

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Propuesta de mejora de la disponibilidad de la
chancadora cónica HP 800 mediante la optimización
del plan de mantenimiento en una empresa minera,
Arequipa - 2024**

Elizabeth Villanueva Muñoz

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Karina Ponce Begazo
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 8 de abril de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Propuesta de mejora de la disponibilidad de la chancadora cónica HP 800 mediante la optimización del plan de mantenimiento en una empresa minera, Arequipa - 2024

Autores:

1. Elizabeth Villanueva Muñoz – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 7 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> |
| Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 10 | | |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI <input type="checkbox"/> | NO <input checked="" type="checkbox"/> |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original (No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ASESOR

MBA. Karina Ponce Begazo

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, le agradezco a mi esposo que siempre me ha brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Siempre me ha impulsado a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. Asimismo, fue quien me brindó el soporte material y económico para lograr esta meta.

Le agradezco a mis padres y a todas las personas involucradas, por apoyarme con mis hijos, cada que tenía que asistir a clases.

Agradezco a mi asesora, por su dedicación y paciencia; sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos.

Por último, agradecer a la universidad, que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mi esposo, quien fue siempre mi apoyo en todo este proceso, mis hijos Thiago y Joaquín, por motivarme y apoyarme a no rendirme fácilmente.

También a mis padres, por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

Y, finalmente, a todas aquellas personas que fueron mi soporte y apoyo en todo este proceso.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| ASESOR..... | iv |
| AGRADECIMIENTOS | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| ÍNDICE..... | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| INTRODUCCIÓN | xiv |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 1 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 3 |
| 1.2.1 Problema general..... | 3 |
| 1.2.2 Problema específico | 3 |
| 1.3 Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo general | 3 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.4 Justificación | 4 |
| 1.4.1 Justificación empresarial | 4 |
| 1.4.2 Justificación social | 4 |
| 1.4.3 Justificación práctica | 4 |
| 1.4.4 Justificación metodológica | 5 |
| 1.5 Importancia | 5 |
| 1.6 Delimitación del proyecto | 5 |
| 1.6.1 Delimitación temporal..... | 5 |
| 1.6.2 Delimitación espacial | 6 |
| 1.7 Hipótesis | 6 |
| 1.7.1 Hipótesis general | 6 |
| 1.7.2 Hipótesis específicas | 6 |
| 1.8 Variables | 6 |
| 1.8.1 Descripción de variables..... | 6 |
| 1.8.2 Operacionalización de variables | 7 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO II..... | 8 |
| MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación..... | 8 |
| 2.1.1 Antecedentes internacionales | 8 |
| 2.1.2 Antecedentes nacionales..... | 10 |
| 2.2 Bases teóricas | 12 |
| 2.2.1 Tipos de mantenimientos..... | 12 |
| 2.2.2 Mantenimiento | 13 |
| 2.2.3 Gestión de mantenimiento | 14 |
| 2.2.4 Plan de mantenimiento | 14 |
| 2.2.5 Modelo del ciclo de mantenimiento..... | 15 |
| 2.2.6 Indicadores de mantenimiento..... | 15 |
| 2.2.7 Auditoría de mantenimiento | 16 |
| 2.2.8 Análisis de criticidad..... | 16 |
| 2.2.9 Fallas | 17 |
| 2.2.10 Tipos de fallas | 18 |
| 2.2.11 Disponibilidad..... | 18 |
| 2.2.12 Metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad..... | 19 |
| 2.3 Definición de términos básicos | 20 |
| CAPÍTULO III..... | 22 |
| METODOLOGÍA..... | 22 |
| 3.1 Método y alcance de la investigación..... | 22 |
| 3.2 Diseño de la investigación..... | 22 |
| 3.3 Población y muestra | 23 |
| 3.3.1 Población..... | 23 |
| 3.3.2 Muestra..... | 23 |
| 3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos | 23 |
| 3.4.1 Técnicas de recolección de datos..... | 23 |
| 3.4.2 Instrumentos de recolección de datos | 23 |
| 3.5 Instrumento de análisis de datos | 24 |
| CAPÍTULO IV | 25 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 25 |
| 4.1 Presentación de resultados..... | 25 |
| 4.1.1 Estado actual del plan de mantenimiento..... | 25 |
| 4.1.2 Identificación de fallas recurrentes y causas principales..... | 34 |
| 4.1.3 Proponer plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800..... | 49 |
| 4.2 Discusiones de resultados..... | 72 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| CAPÍTULO V..... | 74 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 74 |
| 5.1 Conclusiones..... | 74 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 75 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 76 |
| ANEXOS | 85 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 1. | Operacionalización de variables. | 7 |
| Tabla 2. | Plan de mantenimiento preventivo anual – actual..... | 26 |
| Tabla 3. | Tiempo de paradas en horas durante el periodo agosto 2023 a febrero 2024..... | 27 |
| Tabla 4. | Disponibilidad de equipos hp en el área de chancado fino. | 28 |
| Tabla 5. | Disponibilidad de equipos hp. | 28 |
| Tabla 6. | Tipo de paradas realizadas durante el período agosto 2023 a febrero 2024. | 30 |
| Tabla 7. | Matriz AMFE en la disponibilidad de la chancadora cónica HP 800..... | 35 |
| Tabla 8. | Matriz Vester en paradas programadas..... | 44 |
| Tabla 9. | Matriz Vester en paradas no programadas..... | 45 |
| Tabla 10. | Matriz Vester en reservas operativas. | 46 |
| Tabla 11. | Priorización de Pareto en paradas programadas..... | 47 |
| Tabla 12. | Priorización de Pareto en paradas no programadas..... | 48 |
| Tabla 13. | Priorización de Pareto en paradas no programadas..... | 48 |
| Tabla 14. | Cronograma de actividades. | 54 |
| Tabla 15. | Acciones para el plan de mantenimiento correctivo. | 58 |
| Tabla 16. | Acciones para el plan de mantenimiento predictivo. | 59 |
| Tabla 17. | Cronograma de Mantenimiento para la Chancadora Cónica HP800..... | 61 |
| Tabla 18. | Cronograma de capacitaciones para el Mantenimiento de la Chancadora Cónica HP800..... | 62 |
| Tabla 19. | Matriz AMFE propuesto en la disponibilidad de chancadora cónica HP 800. 63 | |
| Tabla 20. | Resumen de la propuesta. | 69 |
| Tabla 21. | Programa de mantenimiento propuesto. | 71 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1. | Evolución del mantenimiento..... | 14 |
| Figura 2. | Diagrama de procesos de la chancadora cónica HP..... | 25 |
| Figura 3. | Tiempo de paradas en horas durante el periodo agosto 2023 a febrero 2024..... | 27 |
| Figura 4. | Disponibilidad de equipos hp en el área de chancado fino | 29 |
| Figura 5. | Disponibilidad de equipos hp en el área de chancado fino entre 2023 a 2024 | 29 |
| Figura 6. | Tipo de paradas realizadas durante el período agosto 2023 a febrero 2024. | 30 |
| Figura 7. | Disponibilidad anual de concentradora en el 2023 y 2024. | 32 |
| Figura 8. | Seguimiento mensual de disponibilidad de la concentradora en el 2023 y 2024. 33 | |
| Figura 9. | Diagrama Ishikawa en paradas programadas..... | 40 |
| Figura 10. | Diagrama Ishikawa en paradas no programadas..... | 41 |
| Figura 11. | Diagrama Ishikawa en reservas operativas. | 42 |
| Figura 12. | Priorización de Pareto en paradas programadas..... | 47 |
| Figura 13. | Priorización de Pareto en paradas programadas..... | 48 |
| Figura 14. | Priorización de Pareto en reservas operativas..... | 49 |
| Figura 15. | Fase de implementación del TPM. | 51 |
| Figura 16. | Diseño base en PHVA para el TPM. A..... | 53 |
| Figura 17. | Períodos de inspección y mantenimiento diario de la chancadora cónica. | 55 |
| Figura 18. | Períodos de inspección y mantenimiento semanal de la chancadora cónica. .. | 56 |
| Figura 19. | Períodos de inspección y mantenimiento mensual de la chancadora cónica. .. | 56 |
| Figura 20. | Períodos de inspección y mantenimiento anual de la chancadora cónica..... | 57 |
| Figura 21. | Situación actual y propuesta en la disponibilidad de la chancadora cónica. ... | 69 |

