el equipo, aplicando aire comprimido seco</i>	1M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar las entradas y salidas de aire, verificando si no están obstruidas.</i>	1M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección y pruebas de los transformadores de corriente</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar si existen puntos sobrecalentados en el panel de control, presencia de elementos extraños (animales, insectos etc)</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar si existen vestigios de corrosión; descargas parciales, falsos contactos(sobrecalentamiento)</i>	6M	20M	M
Torqueado	<i>Someter el equipo a un reapriete general, sobre todo en las conexiones de las partes del circuito de fuerza, tales como: Transformador de Potencia, Inductores, Semiconductores de Potencia;</i>	1A	1H	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el funcionamiento del sistema, incluyendo operación con el 100% de carga, simulación de falla de red y operación de las baterías;</i>	1A	1H	M
Limpieza	<i>Limpieza de los filtros de ventilación</i>	1A	10M	M
Inspección Visual	<i>Verificar visualmente si los capacitores electrolíticos del filtro LC presentan señales de fuga, sobrecalentamiento o están hinchados. Caso presenten estas señales proceder a la sustitución.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los interruptores principales (alimentación CA, Baterías y Consumidores)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de la placa de relés de señalización remota, inspeccionar relés y su correcta fijación.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de la placa de la fuente de alimentación de control 24 V_{DC} - CN1</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión, limpieza, inspección y pruebas eléctricas del transformador de entrada</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Revisión de los tiristores y diodos del cuadro rectificador</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Revisión de la placa de supresor de transientes PC4</i>	1A	15M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Inspección del transformador seco del cargador, ejecutar protocolo de pruebas eléctricas</i>	1A	1H	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste del Nivel de tensión de flotación (Lectura);</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste del Nivel de tensión de carga (Lectura);</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajustes de los Niveles de entrada y salida de carga automática (cuando aplicable);</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste del Nivel de limitación de corriente de batería (Lectura);</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste del Nivel de tensión de fin de carga de las baterías</i>	1A	15M	M

Mediciones	<i>Verificar ajuste del Límite de tiempo de carga de las baterías</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste de los Niveles de tensión de entrada y salida de la unidad de diodos de caída (UDC)</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajustes de los Niveles de alarma para subtensión y sobretensión de consumidor.</i>	1A	15M	M
Termografía	<i>Realizar inspección termográfica del cargador</i>	1A	1H	M
BANCO DE BATERÍAS 2				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Revisión operativa de los extractores de la sala de baterías</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verifique el correcto funcionamiento de la ducha "lava ojos"</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspección visual de las celdas (fisuras, nivel de electrolito, fugas de electrolito, sulfatación, sedimentos, etc)</i>	1M	15M	M
Rellenar	<i>Verificar el nivel de electrolito, rellenar en caso de ser necesario</i>	1A	10M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Densidad del 100% de las celdas, corregir a 40 °C. Valor nominal = 1,210 kg/L @ 20 °C Nota: Nunca deberá ser hecha una lectura de densidad luego de la adición de agua, pues mientras no exista una mezcla completa dentro del electrolito, las lecturas no corresponderán al valor real.</i>	3M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir Corriente de flotación del 100% de las celdas</i>	3M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir Temperatura del 100% de las celdas</i>	3M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir Impedancia de la conexión de todo el banco</i>	3M	20M	M
Limpieza	<i>Limpieza de los bornes, puentes y terminales, neutralice con bicarbonato de sodio, cal u otro producto alcalino</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza de los residuos u oxidación de los conectores usados para la interconexión de las celdas con el cepillo de fibra o con una fibra abrasiva.</i>	1A	15M	M
Aplicación de Productos	<i>Aplicar protector en las terminales y en los conectores entre celdas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.</i>	1A	20M	M
Torqueado	<i>Torqueado de los puentes, aplicando (12 - 14 N.m)</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medición de la impedancia de cada celda</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verifique el estado de los filtros y tapas</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de estructura metálica de las baterías incluyendo los pernos de anclaje</i>	1A	15M	M

Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de las conexiones a tierra, resocar en caso de ser necesario</i>	1A	15M	M
CARGADOR / RECTIFICADOR 2				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Verificar el funcionamiento de las mediciones en el MCL e instrumentos</i>	1M	15M	M
Limpieza	<i>Efectuar limpieza interna en el equipo, aplicando aire comprimido seco</i>	1M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar las entradas y salidas de aire, verificando si no están obstruidas.</i>	1M	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspección y pruebas de los transformadores de corriente</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar si existen puntos sobrecalentados en el panel de control, presencia de elementos extraños (animales, insectos etc)</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar si existen vestigios de corrosión; descargas parciales, falsos contactos(sobrecalentamiento)</i>	6M	20M	M
Torqueado	<i>Someter el equipo a un reapriete general, sobre todo en las conexiones de las partes del circuito de fuerza, tales como: Transformador de Potencia, Inductores, Semiconductores de Potencia;</i>	1A	1H	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el funcionamiento del sistema, incluyendo operación con el 100% de carga, simulación de falla de red y operación de las baterías;</i>	1A	1H	M
Limpieza	<i>Limpieza de los filtros de ventilación</i>	1A	10M	M
Inspección Visual	<i>Verificar visualmente si los capacitores electrolíticos del filtro LC presentan señales de fuga, sobrecalentamiento o están hinchados. Caso presenten estas señales proceder a la sustitución.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los interruptores principales (alimentación CA, Baterías y Consumidores)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de la placa de relés de señalización remota, inspeccionar relés y su correcta fijación.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de la placa de la fuente de alimentación de control 24 V_{DC} - CN1</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión, limpieza, inspección y pruebas eléctricas del transformador de entrada</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Revisión de los tiristores y diodos del cuadro rectificador</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Revisión de la placa de supresor de trasientes PC4</i>	1A	15M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Inspección del transformador seco del cargador, ejecutar protocolo de pruebas eléctricas</i>	1A	1H	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste del Nivel de tensión de flotación (Lectura);</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste del Nivel de tensión de carga (Lectura);</i>	1A	15M	M

Mediciones	<i>Verificar ajustes de los Niveles de entrada y salida de carga automática (cuando sea aplicable);</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste del Nivel de limitación de corriente de batería (Lectura);</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste del Nivel de tensión de fin de carga de las baterías</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste del Límite de tiempo de carga de las baterías</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajuste de los Niveles de tensión de entrada y salida de la unidad de diodos de caída (UDC)</i>	1A	15M	M
Mediciones	<i>Verificar ajustes de los Niveles de alarma para subtensión y sobretensión de consumidor.</i>	1A	15M	M
Termografía	<i>Realizar inspección termográfica del cargador</i>	1A	1H	M
TABLERO PRINCIPAL DE CORRIENTE DIRECTA 1				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Inspección general del tablero, golpes ruidos extraños, saltos de corriente, humedad etc</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verificar el funcionamiento de la calefacción de los módulos</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las barreras de seguridad que ponen a las partes vivas fuera del alcance de las personas y / o animales (barreras aislantes)</i>	1A	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las identificaciones del tablero y sus elementos principales</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de la pintura</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los componentes principales del tablero</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los puntos de puesta a tierra</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las barras principales, acoplamiento de barras, verificar posibles recalentamientos o presencia de efecto corona</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Resocar uniones y acoplamientos de las barras principales y remales, según la tabla de torqueado para conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de los aisladores de soporte de las barras, revisar posibles agrietamientos, evidencia de arcos eléctricos y descargas parciales.</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de los cables de potencia, resocar conexiones según la tabla de torqueado de conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de apoyos, fijación y nivelación</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el Estado de transformadores de corriente y potencial, verificar estado superficial, agrietamientos, resoque de las conexiones, cableado.</i>	1A	15M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Realizar pruebas eléctricas según protocolo de pruebas, para transformadores de corriente y potencial</i>	1A	30M	M

Inspección Mayor	<i>Inspeccionar las Conexiones a tierra de los transformadores de corriente y potencial.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los gabinetes de control, limpieza y aspirado, resoque de conexiones e inspección del cableado y elementos de control. Verificar funcionamiento de la calefacción</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada disyuntor, realizar 5 operaciones de apertura/cierre y volver a medir la resistencia de contacto. En este proceso verificar la correcta señalización de los indicadores visuales de estado de los interruptores</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos de potencia y cámaras de extinción de arco de los disyuntores</i>	2A	1H	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de extracción (rieles, rodamientos, tornillo sinfín etc) de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante. Realizar 3 secuencias de extracción y verificar las señalizaciones respectivas en cada paso (insertado, pruebas y extraído)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisar el ajuste de los dispositivos de protección o la capacidad de esos elementos, esté conforme a memoria de coordinación de protecciones y la puesta en marcha</i>	6M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia del aislamiento de cada fase respecto a tierra y entre ellas.</i>	1A	30M	M
Termografía	<i>Realizar inspección termográfica</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Comprobar la correcta secuencia de la transferencia (programada en el TSCSASE) para hacer la lógica de arranque de la planta de emergencia y apertura/cierre de interruptores para transferir la carga a la planta de emergencia</i>	3M	20M	M

TABLERO PRINCIPAL DE CORRIENTE DIRECTA 2

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Inspección general del tablero, golpes ruidos extraños, saltos de corriente, humedad etc</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verificar el funcionamiento de la calefacción de los módulos</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las barreras de seguridad que ponen a las partes vivas fuera del alcance de las personas y / o animales (barreras aislantes)</i>	1A	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las identificaciones del tablero y sus elementos principales</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de la pintura</i>	1A	15M	M

Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los componentes principales del tablero</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los puntos de puesta a tierra</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las barras principales, acoplamiento de barras, verificar posibles recalentamientos o presencia de efecto corona</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Resocar uniones y acoplamientos de las barras principales y remales, según la tabla de torqueado para conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de los aisladores de soporte de las barras, revisar posibles agrietamientos, evidencia de arcos eléctricos y descargas parciales.</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de los cables de potencia, resocar conexiones según la tabla de torqueado de conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de apoyos, fijación y nivelación</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el Estado de transformadores de corriente y potencial, verificar estado superficial, agrietamientos, resoque de las conexiones, cableado.</i>	1A	15M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Realizar pruebas eléctricas según protocolo de pruebas, para transformadores de corriente y potencial</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar las Conexiones a tierra de los transformadores de corriente y potencial.</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de los gabinetes de control, limpieza y aspirado, resoque de conexiones e inspección del cableado y elementos de control. Verificar funcionamiento de la calefacción</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada disyuntor, realizar 5 operaciones de apertura/cierre y volver a medir la resistencia de contacto. En este proceso verificar la correcta señalización de los indicadores visuales de estado de los interruptores</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos de potencia y cámaras de extinción de arco de los disyuntores</i>	2A	1H	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de extracción (rieles, rodamientos, tornillo sinfín etc) de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante. Realizar 3 secuencias de extracción y verificar las señalizaciones respectivas en cada paso (insertado, pruebas y extraído)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisar el ajuste de los dispositivos de protección o la capacidad de esos elementos, esté conforme a memoria de coordinación de protecciones y la puesta en marcha</i>	6M	20M	M

Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia del aislamiento de cada fase respecto a tierra y entre ellas.</i>	1A	30M	M
Termografía	<i>Realizar inspección termográfica</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Comprobar la correcta secuencia de la transferencia (programada en el TSCSASE) para hacer la lógica de arranque de la planta de emergencia y apertura/cierre de interruptores para transferir la carga a la planta de emergencia</i>	3M	20M	M
TABLEROS SECUNDARIOS DE DISTRIBUCIÓN CD				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Inspección general del tablero, golpes ruidos extraños, saltos de corriente, humedad etc</i>	D	10M	O
Revisión General	<i>Verificar el funcionamiento de la calefacción de los módulos</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las barreras de seguridad que ponen a las partes vivas fuera del alcance de las personas y / o animales (barreras aislantes)</i>	1A	15M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el Estado de las identificaciones del tablero y sus elementos principales</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de la pintura</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los componentes principales del tablero</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar el Estado de los puntos de puesta a tierra</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las barras principales, acoplamiento de barras, verificar posibles recalentamientos o presencia de efecto corona</i>	1A	30M	M
Ajustes	<i>Resocar uniones y acoplamientos de las barras principales y remales, según la tabla de torqueado para conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de los aisladores de soporte de las barras, revisar posibles agrietamientos, evidencia de arcos eléctricos y descargas parciales.</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el estado de los cables de potencia, resocar conexiones según la tabla de torqueado de conexiones eléctricas</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión de apoyos, fijación y nivelación</i>	1A	15M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar el Estado de transformadores de corriente y potencial, verificar estado superficial, agrietamientos, resoque de las conexiones, cableado.</i>	1A	15M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Realizar pruebas eléctricas según protocolo de pruebas, para transformadores de corriente y potencial</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspeccionar las Conexiones a tierra de los transformadores de corriente y potencial.</i>	1A	20M	M

Inspección Mayor	<i>Revisión de los gabinetes de control, limpieza y aspirado, resoque de conexiones e inspección del cableado y elementos de control. Verificar funcionamiento de la calefacción</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada disyuntor, realizar 5 operaciones de apertura/cierre y volver a medir la resistencia de contacto. En este proceso verificar la correcta señalización de los indicadores visuales de estado de los interruptores</i>	1A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos de potencia y cámaras de extinción de arco de los disyuntores</i>	2A	1H	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricación de los mecanismos de extracción (rieles, rodamientos, tornillo sinfín etc) de los disyuntores, aplicando los lubricantes recomendados por el fabricante. Realizar 3 secuencias de extracción y verificar las señalizaciones respectivas en cada paso (insertado, pruebas y extraído)</i>	1A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Revisar el ajuste de los dispositivos de protección o la capacidad de esos elementos, esté conforme a memoria de coordinación de protecciones y la puesta en marcha</i>	6M	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia del aislamiento de cada fase respecto a tierra y entre ellas.</i>	1A	30M	M
Termografía	<i>Realizar inspección termográfica</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Comprobar la correcta secuencia de la transferencia (programada en el TSCSASE) para hacer la lógica de arranque de la planta de emergencia y apertura/cierre de interruptores para transferir la carga a la planta de emergencia</i>	3M	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO PLANTA DE EMERGENCIA
TAXONOMÍA: PHBR-AX-SP-PEM**