RESUMEN

Hoy, con el avance de la tecnología y el uso creciente de maquinaria en las industrias manufactureras, los inversores y gerentes consideran diferentes formas de disminuir las fallas repentinas de la maquinaria y aumentar su vida útil, con el objetivo de obtener el mayor rendimiento posible del equipo al menor costo. En este nuevo escenario, la competitividad empresarial se fortalece no solo a través de la reducción de costos, sino también mediante un enfoque organizativo que promueva la innovación y mantenga la competitividad. Por lo tanto, contar con un sistema de mantenimiento eficiente implica actividades encaminadas a mantener la vida útil de los equipos en óptimas condiciones para evitar fallas imprevistas. La investigación tuvo como objetivo desarrollar una propuesta de mejora para incrementar la disponibilidad operativa de la chancadora cónica HP 800 mediante la optimización del plan de mantenimiento. La metodología incluyó un enfoque cuantitativo, diseño no experimental y alcance descriptivo, utilizando registros históricos de fallas, manuales técnicos y datos operativos, y aplicando herramientas como diagramas de Ishikawa y AMEF. Se identificaron 497 eventos de paradas, siendo el mantenimiento programado el más recurrente con 147 casos. Se propuso un plan de mantenimiento optimizado que incluye técnicas predictivas, capacitación del personal y ajustes en los cronogramas, estimándose un incremento de la disponibilidad operativa hasta el 95.37%. En conclusión, la optimización mejora la disponibilidad, reduce costos y fortalece la sostenibilidad de la empresa minera.

Palabras claves: disponibilidad operativa, chancadora cónica hp, mantenimiento, gestión estratégica.

ABSTRACT

Today, with the advancement of technology and the increasing use of machinery in manufacturing industries, investors and managers consider different ways to reduce sudden machinery failures and increase its useful life, with the objective of obtaining the highest possible equipment performance at the lowest cost. In this new scenario, business competitiveness is strengthened not only through cost reduction, but also through an organizational approach that promotes innovation and maintains competitiveness. Therefore, having an efficient maintenance system implies activities aimed at maintaining the useful life of the equipment in optimal conditions to avoid unforeseen failures. The objective of this research was to develop an improvement proposal to increase the operational availability of the HP 800 cone crusher by optimizing the maintenance plan. The methodology included a quantitative approach, non-experimental design and descriptive scope, using historical records of failures, technical manuals and operational data, and applying tools such as Ishikawa diagrams and FEA. A total of 497 shutdown events were identified, with scheduled maintenance being the most recurrent with 147 cases. An optimized maintenance plan was proposed that includes predictive techniques, personnel training and adjustments to the schedules, estimating an increase in operational availability of up to 95.37%. In conclusion, the optimization improves availability, reduces costs and strengthens the sustainability of the mining company.

Keywords: operational availability, hp cone crusher, maintenance, strategic management.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el avance tecnológico y el uso intensivo de maquinaria en la industria manufacturera han impulsado a inversionistas y gerentes a implementar estrategias innovadoras. Estas buscan no solo minimizar las fallas imprevistas de los equipos, sino también prolongar su vida útil, equilibrando la maximización del rendimiento operativo con la optimización de costos.

En este contexto, la presente investigación aborda la siguiente pregunta: ¿cómo mejorar la disponibilidad de la chancadora cónica HP 800 mediante la optimización del plan de mantenimiento en una empresa minera de Arequipa durante el 2024? Para responderla, el objetivo principal es desarrollar una propuesta de mejora basada en la revisión y ajuste del plan de mantenimiento del referido equipo crítico.

La relevancia del estudio radica en que la chancadora cónica HP 800 es fundamental para los procesos productivos de la empresa minera. Al optimizar su mantenimiento, se reducirán los tiempos de inactividad no planificados, incrementando así su disponibilidad y, en consecuencia, la capacidad de producción. Esto impactará positivamente en la eficiencia operativa y la rentabilidad del negocio.

Por lo tanto, la investigación se encuentra estructurada y organizada en cinco capítulos principales:

Capítulo I: presenta el planteamiento y formulación del problema, así como los objetivos de la investigación (tanto generales como específicos), su justificación e importancia, las hipótesis y la descripción de las variables.

Capítulo II: desarrolla el marco teórico, que incluye los antecedentes de la investigación en los niveles internacional, nacional y local, además de las bases teóricas y la definición de términos básicos.

Capítulo III: detalla la metodología de la investigación, a incluir el método y alcance, el diseño del estudio, la población y la muestra, junto con las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos.

Capítulo IV: contempla el análisis e interpretación de los resultados y la discusión de los hallazgos.

Finalmente, el capítulo V, donde se detallan las conclusiones y recomendaciones, para luego dar a conocer las referencias bibliográficas y los anexos correspondientes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, con el avance de la tecnología y el uso creciente de maquinaria en las industrias manufactureras, los inversores y gerentes consideran diferentes formas de disminuir las fallas repentinas de la maquinaria y aumentar su vida útil, con el objetivo de obtener el mayor rendimiento posible del equipo al menor costo (1). En este nuevo escenario, la competitividad empresarial se fortalece no sólo a través de la “palanca clásica” de la reducción de costes, sino también mediante la aplicación de un enfoque organizativo que promueva la innovación y mantenga la competitividad en el futuro (2). Por lo tanto, contar con un sistema de mantenimiento eficiente implica contar con actividades encaminadas a mantener la vida útil de los equipos en óptimas condiciones de operación para evitar la ocurrencia de fallas imprevistas (3).

Sin embargo, para las empresas europeas, los principales puntos críticos son el *downtime* no planeado y el mantenimiento de emergencia (90%), el envejecimiento de la infraestructura y tecnología de IT (88%), la conexión de activos modernos y el análisis de datos (76%), la obtención de datos de activos (40%), la conexión de activos antiguos y la obtención de datos (29 %), los ciclos de mantenimiento (24%), la conexión de activos a lugares remotos (24%), el monitoreo de activos en tiempo real (22%) y la colaboración con proveedores (20%) (4). Por otro lado, en 2021, el 42,5% de las empresas en los Estados Unidos gastaron el 21-40% de su presupuesto operacional en equipos/materiales de limpieza y mantenimiento. Cerca del 35,79% gastaron solo el 1-20%, el 16,78% gastaron el 41-60%, el 3,36% gastaron el 61-80% y el 1,57 % gastaron más del 80% (5).

Por otro lado, en 2023, el mercado latinoamericano de gestión de instalaciones alcanzó un valor aproximado de USD 4,23 mil millones. Se calcula que el mercado crecerá a una tasa anual compuesta del 7.70% entre 2024 y 2032, para alcanzar un valor de 8,25 mil millones de USD en 2032 (6). Asimismo, en Colombia, el índice de productividad total del equipamiento de transporte, de excavación - carga y buldóceres al 6to año de explotación, cuyos valores han sido 51.72%, 48.88 % y 55.51%, respectivamente, mostrando reducciones de productividad del parque de máquinas entre el 44% y el 51%; dentro de las principales causas que han influido en la reducción del índice de productividad del parque de máquinas esta la disponibilidad técnica (7).

Por lo tanto, la empresa enfrenta una problemática crítica: la baja disponibilidad de la chancadora cónica HP 800, equipo esencial para sus operaciones mineras. Este problema interrumpe la continuidad productiva y reduce la eficiencia operativa, como lo evidencian los reportes recientes, que muestran una disponibilidad real persistentemente inferior a las metas establecidas. Esta brecha no solo compromete el flujo constante de producción, sino que también impacta negativamente en la rentabilidad del proyecto, al deteriorar indicadores clave como el rendimiento y los costos operativos.