GENERADOR

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Mayor	<i>Revisión de presencia de ruidos extraños en el generador en cada operación</i>	S	15M	O
Inspección Mayor	<i>Revisión del Breaker principal, inspección interna</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisar conexiones de generador</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión del regulador de voltaje</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual de las bobinas del generador</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Realizar pruebas de Resistencia de aislamiento del estator y rotor</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Revisión y pruebas de placa de diodos</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Revisión de TP's y TC's</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Revisar el Estado de fusibles y porta fusibles</i>	6M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Arrancar la planta, hacer transferencia de carga y medir las variables eléctricas principales</i>	6M	40M	M
Monitoreo de Condición	<i>Verificar los niveles de vibración y ruido</i>	6M	1H	M
Torqueado	<i>Verificar y ajustar los tornillos y terminales de conexión</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección y/o reemplazo de los rodamientos, según manual del fabricante</i>	6M	1H	M
Limpieza	<i>Limpieza externa e interna del generador, cada 18 meses o 1500 horas</i>	18M	2H	M
Pruebas Eléctricas	<i>Inspección de varistores</i>	18M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección mayor del generador completo</i>	4500H	3H	M

MOTOR DE COMBUSTIÓN

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de temperatura y anotar lectura</i>	6M	30M	M

Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de presión de aceite y anotar lectura</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de presión de combustible y anotar lectura</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de voltaje del alternador y anotar lectura</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de revoluciones del motor y anotar lectura</i>	6M	30M	M
Ajustes	<i>Revisar que las válvulas estén ajustadas correctamente</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Revisión de fugas en las líneas de aceite y combustible con el motor en funcionamiento</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Presencia de ruidos extraños.</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Ajustar los inyectores y válvulas, cada 18 meses o 1500 horas</i>	18M	30M	M
Revisión General	<i>Verificar el orificio axial del cigüeñal, cada 18 meses o 1500 horas</i>	18M	30M	M
Revisión General	<i>Limpiar y calibrar inyectores</i>	18M	1H	M

**PLAN MANTENIMIENTO PLANTA DE EMERGENCIA
TAXONOMÍA: PHBR-AX-SP-PEM**

GENERADOR

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Mayor	<i>Revisión de presencia de ruidos extraños en el generador en cada operación</i>	S	15M	O
Inspección Mayor	<i>Revisión del Breaker principal, inspección interna</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisar conexiones de generador</i>	6M	15M	M
Inspección Mayor	<i>Revisión del regulador de voltaje</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Inspección visual de las bobinas del generador</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Realizar pruebas de Resistencia de aislamiento del estator y rotor</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Revisión y pruebas de placa de diodos</i>	6M	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Revisión de TP's y TC's</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Revisar el Estado de fusibles y porta fusibles</i>	6M	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Arrancar la planta, hacer transferencia de carga y medir las variables eléctricas principales</i>	6M	40M	M
Monitoreo de Condición	<i>Verificar los niveles de vibración y ruido</i>	6M	1H	M
Torqueado	<i>Verificar y ajustar los tornillos y terminales de conexión</i>	6M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección y/o reemplazo de los rodamientos, según manual del fabricante</i>	6M	1H	M
Limpieza	<i>Limpieza externa e interna del generador, cada 18 meses o 1500 horas</i>	18M	2H	M
Pruebas Eléctricas	<i>Inspección de varistores</i>	18M	20M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección mayor del generador completo</i>	4500H	3H	M

MOTOR DE COMBUSTIÓN

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de temperatura y anotar lectura</i>	6M	30M	M

Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de presión de aceite y anotar lectura</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de presión de combustible y anotar lectura</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de voltaje del alternador y anotar lectura</i>	6M	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Realizar pruebas de revoluciones del motor y anotar lectura</i>	6M	30M	M
Ajustes	<i>Revisar que las válvulas estén ajustadas correctamente</i>	6M	20M	M
Inspección Visual	<i>Revisión de fugas en las líneas de aceite y combustible con el motor en funcionamiento</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Presencia de ruidos extraños.</i>	6M	20M	M
Revisión General	<i>Ajustar los inyectores y válvulas, cada 18 meses o 1500 horas</i>	18M	30M	M
Revisión General	<i>Verificar el orificio axial del cigüeñal, cada 18 meses o 1500 horas</i>	18M	30M	M
Revisión General	<i>Limpiar y calibrar inyectores</i>	18M	1H	M