De igual modo, las causas detrás de esta situación son multifacéticas. En primer lugar, existe una gestión deficiente del mantenimiento, pues, aunque hay planes establecidos, su ejecución es insuficiente debido a la falta de recursos dedicados a actividades preventivas y la carencia de sistemas predictivos que anticipen fallas técnicas. En segundo lugar, el monitoreo ineficaz del equipo impide detectar anomalías a tiempo, lo que deriva en paradas imprevistas. Finalmente, la insuficiente capacitación del personal técnico genera errores durante las intervenciones de mantenimiento, prolongando los tiempos de inactividad y agravando el problema.

Asimismo, estas deficiencias tienen consecuencias operativas y económicas tangibles. Las paradas no programadas provocan fluctuaciones mensuales en la disponibilidad del equipo, interrumpiendo la eficiencia de la planta. Además, se incrementan los costos directos, como reparaciones de emergencia y materiales no planificados, así como gastos indirectos vinculados a la reprogramación de la producción y la gestión de inventarios. Este escenario no solo presiona el presupuesto operativo, sino que reduce la competitividad del proyecto minero al afectar su rentabilidad a mediano y largo plazo.

Para resolver esta problemática, la investigación propone optimizar el plan de mantenimiento mediante tres acciones estratégicas. Primero, se implementará un sistema de mantenimiento predictivo basado en sensores y análisis de datos en tiempo real, lo que permitirá identificar riesgos antes de que generen paradas críticas. Segundo, se fortalecerá la capacitación técnica del personal, enfocándose en métodos avanzados de mantenimiento y el uso de herramientas digitales de diagnóstico. Tercero, se revisará la asignación de recursos para garantizar que las tareas preventivas cuenten con presupuesto y personal especializado.

De igual modo, los resultados esperados son claros: incrementar la disponibilidad de la chancadora para alinearla con los objetivos planificados, reducir costos operativos asociados a fallas y, sobre todo, instaurar una cultura de mantenimiento proactivo. Esta transformación no solo mejorará la eficiencia inmediata, sino que asegurará la sostenibilidad operativa de la

empresa minera en el futuro, demostrando que una estrategia técnica bien estructurada puede convertir desafíos en oportunidades de mejora continua.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo desarrollar una propuesta de mejora de la disponibilidad de la chancadora cónica HP 800 mediante la optimización del plan de mantenimiento en una empresa minera, Arequipa - 2024?

1.2.2 Problema específico

- ¿Cuál es el estado actual del plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800 y cómo afecta su disponibilidad operativa en una minera, Arequipa - 2024?
- ¿Qué fallas recurrentes se presentan en la chancadora cónica HP 800 y cuáles son las causas principales de estas fallas en una minera, Arequipa - 2024?
- ¿Qué mejoras pueden proponerse en el plan de mantenimiento para reducir los tiempos de inactividad y aumentar la eficiencia operativa de la chancadora cónica HP 800 en una minera, Arequipa - 2024?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mejora de la disponibilidad de la chancadora cónica HP 800 mediante la optimización del plan de mantenimiento en una empresa minera ubicada en Arequipa, durante el año 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el estado actual del plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800 y su impacto en la disponibilidad operativa en una minera, Arequipa - 2024.
- Identificar las fallas recurrentes y las causas principales que afectan el rendimiento de la chancadora cónica HP 800 en una minera, Arequipa - 2024.
- Proponer mejoras en el plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800 para reducir los tiempos de inactividad y aumentar su eficiencia operativa en una minera, Arequipa - 2024.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación empresarial

Esta investigación es fundamental porque sirve para mejorar significativamente la eficiencia operativa de la chancadora cónica HP 800, un equipo esencial en el proceso productivo de la empresa minera. Asimismo, al optimizar el plan de mantenimiento, se busca reducir los tiempos de inactividad no programados, lo cual incrementa la disponibilidad del equipo y, por ende, la capacidad de producción. Además, al extender la vida útil de la maquinaria y disminuir los costos asociados con reparaciones imprevistas, se contribuye directamente a la rentabilidad y competitividad de la empresa en el mercado minero. Por lo tanto, esta investigación no solo beneficia a la empresa en términos económicos; sino también, promueve prácticas de gestión más sostenibles y eficientes.

1.4.2 Justificación social

La relevancia social de esta investigación radica en su impacto positivo en la comunidad y en la economía regional. Al mejorar la disponibilidad y eficiencia de la chancadora, se potencia la productividad de la empresa minera, lo que puede traducirse en la generación de más empleos y en el fortalecimiento de la cadena de valor local. Asimismo, una empresa más eficiente y rentable tiene la capacidad de invertir en programas de responsabilidad social, infraestructura comunitaria y proyectos ambientales, beneficiando directamente a las poblaciones circundantes. Además, al optimizar los procesos operativos, se promueve el desarrollo sostenible, lo que tiene una proyección positiva en el bienestar social y en la preservación del entorno.

1.4.3 Justificación práctica

La investigación aborda y busca resolver un problema real y tangible; puesto que la baja disponibilidad operativa de la chancadora cónica HP 800 se debe a un plan de mantenimiento inadecuado. Asimismo, al identificar las fallas recurrentes y analizar sus causas raíz, se pueden implementar soluciones efectivas que reduzcan las interrupciones en la producción. Esto no solo mejora la eficiencia y productividad de la operación minera, sino que también aumenta la seguridad al prevenir fallas inesperadas que podrían poner en riesgo al personal y al equipo. Además, al optimizar el mantenimiento, se promueve un uso más eficiente de los recursos y se reducen los costos operativos, lo que tiene un impacto positivo en la rentabilidad de la empresa.

1.4.4 Justificación metodológica

Desde una perspectiva metodológica, la investigación ofrece una contribución significativa al proponer un enfoque innovador para optimizar el plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800. A diferencia de las metodologías tradicionales, que suelen ser reactivas y basadas en programas de mantenimiento genéricos, este estudio implementa técnicas avanzadas como el análisis de fallas recurrentes y la identificación de causas raíz. Al aplicar herramientas como el mantenimiento predictivo y sistemas de gestión basados en datos, se promueve una forma más proactiva y eficiente de abordar el mantenimiento. El enfoque metodológico no solo mejora la planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento, sino que también puede ser adaptado y aplicado por otras empresas mineras y sectores industriales, contribuyendo así a la evolución y mejora de las prácticas metodológicas en el campo.

1.5 Importancia

La relevancia del estudio se encuentra en la necesidad de incrementar la eficiencia operativa y la disponibilidad de los equipos críticos dentro del sector minero, específicamente, la chancadora cónica HP 800. Por lo tanto, la mejora en la disponibilidad de este equipo contribuirá a la optimización de la producción minera; además, permitirá la reducción de los costos operativos derivados de paradas imprevistas, y la mejora de la competitividad de la empresa en el mercado global. Asimismo, la implementación de un plan de mantenimiento optimizado permitirá una gestión más eficaz de los recursos disponibles; además, propiciará una mejora significativa en la seguridad laboral del personal involucrado.

1.6 Delimitación del proyecto

1.6.1 Delimitación temporal

La investigación se desarrollará durante los meses de agosto del 2023 a febrero del 2024, centrada en la evaluación de las prácticas de mantenimiento actuales y la subsecuente implementación de mejoras en el plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800. Durante este período, se recopilarán datos específicos sobre la frecuencia de fallas, el tiempo de respuesta ante contingencias y la eficacia de las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo. Además, se analizará la evolución de los indicadores clave de rendimiento a lo largo del año para determinar el impacto de las mejoras implementadas.

1.6.2 Delimitación espacial

El estudio se llevará a cabo en una empresa minera ubicada en la región de Arequipa, Perú, donde se encuentra operativa la chancadora cónica HP 800. La ubicación geográfica de la empresa presenta desafíos específicos, tales como condiciones ambientales adversas que pueden afectar el rendimiento del equipo. Por lo tanto, el estudio también considerará el impacto de factores externos, como la altitud y las condiciones climáticas, en la disponibilidad y el desempeño de la chancadora

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

Mediante la optimización del plan de mantenimiento es posible desarrollar una propuesta de mejora de la disponibilidad de la chancadora cónica HP 800 en una empresa minera, Arequipa - 2024.

1.7.2 Hipótesis específicas

- El estado actual del plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800 es deficiente y afecta su disponibilidad operativa en una minera, Arequipa - 2024.
- Las fallas recurrentes que se presentan en la chancadora cónica HP 800 son las fallas mecánicas y sus causas principales son mal manejo operativo del equipo y deficiencia operativa de mantenimiento.
- Las mejoras que se pueden proponer en el plan de mantenimiento son la implementación de un TPM que permita mejorar el plan de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

1.8 Variables

1.8.1 Descripción de variables

- a) Variable dependiente: optimización del plan de mantenimiento.
- b) Variable independiente: disponibilidad de la chancadora cónica HP 800.

1.8.2 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables.

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Unidad de medida | Escala de medición | Instrumento | | |
|---|---|---|-----------------------------------|--|---------------------------|---|--|-----------------|---|
| Plan de mantenimiento | Un plan de mantenimiento se refiere a un conjunto de acciones programadas y coordinadas con el objetivo de preservar el funcionamiento de los activos, equipos o sistemas, asegurando su operación óptima y prolongando su vida útil (8). | El plan de mantenimiento se operacionaliza como la propuesta estructurada que detalla las actividades específicas, su frecuencia, los recursos necesarios y las técnicas recomendadas, basándose en el manual de la chancadora cónica HP 800. Incluye tres componentes principales: mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo | | Períodos de inspección y mantenimiento diario | Tiempo | Escala ordinal | Manual de la chancadora Análisis documental | | |
| | | | Mantenimiento preventivo | Períodos de inspección y mantenimiento semanal | Tiempo | | | | |
| | | | | Períodos de inspección y mantenimiento mensual | Tiempo | | | | |
| | | | | | Mantenimiento correctivo | Número de intervenciones realizadas | Valor | Escala discreta | Registros históricos de fallas Análisis técnico Sistema de monitoreo del equipo |
| | | | | | Mantenimiento predictivo | Número de datos monitoreados | Valor | Escala discreta | |
| | | | | | Cronograma de actividades | Número de actividades programadas en el mantenimiento Número de actividades programadas en la capacitación | Valor Valor | Escala ordinal | Planificación técnica y manual |
| Disponibilidad de la chancadora cónica HP 800 | Se puede definir como el porcentaje de tiempo en el cual un equipo está en condiciones de ser utilizado y operativo, considerando únicamente el tiempo acumulado debido a paradas no planificadas, fallos e incidencias de los equipos y activos físicos (9). | Proyección de la reducción de inactividad y mejora de rendimiento mediante un análisis de tiempos y rendimiento basado en datos históricos y recomendaciones del manual. | Tiempos de inactividad | Tiempo de parada | Horas. | Escala continua | Registros históricos | | |
| | | | Disponibilidad | Disponibilidad del equipo | % | Escala porcentual | | | |
| | | | Impacto de las fallas recurrentes | Tipo de parada | | Escala nominal | | | |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Barragán et al. (2023) en su investigación titulada “Aplicación de las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa HANDMADE SHOES S. A de CV”, elaboraron un programa de conservación basado en las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar las medidas de desempeño en el servicio prestado a los componentes físicos por parte del área de mantenimiento. Con la finalidad de mejorar el plan de mantenimiento y aumentar la productividad en el proceso de operación, es necesario mejorar la confiabilidad de las máquinas de producción de la empresa, estableciendo y aplicando nuevas estrategias de mantenimiento, mejorando las condiciones de operatividad, sin olvidar la seguridad, haciendo una evaluación de los riesgos para conocer cuáles son los peligros y adoptar medidas para controlarlos con eficacia. Con el RCM se centró la atención en maximizar la disponibilidad y desempeño de equipos, mientras que con el TPM, lo que se hace es mejorar la calidad y aumentar la seguridad industrial, por lo que la decisión de la aplicación de cualquiera de estas metodologías en una organización agrega valor a toda la organización (10).

Por su parte, Andrade y Herrera (2021) en su estudio titulado “Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM”, realizaron un análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la industria, así como mostrar en forma detallada una metodología para su aplicación. Para complementar dicho objetivo se realizó un análisis bibliográfico, para lo cual se consultaron las principales bases de datos que contienen literatura especializada sobre esta temática, además se realizó un estudio histórico lógico del surgimiento y evolución de este tipo de gestión de mantenimiento. Los resultados, exponen las bases teóricas y fundamentan la gestión del mantenimiento centrada en la confiabilidad con respecto a los aspectos actuales, tradiciones y particularidades de la gestión eficiente del mantenimiento. Se detalló, además, el procedimiento para la elaboración del análisis de modos y efectos de fallas (AMEF), mostrando que tanto el procedimiento RCM como la metodología AMEF son sistemáticos y parten de una secuencia lógica, orientada a priorizar los equipos y reducir los costos de la actividad de mantenimiento en la medida que se crea una confiabilidad operacional (11).

Mago y Rocha (2021) en su estudio titulado “Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS”, desarrollaron e implementaron un plan de mantenimiento preventivo en pequeñas industrias familiares o artesanales que no pudieron adoptar el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). Este enfoque permitió identificar los equipos más críticos mediante un análisis de criticidad y adoptar estrategias para eliminar fallas. Utilizaron una metodología aprendida en la Universidad Libre, creando formatos que facilitaron el manejo de equipos y el seguimiento de actividades. El estudio de caso fue Granitos y Mármoles Acabados SAS, una microempresa con más de 20 años sin estrategia de mantenimiento. Buscando optimizar sus métodos productivos, la empresa implementó la estrategia propuesta. Se realizó un análisis financiero que incluyó el cálculo de ROI y TIR, evaluando la inversión en mantenimiento como una inversión rentable. Los resultados mostraron una mayor eficiencia y un significativo retorno económico gracias al plan de mantenimiento. Esta investigación aporta a futuros estudios al demostrar cómo las PYME pueden mejorar su productividad y reducir pérdidas mediante la implementación (12).

Zeng et al. (2021) en su estudio titulado “Research on cutting performance and fatigue life of conical pick in cutting rock process “ mencionan que, la pica cónica es la herramienta más importante de la rozadora para romper roca, y establece modelos de simulación numérica de la vida útil de fatiga de la pica cónica y de la roca de corte para investigar la influencia de los parámetros de corte en el daño de la roca, la fuerza de corte máxima promedio, la energía de corte específica y la fuerza de corte cónica. Los resultados de la investigación indican que el ancho y la profundidad del daño de la roca aumentan al incrementar la profundidad y la velocidad de corte. La fuerza de corte máxima promedio y la energía de corte específica tienen la misma tendencia cambiante. La tendencia cambiante de la vida útil de la fatiga de la pica cónica y la tensión de la pica cónica es una relación opuesta. El ángulo de corte óptimo de la roca de corte cónica es de 45°. La aplicación de los resultados de la investigación para guiar la optimización de los parámetros de corte reduce la energía y la tensión de corte específicas y mejora la vida útil de la pica cónica (13).

Zhao et al. (2018) en el estudio titulado “Evaluación del rendimiento de corte de una rozadora por PCA y RBF”, se enfocaron en optimizar el rendimiento de una máquina rozadora, un equipo crucial para la construcción de carreteras mediante trituración mecánica. Utilizando el análisis de componentes principales (PCA), identificaron los parámetros clave relacionados con el rendimiento de corte, lo que permitió reducir factores a objetivos generales y proporcionar una ponderación comparativa de los elementos. Esto mejoró la eficiencia computacional y la precisión de los modelos de red neuronal, al eliminar la correlación entre variables de entrada y aumentar la estabilidad del modelo. Los principales indicadores del rendimiento de corte

identificados incluyeron resistencia a la compresión unidireccional, fluctuación de la resistencia al corte, velocidad de tejido del cabezal de corte, fluctuación de la potencia de corte y fluctuación de la resistencia a la tracción. Este modelo de evaluación del desempeño de corte permitió predecir y evaluar el rendimiento de la máquina rozadora, contribuyendo así al descubrimiento de futuras mejoras y optimizaciones en su funcionamiento (14).