**PLAN MANTENIMIENTO SERVICIO PROPIO PRINCIPAL 13,8KV
TAXONOMIA: PHBR-AX-SP-SP1**

TRANSFORMADOR DE SERVICIO PROPIO

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Verificar y controlar la temperatura ambiente, del aceite y del arrollado para que no sobrepasen los valores establecidos.</i>	D	15M	M
Revisión General	<i>Verificar el nivel de aceite. Examinar si existen fugas de aceite en la conexión con la empaquetadura o en el cordón de soldadura.</i>	D	15M	O
Revisión General	<i>Inspeccionar la existencia de ruidos o vibraciones anormales en los equipos de refrigeración</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Revisar la presencia de fugas en la válvula del radiador.</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Revisar los cojinetes del motor del ventilador. Medir la resistencia de aislamiento del ventilador. Inspeccionar caja de terminales, armazón y demás partes expuestas</i>	3A	30M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar lugares con posible corrosión y fugas en el radiador. Limpiar las aletas del radiador.</i>	3A	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar pérdidas de aceite en la conexión de la válvula de alivio, de ser necesario reajústela.</i>	D	15M	M
Medición	<i>Medición y control de la resistencia de aislamiento.</i>	2A	20M	M
Medición	<i>Verificar y controlar la rigidez dieléctrica.</i>	1A	20M	M
Medición	<i>Medición de la acidez y realizar un análisis cromatográfico de los gases.</i>	1A	20M	M
Medición	<i>Medir el contenido de agua en el aceite aislante.</i>	1A	20M	M
Reemplazo	<i>Sustituir el aceite del depósito del secador de aire.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar el nivel de aceite y si no hay obstrucciones en los orificios de paso de aire.</i>	1A	15M	M
Inspección Visual	<i>Revisar si existen fugas de aceite en los Bushings.</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Verificar y controlar la existencia de grietas y acumulación de impurezas en las porcelanas del bushing. De ser necesario cambiarlo.</i>	2A	30M	M
Revisión General	<i>Verificar y corregir formaciones de óxido en los bushings. Medir la resistencia de aislamiento cuando está separado del arrollado.</i>	2A	30M	M
Revisión General	<i>Revisar externamente el cuerpo del relé, fugas de aceite. Medir resistencia de aislamiento. Efectuar prueba funcional.</i>	2A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar el buen estado y calibración del termómetro de aceite. Medir la resistencia de aislamiento.</i>	1A	20M	M

Inspección Visual	<i>Inspeccionar el exterior del sistema de indicación remota de temperatura, revisar los cables y conexiones.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificación y control de la temperatura indicada en el termómetro remoto, resistencia óhmica del detector, resistencia de aislamiento.</i>	3A	30M	M
Revisión General	<i>Chequear si existen fugas de aceite o penetración de agua en el visor del indicador del nivel de aceite, inspección externa general.</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el buen funcionamiento del circuito, de los cables y conexiones de forma minuciosa.</i>	2A	1H	M
Inspección Visual	<i>Verificar las condiciones generales de la pintura del tanque y demás componentes.</i>	3A	20M	M
CABLES / BARRAS DE POTENCIA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Verificar presencia de ruidos excesivos, en operación normal se presenta un leve zumbido ("zum") propio de la frecuencia 60Hz. Ruidos excesivos indican que algunos elementos de fijación no están adecuadamente apretados o que partes metálicas no fueron correctamente montadas</i>	D	10M	O
Inspección Mayor	<i>Limpieza interna y aspirado, realizar inspección visual interna</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de aislamiento entre fases y de las fases a tierra, se considera satisfactorio si los valores de resistencia medidos es igual o superior a 300 MΩ</i>	1A	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada fase, comparar con los valores de fábrica (17,505-21,810 μΩ /m)</i>	1A	1H	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las conexiones mecánicas o eléctricas removibles</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos eléctricos atornillados, verificar el torqueado según la tabla de torques del fabricante.</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las Juntas de vedación, buscar evidencias de: Falta de adhesión y derretimiento de la cola, falta de elasticidad, uniones quebradizas o con rajaduras</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los soportes aislantes y aisladores</i>	2A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar las conexiones mecánicas atornilladas (estructuras, flanges, etc...).</i>	2A	20M	M
INTERRUPTOR				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual de la pintura o galvanizado</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Inspección y verificación de mecanismos de operación, apertura y cierre manual.</i>	1A	30M	M