2.1.2 Antecedentes nacionales

Palomino (2023) en su estudio titulado “Aplicación del RCM para incrementar la disponibilidad de trituradoras cónicas Nordberg HP400 en Compañía Minera Casapalca”, implementó el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para aumentar la disponibilidad de las trituradoras cónicas Nordberg HP400 en la compañía minera Casapalca, logrando una mejora del 90 % al 94 %. Este enfoque tecnológico y aplicado permitió abordar el problema principal al establecer la relación entre las variables del proceso y los resultados obtenidos. Entre las mejoras realizadas destacaron la actualización del programa de mantenimiento, la reducción de costos, el fortalecimiento del conocimiento técnico de los usuarios sobre el activo físico, la definición de acciones ante fallas y la optimización de estrategias de mantenimiento basadas en análisis detallados. Estos incrementarán avances en la producción y mejorarán la rentabilidad del negocio al optimizar los costos operativos (15).

Bustillos (2022) en su investigación titulada “Implementación de Plan de mantenimiento centrado en la disponibilidad mecánica de la chancadora primaria 24”X36” en Sociedad Minera Corona S.A.”, implementaron un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la chancadora primaria Rogers de 24”x36”. Se utilizó información primaria de pruebas realizadas entre enero y julio de 2020, obteniendo una disponibilidad mecánica del 83 al 86%. Debido a estos resultados bajos, se decidió aplicar un plan de mantenimiento preventivo entre agosto de 2020 y enero de 2021, logrando aumentar la disponibilidad mecánica al 90-94%. Esta tesis es de tipo tecnológico y de nivel aplicado, y tuvo como objetivo definir las características del nuevo programa de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad de la chancadora primaria Rogers (16).

Bravo y Muñoz (2021) en su investigación titulada “Diseño de mejora en el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para aumentar la disponibilidad de las máquinas Terrot, Orizzio y Mayer de la empresa textil Caysalu S. A.”, diseñó un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas Terrot, Orizzio y Mayer en la empresa textil Caysalu SAC. La investigación se desarrolló bajo un enfoque aplicado, explicativo, cuantitativo y no experimental, utilizando la entrevista como técnica principal. Para iniciar el proyecto, se aplicó un cuestionario al personal del área de trabajo con el fin de

identificar las fallas, tiempos de inactividad de las máquinas y la existencia de manuales o guías de mantenimiento. Los resultados iniciales mostraron una confiabilidad baja del 68,53 %, con un MTTR de 10,96 horas y un MTBF de 24,3 horas. Como solución, se recomendó implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, lo que permitió reducir el MTTR a 5.2 horas, aumentar el MTBF a 98.55 horas y elevar la confiabilidad al 94.98 %. Asimismo, la disponibilidad de las máquinas mejoró significativamente, pasando del 73.17 % al 93.83 %. En conclusión, el proyecto demostró ser óptimo y necesario para optimizar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas en la empresa (17).

Huere (2021) en su investigación titulada “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y equipos de una cantera en Ñaña-Lima”, implementó un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y equipos de una cantera situada en el distrito de Lurigancho-Chosica, Lima, Perú. Se abordaron nueve equipos específicos: tres cargadores frontales, una excavadora hidráulica, dos volquetes, un grupo electrógeno, una chancadora de quijada y una chancadora cónica. El documento comienza identificando el problema de la cantera, estableciendo posteriormente los objetivos para resolver dicha problemática. Se justifica la necesidad de un Plan de mantenimiento preventivo y se revisa la literatura existente sobre investigaciones similares. En el marco teórico analizaron estudios tanto nacionales como internacionales. Posteriormente, se describió el trabajo realizado, incluyendo el análisis situacional, las alternativas propuestas y la solución adoptada. Finalmente, el análisis de los resultados demostró que la implementación del Plan de mantenimiento preventivo ha tenido un impacto positivo, aumentando la disponibilidad de los equipos, reduciendo los costos de mantenimiento, prolongando la vida útil de la maquinaria y mejorando la producción de la cantera (18).

Miranda y Vigo (2021) en su investigación titulada “Sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos en la planta de agregados de la ciudad de Trujillo – Perú”, establecieron un sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de los equipos críticos en la planta de agregados de Trujillo, Perú. Se utilizó una metodología aplicada con un diseño cuasi experimental, permitiendo evaluar el estado inicial de mantenimiento de los equipos y maquinarias de la planta. Esto incluye la determinación de indicadores iniciales y la realización de un análisis de criticidad para clasificar los equipos y maquinarias en categorías de críticos, semicríticos o no críticos. Con esta información, se desarrolló un Plan de mantenimiento preventivo destinado a reducir las fallas en los equipos y maquinarias. Posteriormente, se predijeron nuevos indicadores de gestión de mantenimiento relacionados con los tiempos de parada de los equipos y maquinarias. Finalmente, se evaluaron

los costos asociados a la implementación del sistema de gestión de mantenimiento, proyectando los beneficios económicos y el retorno de la inversión (19).

Fustamante (2020) en su estudio titulado “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la planta chancadora de la empresa Astaldi-Piura” propuso un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la planta chancadora de la empresa ASTALDI - PIURA. Se realizó la identificación de los problemas que se presentan en la planta chancadora, el análisis de modos y efectos de fallas y el análisis de criticidad de las máquinas utilizando el método de Weibull. Finalmente, se implementó el mantenimiento centrado en la confiabilidad con el fin de lograr incrementar la producción, la disponibilidad y la reducción de costos; asimismo, se aplicó una auditoría de mantenimiento con la finalidad de evaluar al departamento de mantenimiento de la planta chancadora obteniendo como resultado un 72%. También, se calculó el OEE con un porcentaje de 64,4%. Con estos resultados se concluye que, el departamento de mantenimiento se encuentra desorganizado ya que tiene un valor inaceptable, lo que nos indica pérdidas económicas, fallas de operación de las máquinas y baja producción (20).

Chávez (2019) en su investigación titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en el proceso de producción de una planta chancadora de piedra para incrementar la utilidad”, desarrolló un plan de mantenimiento preventivo para una cantera, en el cual realizó un análisis crítico de los equipos de la empresa, en este caso una trituradora de mandíbulas, un cono y una pantalla de fallas, de manera que elaboren un plan de mantenimiento preventivo, plan de acción y plan de formación. Como resultado, pudo reducir el tiempo de inactividad por mantenimiento en 203 horas, con un tiempo de actividad promedio de 59 horas hasta la falla, 9 horas de tiempo de inactividad y 87% de disponibilidad. Finalmente, se realizó un análisis de costo-beneficio, que resultó en la implementación de un mantenimiento con una TIR del 54%, un período de recuperación de 1 año, 7 meses y 23 días y un indicador de costo - Utilidad de $S / 1, 75$, lo que podría demostrar que su propuesta era rentable para la empresa bajo análisis (21).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Tipos de mantenimientos

- a) Mantenimiento correctivo: es el mantenimiento que se realiza para reactivar la maquinaria y el equipo que ha dejado de funcionar debido a un daño o avería. Por lo general, esto conlleva la interrupción de las actividades productivas y la necesidad de reprogramar o reprocesar algunos de los trabajos planificados (25).

- b) **Mantenimiento preventivo:** este tipo de mantenimiento se lleva a cabo según un programa planificado, basado en un conjunto de actividades programadas de acuerdo con un cronograma que establece las acciones de mantenimiento en función de fechas específicas, horas de uso, días de operación o unidades procesadas. Las interrupciones en la operación son mínimas y anticipadas, al igual que el reproceso o reprogramación de tareas. Además, se prevé con antelación los recursos necesarios, como repuestos, lubricantes y personal especializado, lo que contribuye a reducir los costos y minimizar el impacto en la continuidad de las operaciones (26).
- c) **Mantenimiento predictivo:** se basa en el uso de herramientas como rayos X, ultrasonido, análisis de vibraciones y otras técnicas para diagnosticar el desgaste y la probabilidad de fallo de distintos componentes de maquinaria y equipos, especialmente en las partes móviles con mayor riesgo de deterioro. Para implementarlo, es necesario contar con equipo especializado y personal capacitado para interpretar los datos. Aunque su costo es relativamente alto, su potencial permite reducir significativamente las intervenciones correctivas. Las interrupciones y reprogramaciones de las actividades productivas son mínimas (27).
- d) **Mantenimiento productivo total (TPM):** forma parte de las herramientas de la calidad total de la escuela japonesa y abarca toda la organización mediante la aplicación de principios como el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, gestión temprana de nuevos equipos, eliminación de problemas críticos, y educación y capacitación en el lugar de trabajo. Su enfoque va más allá del departamento de mantenimiento, alcanzando a la administración, lo que genera una conciencia compartida en todo el personal, enfocada en reducir fallos y mantener la planta operativa (28).

2.2.2 Mantenimiento

El mantenimiento puede definirse como el conjunto de tareas que se deben llevar a cabo en instalaciones y equipos con el propósito de corregir o prevenir fallos, asegurando que sigan funcionando de acuerdo con su diseño original (22). Asimismo, el mantenimiento se presenta como la única función operativa que impacta y optimiza simultáneamente tres aspectos clave del rendimiento industrial: los costos, el ahorro de energía y la calidad de productos y servicios (23). Por lo tanto, Es fundamental en una organización y está vinculado con la aplicación de técnicas que garantizan el uso adecuado y continuo de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios, durante el mayor tiempo posible, con el objetivo de alcanzar la máxima disponibilidad y el mejor rendimiento (24).

2.2.3 Gestión de mantenimiento

La gestión del mantenimiento es un proceso muy importante porque debe ser planificado, metódico y sobre todo innovador, e involucrar a todos los niveles de gestión desde las operaciones hasta la alta dirección.

“En algunos casos, existe una brecha entre las partes operativa y administrativa, lo que conduce a una mala planificación y fallas en la ejecución de los procesos, lo que reduce la disponibilidad y, lo que es más importante, la confiabilidad, generando altos costos de mantenimiento y acorta la vida útil de los componentes” (29).

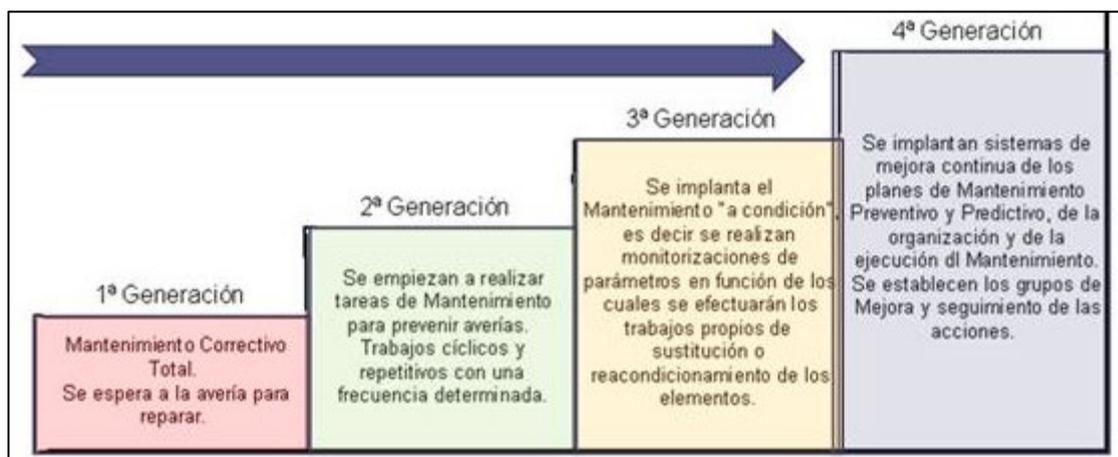


Figura 1. Evolución del mantenimiento. Adaptado de *Mantenimiento Centrado en la confiabilidad de Moybray (2019)*.

2.2.4 Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento se refiere a un conjunto de acciones programadas y coordinadas con el objetivo de preservar el funcionamiento de los activos, equipos o sistemas, asegurando su operación óptima y prolongando su vida útil (8). Este plan incluye actividades de inspección, reparación, y reemplazo de componentes, orientadas a evitar fallos o paradas inesperadas (30). Este plan está basado en datos históricos, análisis de fallas y pronósticos, y tiene el propósito de minimizar el tiempo de inactividad y optimizar los recursos disponibles (31). Asimismo, la creación de este plan se basa en el análisis de la criticidad de los equipos y su importancia para el proceso productivo; puesto que, este plan es crucial para la reducción de costos asociados a fallos imprevistos y para la maximización de la fiabilidad del equipo (32).

2.2.5 Modelo del ciclo de mantenimiento

El ciclo de mantenimiento consiste en un proceso circular de varias etapas que garantizan la conservación y fiabilidad de los activos. Estas etapas incluyen la inspección inicial, el diagnóstico de posibles fallos, la planificación de las intervenciones, la ejecución de las tareas de mantenimiento y una revisión posterior para ajustar futuras acciones (33). Este ciclo se repite continuamente para mantener el equipo en condiciones óptimas (34); puesto que, es utilizado para minimizar las interrupciones en la operación, mejorar la fiabilidad del equipo y optimizar los costos operativos (24); además, asegura una gestión más eficiente de los activos y una mayor disponibilidad operativa (35).

2.2.6 Indicadores de mantenimiento

Según Díaz et al. (2019), los indicadores de mantenimiento son herramientas cuantitativas que permiten medir el rendimiento del sistema de mantenimiento. Entre los más comunes se encuentran el tiempo medio entre fallos (MTBF), el tiempo medio de reparación (MTTR) y el porcentaje de disponibilidad de los equipos. Estos indicadores permiten evaluar la efectividad del plan de mantenimiento y su contribución a la productividad (36).

Por otro lado, Herrera y Duany (2019) Los indicadores de mantenimiento son métricas utilizadas para evaluar la eficiencia y eficacia de las actividades de mantenimiento dentro de una organización. Estos indicadores proporcionan datos clave sobre el estado de los equipos, la frecuencia de fallas, los costos asociados al mantenimiento y el tiempo de inactividad. Su uso facilita la toma de decisiones para optimizar los recursos y mejorar la fiabilidad del sistema (37).

Asimismo, Martínez y Carbonell (2020) indican que los indicadores clave de mantenimiento (KPIs) son parámetros que miden el rendimiento y la eficiencia del mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo en una organización. Estos indicadores incluyen el tiempo de inactividad, el costo de mantenimiento por activo y la tasa de fallo de los equipos. Su análisis permite la mejora continua en la gestión de los activos (38).

De igual modo, Lemache et al. (2023) detallan que los indicadores de mantenimiento son métricas utilizadas para medir la eficiencia operativa y la calidad de los procedimientos de mantenimiento. Incluyen tanto indicadores financieros (coste de mantenimiento, coste por hora de trabajo) como indicadores de fiabilidad (número de fallos, tiempo promedio entre fallos). Estos ayudan a gestionar mejor los recursos, mejorar la planificación y reducir tiempos de inactividad (39).

2.2.7 Auditoría de mantenimiento

La auditoría de mantenimiento es un proceso sistemático y documentado que evalúa las prácticas de mantenimiento de una organización, con el fin de determinar su eficiencia, identificar áreas de mejora y asegurar que se cumplan los estándares y normativas vigentes. Este tipo de auditoría incluye la revisión de procedimientos, registros de mantenimiento, rendimiento de los equipos y cumplimiento de los programas establecidos (40).

La auditoría de mantenimiento es una evaluación exhaustiva del sistema de mantenimiento de una empresa, orientada a verificar el cumplimiento de los objetivos estratégicos y la efectividad de las políticas de mantenimiento implementadas. A través de esta auditoría, se identifican oportunidades de optimización en términos de costo, tiempo y calidad de las intervenciones de mantenimiento (41).

Una auditoría de mantenimiento es un proceso de revisión y análisis de las actividades de mantenimiento realizadas en una organización. El objetivo es asegurar que los recursos se están utilizando de manera eficiente y que las prácticas actuales cumplen con los estándares técnicos y normativos. La auditoría ayuda a identificar desviaciones y proporciona recomendaciones para mejorar la gestión de activos (42).

La auditoría de mantenimiento es un proceso estructurado para evaluar el desempeño del mantenimiento en una organización, revisando aspectos como la planificación, la ejecución de tareas, el uso de recursos, y el impacto de las actividades en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Los resultados de la auditoría proporcionan una base para mejorar la eficiencia operativa y cumplir con los requisitos de calidad (43).