Revisión General	<i>Verificación de mando local y a distancia de la apertura y cierre.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de los disparos por protecciones.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificar la puesta a tierra y ajustar las terminales de puesta a tierra.</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de tornillería y mantenimiento de conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector.</i>	1A	30M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de las porcelanas.</i>	1A	20M	M
SECCIONADORES				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual de la pintura o galvanizado.</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta alineación en el anclaje y las conexiones.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que la apertura y el cierre local funcionen correctamente.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de la cuchilla de puesta a tierra</i>	1A	20M	M
Reemplazo	<i>Realizar cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector</i>	1A	30M	M
Limpieza	<i>Limpieza de contactos del seccionador y aplicación de grasa conductora</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de las porcelanas.</i>	1A	15M	M
	<i>Verificar el alineamiento del seccionador y la posición de los contactos o cuchillas</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricar articulaciones y partes móviles del seccionador.</i>	1A	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar la operación manual del seccionador en las diferentes direcciones y detectar e identificar cualquier anomalía en sus rodamientos.</i>	1A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO SERVICIO PROPIO SECUNDARIO 34,5KV
TAXONOMÍA: PHBR-AX-SP-SP2**

TRANSFORMADOR DE SERVICIO PROPIO

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Verificar y controlar la temperatura ambiente, del aceite y del arrollado para que no sobrepasen los valores establecidos.</i>	D	15M	M
Revisión General	<i>Verificar el nivel de aceite. Examinar si existen fugas de aceite en la conexión con la empaquetadura o en el cordón de soldadura.</i>	D	15M	O
Revisión General	<i>Inspeccionar la existencia de ruidos o vibraciones anormales en los equipos de refrigeración</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Revisar la presencia de fugas en la válvula del radiador .</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Revisar los cojinetes del motor del ventilador. Medir la resistencia de aislamiento del ventilador. Inspeccionar caja de terminales, armazón y demás partes expuestas</i>	3A	30M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar lugares con posible corrosión y fugas en el radiador. Limpiar las aletas del radiador.</i>	3A	20M	M
Inspección Visual	<i>Verificar pérdidas de aceite en la conexión de la válvula de alivio, de ser necesario reajústela.</i>	D	15M	M
Medición	<i>Medición y control de la resistencia de aislamiento.</i>	2A	20M	M
Medición	<i>Verificar y controlar la rigidez dieléctrica.</i>	1A	20M	M
Medición	<i>Medición de la acidez y realizar un análisis cromatográfico de los gases.</i>	1A	20M	M
Medición	<i>Medir el contenido de agua en el aceite aislante.</i>	1A	20M	M
Reemplazo	<i>Sustituir el aceite del depósito del secador de aire.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar el nivel de aceite y si no hay obstrucciones en los orificios de paso de aire.</i>	1A	15M	M
Inspección Visual	<i>Revisar si existen fugas de aceite en los Bushings.</i>	D	10M	O
Inspección Visual	<i>Verificar y controlar la existencia de grietas y acumulación de impurezas en las porcelanas del bushing. De ser necesario cambiarlo.</i>	2A	30M	M
Revisión General	<i>Verificar y corregir formaciones de óxido en los bushings. Medir la resistencia de aislamiento cuando está separado del arrollado.</i>	2A	30M	M
Revisión General	<i>Revisar externamente el cuerpo del relé, fugas de aceite. Medir resistencia de aislamiento. Efectuar prueba funcional.</i>	2A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar el buen estado y calibración del termómetro de aceite. Medir la resistencia de aislamiento.</i>	1A	20M	M

Inspección Visual	<i>Inspeccionar el exterior del sistema de indicación remota de temperatura, revisar los cables y conexiones.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificación y control de la temperatura indicada en el termómetro remoto, resistencia óhmica del detector, resistencia de aislamiento.</i>	3A	30M	M
Revisión General	<i>Chequear si existen fugas de aceite o penetración de agua en el visor del indicador del nivel de aceite, inspección externa general.</i>	1A	30M	M
Inspección Visual	<i>Inspeccionar el buen funcionamiento del circuito, de los cables y conexiones de forma minuciosa.</i>	2A	1H	M
Inspección Visual	<i>Verificar las condiciones generales de la pintura del tanque y demás componentes.</i>	3A	20M	M
CABLES / BARRAS DE POTENCIA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Verificar presencia de ruidos excesivos, en operación normal se presenta un leve zumbido ("zum") propio de la frecuencia 60Hz. Ruidos excesivos indican que algunos elementos de fijación no están adecuadamente apretados o que partes metálicas no fueron correctamente montadas</i>	D	10M	O
Inspección Mayor	<i>Limpieza interna y aspirado, realizar inspección visual interna</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de aislamiento entre fases y de las fases a tierra, se considera satisfactorio si los valores de resistencia medidos es igual o superior a 300 MΩ</i>	1A	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada fase, comparar con los valores de fábrica (17,505-21,810 μΩ /m)</i>	1A	1H	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las conexiones mecánicas o eléctricas removibles</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos eléctricos atornillados, verificar el torqueado según la tabla de torques del fabricante.</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las Juntas de vedación, buscar evidencias de: Falta de adhesión y derretimiento de la cola, falta de elasticidad, uniones quebradizas o con rajaduras</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los soportes aislantes y aisladores</i>	2A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar las conexiones mecánicas atornilladas (estructuras, flanges, etc...).</i>	2A	20M	M
INTERRUPTOR				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual de la pintura o galvanizado</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Inspección y verificación de mecanismos de operación, apertura y cierre manual.</i>	1A	30M	M