2.2.8 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad es una metodología utilizada para evaluar y clasificar los activos o componentes de un sistema en función de su impacto en la operación y su probabilidad de fallo. El análisis permite priorizar las actividades de mantenimiento en aquellos activos cuyo fallo podría generar consecuencias más graves, ya sea en términos de seguridad, coste o tiempo de inactividad (44).

El análisis de criticidad es un proceso sistemático para determinar cuáles equipos o componentes son críticos para la operación de un sistema o planta. Se evalúa el impacto de una posible falla en términos de seguridad, medio ambiente, costos y producción. La herramienta

es fundamental para desarrollar estrategias de mantenimiento basadas en riesgos y para la asignación eficiente de recursos (45).

El análisis de criticidad consiste en identificar y clasificar los equipos o procesos en función de su criticidad; es decir, la severidad del impacto de sus fallos y la probabilidad de que estos ocurran. Es una herramienta clave para priorizar las tareas de mantenimiento y para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los activos en sistemas industriales complejos (46).

El análisis de criticidad es una técnica de evaluación de riesgos que clasifica los activos de una organización en función de su impacto en la operación y su probabilidad de fallo. Esta evaluación es esencial para el diseño de estrategias de mantenimiento que se enfoquen en los activos más críticos, maximizando la eficiencia operativa y minimizando el riesgo de fallos catastróficos (47).

2.2.9 Fallas

Una falla se refiere al estado en el que un componente, sistema o equipo no cumple con su función designada dentro de los parámetros esperados. Puede ser causada por desgaste, errores en el diseño, mala instalación o mantenimiento inadecuado, y puede clasificarse en diferentes tipos como fallas catastróficas, parciales o intermitentes, dependiendo de su impacto en la operación.

Las fallas son interrupciones o degradaciones en el funcionamiento normal de un equipo o sistema, que impiden que cumpla con los requisitos operacionales. Las fallas pueden ser mecánicas, eléctricas o de software, y se estudian mediante análisis como el AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallos) para identificar sus causas y minimizar su ocurrencia.

Una falla ocurre cuando un sistema o componente deja de funcionar correctamente, lo que puede afectar la seguridad, la producción y el costo operativo de una organización. Las fallas se clasifican comúnmente como fallas funcionales (cuando el equipo no puede realizar su función principal) o fallas latentes (cuando la falla no es inmediatamente evidente, pero puede provocar problemas futuros).

Una falla es el evento en el cual un sistema, equipo o componente no puede realizar su función designada bajo condiciones especificadas. Las fallas pueden originarse por problemas de diseño, materiales defectuosos, falta de mantenimiento adecuado o sobrecarga en la operación. La gestión de fallas implica la detección temprana y la implementación de acciones correctivas para mitigar su impacto.

2.2.10 Tipos de fallas

Falla funcional: ocurre cuando un equipo o sistema no puede cumplir con su función principal. Es una de las formas más graves de fallas, ya que detiene completamente la operatividad de un activo. Puede deberse a fallos en componentes críticos o condiciones externas que impiden su correcto funcionamiento

Falla parcial: es cuando un equipo o componente sigue funcionando, pero con un rendimiento reducido o deficiente. Aunque el sistema no se detiene por completo, el desempeño no es el óptimo y puede afectar la eficiencia del proceso. Este tipo de falla puede pasar desapercibido inicialmente, pero con el tiempo puede derivar en fallas más graves.

Falla catastrófica: es el más severo, ya que implica la pérdida total de la funcionalidad del equipo o sistema, generalmente con consecuencias significativas, como daños a la infraestructura, alto coste de reparación o riesgos para la seguridad. Las fallas catastróficas requieren una intervención inmediata y pueden ser causadas por defectos en el diseño, sobrecarga de operación o falta de mantenimiento adecuado.

Falla latente: es una falla que no es visible o detectable de inmediato, pero puede desencadenar problemas futuros si no se corrige a tiempo. Las fallas latentes suelen estar presentes en los sistemas durante un tiempo prolongado antes de manifestarse como una falla funcional o catastrófica. Pueden deberse a defectos de fabricación, condiciones de operación adversas o errores en el diseño.

Falla intermitente: aparece y desaparece de forma irregular, dificultando su diagnóstico. Las fallas intermitentes suelen ser complejas de resolver ya que pueden manifestarse solo en determinadas condiciones de operación. Son comunes en sistemas electrónicos y mecánicos donde las fluctuaciones en la carga, temperatura o tensión pueden provocar un funcionamiento anómalo temporal.

2.2.11 Disponibilidad

El indicador de disponibilidad por fallas se puede definir como el porcentaje de tiempo en el cual un equipo está en condiciones de ser utilizado y operativo, considerando únicamente el tiempo acumulado debido a paradas no planificadas, fallos e incidencias de los equipos y activos físicos (9). La disponibilidad efectiva es el resultado de dividir el tiempo disponible para la producción entre el tiempo total de parada. Para calcular este indicador, es necesario

determinar el tiempo disponible, que se obtiene restando el tiempo total al tiempo por paradas de mantenimiento planificado y al tiempo por paradas no planificadas (48).

$$D_{(\infty)} = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{MTBF}{TPPF + TPPR} \cdot t \quad (1)$$

Donde:

D: disponibilidad (adimensional)

MTBF = Tiempo medio entre fallas (MTBF) (horas)

Es importante comprender que el grado de disponibilidad dependerá del desempeño tanto de la confiabilidad como de la mantenibilidad de los equipos. La disponibilidad, siendo un valor probabilístico, comienza en un nivel del 100% al inicio de la operación y disminuye hasta llegar a 0 en caso de que ocurra una falla. Por lo tanto, la disponibilidad puede variar entre el 100% y el 0 en función de la presencia de fallas durante el período de operación (49).

2.2.12 Metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad

Un programa de gestión de mantenimiento, orientado a la confiabilidad, es un sistema de seguimiento estadístico que proporciona informes sobre el estado técnico de ciertos medios productivos (50). Asimismo, la metodología RCM surge como un marco adecuado para disminuir, en la medida de lo posible, las actividades de mantenimiento y los costos asociados, sin comprometer el rendimiento general de la planta, la calidad del producto, la seguridad o la protección del medio ambiente (51).

Etapas principales de la metodología RCM:

- Identificación de las funciones de los activos: definir las funciones principales que los equipos deben cumplir.
- Análisis de los modos de falla: identificar cómo pueden fallar los equipos y los efectos de dichos fallos.
- Evaluación de las consecuencias de los fallos: analizar el impacto de los fallos en la operación y seguridad.
- Selección de las tareas de mantenimiento: determinar las acciones preventivas o correctivas más adecuadas para mitigar los modos de falla.

- Implementación y monitoreo: ejecutar las tareas de mantenimiento y hacer seguimiento de los resultados para mejorar la confiabilidad del sistema.

Gestión de mantenimiento

La ingeniería de mantenimiento permite los resultados obtenidos en análisis y modelo a realizar operaciones de mantenimiento, actualizar de manera continua y racional la estrategia. Por ello, consta de procesos activos y recursos en organización que tiene como relevantes objetivos controlar los costes, tiempo, los recursos y garantizar la realización de la normativa (52).

2.3 Definición de términos básicos

- Disponibilidad: es el porcentaje de tiempo en que un equipo o sistema está operativo y disponible para cumplir su función dentro de un período específico. Se calcula como el tiempo efectivo de operación dividido entre el tiempo total disponible, considerando las interrupciones por mantenimiento, fallos y otros factores (53).
- Plan de mantenimiento: es una estrategia estructurada que define las actividades, recursos, tiempos y frecuencias necesarios para conservar un equipo o sistema en óptimas condiciones de funcionamiento. Incluye acciones preventivas, predictivas y correctivas, con el objetivo de minimizar fallas y maximizar la eficiencia operativa (54).
- Optimización: en el contexto del mantenimiento industrial, implica mejorar estrategias y procesos para maximizar la eficiencia operativa y minimizar costos. Un estudio reciente se centra en la optimización del mantenimiento preventivo en equipos de mecanizado por arranque de viruta, destacando la importancia de un enfoque basado en el análisis detallado de la fiabilidad y los costos asociados (55).
- El mantenimiento preventivo consiste en la realización de actividades planificadas, como inspecciones regulares, limpiezas y reemplazos programados de componentes, con el objetivo de evitar fallos inesperados y prolongar la vida útil de los equipos. Este enfoque es esencial para preservar los activos y garantizar su funcionamiento óptimo (55).
- El mantenimiento correctivo se lleva a cabo después de que un equipo ha fallado o se ha deteriorado, enfocándose en la reparación o reemplazo de los componentes dañados. Aunque es necesario en ciertas situaciones, depender exclusivamente de este tipo de mantenimiento puede conducir a tiempos de inactividad no planificados y costos elevados (32).