Revisión General	<i>Verificación de mando local y a distancia de la apertura y cierre.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de los disparos por protecciones.</i>	1A	30M	M
Revisión General	<i>Verificar la puesta a tierra y ajustar las terminales de puesta a tierra.</i>	1A	30M	M
Reemplazo	<i>Cambio de tornillería y mantenimiento de conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector.</i>	1A	30M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de las porcelanas.</i>	1A	20M	M
SECCIONADORES				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual de la pintura o galvanizado.</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta alineación en el anclaje y las conexiones.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que la apertura y el cierre local funcionen correctamente.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de la cuchilla de puesta a tierra</i>	1A	20M	M
Reemplazo	<i>Realizar cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector</i>	1A	30M	M
Limpieza	<i>Limpieza de contactos del seccionador y aplicación de grasa conductora</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de las porcelanas.</i>	1A	15M	M
	<i>Verificar el alineamiento del seccionador y la posición de los contactos o cuchillas</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricar articulaciones y partes móviles del seccionador.</i>	1A	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar la operación manual del seccionador en las diferentes direcciones y detectar e identificar cualquier anomalía en sus rodamientos.</i>	1A	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO SERVICIO PROPIO 230 VAC
TAXONOMÍA: PHBR-AX-SP-SP3**

CABLES / BARRAS DE POTENCIA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Revisión General	<i>Verificar presencia de ruidos excesivos, en operación normal se presenta un leve zumbido ("zum") propio de la frecuencia 60Hz. Ruidos excesivos indican que algunos elementos de fijación no están adecuadamente apretados o que partes metálicas no fueron correctamente montadas</i>	D	10M	O
Inspección Mayor	<i>Limpieza interna y aspirado, realizar inspección visual interna</i>	1A	20M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de aislamiento entre fases y de las fases a tierra, se considera satisfactorio si los valores de resistencia medidos es igual o superior a 300 MΩ</i>	1A	30M	M
Pruebas Eléctricas	<i>Medir la resistencia de contactos de cada fase, comparar con los valores de fábrica (17,505-21,810 μΩ /m)</i>	1A	1H	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las conexiones mecánicas o eléctricas removibles</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los contactos eléctricos atornillados, verificar el torqueado según la tabla de torques del fabricante.</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de las Juntas de vedación, buscar evidencias de: Falta de adhesión y derretimiento de la cola, falta de elasticidad, uniones quebradizas o con rajaduras</i>	2A	30M	M
Inspección Mayor	<i>Inspección de los soportes aislantes y aisladores</i>	2A	20M	M
Inspección Mayor	<i>Verificar las conexiones mecánicas atornilladas (estructuras, flanges, etc...).</i>	2A	20M	M

PLAN MANTENIMIENTO INTERRUPTOR ENTRADA PATIO INTERRUPTORES (3F)
TAXONOMÍA: PHBR-AX-BS-52L

COMPRESOR DE AIRE

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Verificar nivel de aceite del compresor</i>	D	10M	O
Reemplazo	<i>Sustitución del cartucho filtro aire</i>	2000H	20M	M
Limpieza	<i>Limpieza del panel pre-filtro aire enfriamiento</i>	2000H	20M	M
Reemplazo	<i>Sustitución del aceite fluido compresor</i>	2000H	20M	M
Reemplazo	<i>Sustitución del cartucho filtro aceite</i>	2000H	20M	M
Ajustes	<i>Control de apriete de todas las conexiones eléctricas (cuadro y terminal de bornes de motor)</i>	2000H	20M	M
Inspección Visual	<i>Revisión por desgastes, grietas, polvo de hule en banda de transmisión</i>	2000H	20M	M
Limpieza	<i>Limpieza del radiador aire - aceite</i>	2000H	20M	M
Reemplazo	<i>Sustitución del cartucho del separador aire-aceite</i>	2000H	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Control de funcionamiento correcto de las válvulas de seguridad, de los componentes eléctricos y comprobación de la intervención de la sonda de temperatura</i>	4000H	30M	M
Reemplazo	<i>Sustituir kit de válvula de mínima presión, termostática y de aspiración</i>	8000H	30M	M
Reemplazo	<i>Sustituir banda de transmisión</i>	8000H	30M	M
Reemplazo	<i>Sustituir panel de pre-filtrado</i>	8000H	20M	M

**PLAN MANTENIMIENTO LINEA SUBTERRANEA SALIDA GENERACIÓN
TAXONOMIA: PHBR-AX-BS-CTP**

SECCIONADOR DE ENTRADA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual de la pintura o galvanizado.</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta alineación en el anclaje y las conexiones.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que la apertura y el cierre local funcionen correctamente.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de la cuchilla de puesta a tierra</i>	1A	20M	M
Reemplazo	<i>Realizar cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector</i>	1A	30M	M
Limpieza	<i>Limpieza de contactos del seccionador y aplicación de grasa conductora</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de las porcelanas.</i>	1A	15M	M
	<i>Verificar el alineamiento del seccionador y la posición de los contactos o cuchillas</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricar articulaciones y partes móviles del seccionador.</i>	1A	20M	M
Pruebas de Funcionamiento	<i>Comprobar la operación manual del seccionador en las diferentes direcciones y detectar e identificar cualquier anomalía en sus rodamientos</i>	1A	20M	M

SECCIONADOR DE SALIDA / BARRA

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Inspección visual de la pintura o galvanizado.</i>	1A	15M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta alineación en el anclaje y las conexiones.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar que la apertura y el cierre local funcionen correctamente.</i>	1A	20M	M
Revisión General	<i>Verificar la correcta operación de la cuchilla de puesta a tierra</i>	1A	20M	M
Reemplazo	<i>Realizar cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector</i>	1A	30M	M
Limpieza	<i>Limpieza de contactos del seccionador y aplicación de grasa conductora</i>	1A	15M	M
Limpieza	<i>Limpieza e inspección de las porcelanas.</i>	1A	15M	M
	<i>Verificar el alineamiento del seccionador y la posición de los contactos o cuchillas</i>	1A	20M	M
Lubricación	<i>Lubricar articulaciones y partes móviles del seccionador.</i>	1A	20M	M

Pruebas de Funcionamiento	Comprobar la operación manual del seccionador en las diferentes direcciones y detectar e identificar cualquier anomalía en sus rodamientos	1A	20M	M
CABLES DE POTENCIA				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia	1A	20M	M
Inspección Visual	Inspección de soportes, cadenas, aisladores, grapas, conectores	1A	20M	M
Inspección Visual	Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario	1A	30M	M
Pruebas de Funcionamiento	Realizar pruebas de aislamientos a los cables de potencia	1A	30M	M
PROTECCION, MEDICION Y CONTROL				
Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	Ejecutar inspección física del tablero	D	5M	O
Inspección Visual	Verificar el estado de las puertas, cerraduras y sellos	D	5M	O
Inspección Visual	Funcionamiento de la iluminación interior, toma corrientes y calefacción del tablero	S	20M	M
Revisión General	Verificar las alimentaciones de control y potencia	6M	20M	M
Ajustes	Controlar la firmeza de las conexiones de los cables de control, conexiones a las borneras y fijación de las terminales. Resocar si es necesario	1A	20M	M
Inspección Mayor	Controlar si existen daños en el aislamiento de los cables de control /potencia	1A	20M	M
Revisión General	Controlar el aterrizamiento de los tableros, incluyendo el de las puertas	1A	30M	M
Revisión General	Controlar el aterrizamiento de las pantallas de los cables de control.	1A	20M	M
Torqueado	Torque de las conexiones de potencia	1A	15M	M
Revisión General	Observar si todos los dispositivos del control tales como botoneras, llaves, bloques de prueba, termostatos, contactos auxiliares, interruptores, etc actúan correctamente	1A	20M	M
Inspección Mayor	Revisión de los contactores de las motobombas, limpieza y estado de los contactos de potencia y contactos auxiliares	1A	15M	M
Inspección Mayor	Estado y funcionamiento de los guardamotores.	1A	20M	M

Revisión General	<i>Fijación y firmeza de los relés de control</i>	1A	15M	M
---------------------	---------------------------------------------------	----	-----	---

**PLAN MANTENIMIENTO SUMINISTRO DE AGUAS
TAXONOMIA: PHBR-OA-OC-SAG**

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Tarea	Descripción de Actividad	FRE	DUR	ENCAR
Inspección Visual	<i>Verificar estado del filtro de línea y funcionamiento de válvulas de by-pass del filtro</i>	3M	15M	M
Inspección Visual	<i>Verificar correcto funcionamiento y lecturas del manómetro de tanque reservorio</i>	S	15M	O
Pruebas de Funcionamiento	<i>Verificar funcionamiento y ausencia de fugas de aire en trampa de condensados del tanque</i>	3M	15M	M