- El mantenimiento predictivo utiliza tecnologías avanzadas y análisis de datos para predecir cuándo es probable que ocurra un fallo en un equipo, permitiendo intervenciones antes de que se produzcan averías. Este enfoque se basa en el monitoreo de condiciones y algoritmos de aprendizaje automático para optimizar los programas de mantenimiento y resolver problemas antes de que se agraven (56).
- La fiabilidad se refiere a la capacidad de un sistema o componente para desempeñar sus funciones requeridas bajo condiciones establecidas durante un período específico. Una gestión de mantenimiento efectiva busca mejorar la fiabilidad de los equipos mediante la implementación de estrategias adecuadas que prevengan fallos y optimicen el rendimiento (33).
- La productividad en el contexto industrial está directamente relacionada con la eficiencia y disponibilidad de los equipos. Una gestión de mantenimiento adecuada, que incluya estrategias preventivas y predictivas, contribuye significativamente a mantener y mejorar la productividad al reducir tiempos de inactividad y optimizar el uso de recursos (33).
- La gestión de mantenimiento implica la planificación, organización y control de actividades de mantenimiento para asegurar que los activos físicos de una organización funcionen de manera eficiente y efectiva. Un modelo integral de gestión de mantenimiento considera la mejora continua y la adaptación a las necesidades cambiantes de la organización (33).
- La eficiencia en el mantenimiento se refiere a la capacidad de realizar actividades de mantenimiento de manera óptima, utilizando la menor cantidad de recursos posible y obteniendo los mejores resultados en términos de disponibilidad y rendimiento de los equipos. La implementación de estrategias de mantenimiento adecuadas, como el mantenimiento predictivo, puede mejorar significativamente la eficiencia operativa (33).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método y alcance de la investigación

La presente investigación es de método cuantitativo; debido que, Sánchez (2019) indica que, esta investigación se centra en fenómenos medibles empleando técnicas estadísticas para analizar los datos. Su objetivo principal es describir, explicar, predecir y controlar las causas de dichos fenómenos, basándose en un rigor métrico durante la recolección, procesamiento y análisis de datos, utilizando el método hipotético-deductivo (57). Del mismo modo, Huamán et al. (2022) menciona que se emplea la recopilación de datos para verificar hipótesis a través de mediciones numéricas y análisis estadísticos, con el objetivo de identificar patrones de comportamiento y validar teorías (58). Por lo tanto, este estudio es cuantitativo, ya que se basa en el análisis de datos numéricos y objetivos relacionados con la disponibilidad del equipo, expresados en indicadores como MTBF, MTTR y porcentajes de operatividad.

Asimismo, es de alcance descriptivo; ya que, Arias y Corvino (2021) mencionan que, en este tipo de estudio se observa, describe y fundamentan varios aspectos del fenómeno, no existe la manipulación de las variables, tampoco la búsqueda de causa efecto (59). Por otro lado, Hadi et al. (2023) indican que los estudios descriptivos pueden permitir la posibilidad de predecir un evento, aunque sean de forma rudimentaria; sin embargo, se debe tener la base teórica correcta, además de antecedentes que muestren un panorama claro de lo que puede pasar, solamente de esta forma se podrían plantear hipótesis, no se pueden plantear hipótesis si la base teórica es limitada o escasa (60). Por lo tanto, este estudio se enfoca en describir detalladamente el estado actual del plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800 y, a partir de este análisis, proponer mejoras orientadas a optimizar su disponibilidad operativa en una empresa minera del sur del país.

3.2 Diseño de la investigación

De igual modo, presenta un diseño no experimental; puesto que Ruiz y Valenzuela (2022) definen como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables y solo se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos (61). De igual modo, Romero et al. (2022) detalla que en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan las situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien lo realiza (62). Asimismo, es de corte transversal; ya que se

realizará en un momento específico, analizando información histórica y actual sin manipular variables en el entorno real.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Por esto, según Ruiz y Valenzuela (2022), la población es el conjunto de todos los elementos a los que se refiere la investigación, o también puede definirse como el total de todas las unidades de muestreo (61). De igual manera, Arias y Covinos (2021) mencionan que, es la totalidad del fenómeno a estudiar, en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación (59). Por lo tanto, la población de estudio está conformada por todas las unidades de la chancadora cónica HP 800 operativas en la empresa minera donde se realiza la investigación.

3.3.2 Muestra

Asimismo, Ruiz y Valenzuela (2022) mencionan que la muestra es la parte de la población que se considera representativa de un grupo más amplio y se elige para obtener información sobre las variables que se están investigando (61). Por otro lado, Arias y Covinos (2021) refieren que es un subgrupo que se considera representativo de la población o universo (59). Por lo tanto, la muestra seleccionada para el estudio consiste en una muestra censal, abarcando la totalidad de la población definida; es decir, todas las unidades de la chancadora cónica HP 800 operativas en la empresa.

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

- Revisión documental: análisis de los registros de mantenimiento históricos y reportes técnicos generados durante los meses de agosto del 2023 al mes de febrero 2024.
- Observación directa: seguimiento en campo de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo realizadas en la chancadora cónica HP 800

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

- Formatos de revisión documental: diseñados para recopilar información específica sobre fallas, tiempos de inactividad y actividades de mantenimiento realizadas (véase anexo 1).

- Listas de verificación: herramientas que faciliten la recopilación de datos durante la observación directa de las actividades de mantenimiento (véase anexo 2).

3.5 Instrumento de análisis de datos

En esta investigación se aplican diversas metodologías y herramientas para analizar los datos recolectados, con un enfoque principal en identificar y mitigar las fallas recurrentes, así como optimizar el plan de mantenimiento. Asimismo, el Diagrama de Ishikawa es una herramienta clave para categorizar y visualizar las causas principales de las fallas en la chancadora cónica HP 800, destacando los factores que afectan su disponibilidad. Por otro lado, el Análisis Modo de Fallos y Efectos (AMFE) permite evaluar el impacto y la criticidad de las posibles fallas en componentes esenciales, lo que facilitó priorizar acciones correctivas.

Así mismo, la implementación de la metodología 5S ayuda a organizar y estandarizar el área de trabajo, mejorando la eficiencia y reduciendo errores durante las actividades de mantenimiento. Además, la Matriz de Vester es empleada para identificar las interrelaciones entre las variables que afectan la disponibilidad operativa, permitiendo priorizar intervenciones efectivas. De igual modo, el Análisis de Pareto destaca las fallas más significativas, que representaban el 80% de los problemas detectados, centrando los esfuerzos en los aspectos más críticos.

Finalmente, se desarrolla un enfoque integral basado en estrategias de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. Esto asegura un monitoreo constante del estado de los componentes críticos, logrando reducir tiempos de inactividad y aumentar la eficiencia operativa. Las referidas herramientas y metodologías son fundamentales para realizar un análisis exhaustivo y formular una propuesta de mejora del plan de mantenimiento adaptada a las necesidades específicas de la chancadora cónica HP 800 en la empresa minera de Arequipa.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación de resultados

4.1.1 Estado actual del plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento aplicado a la chancadora cónica HP 800 presenta carencias estructurales que afectan la continuidad operativa y la eficiencia global del equipo (véase figura 2 y tabla 2). Los tiempos de inactividad acumulados entre agosto de 2023 y febrero de 2024 varían desde un mínimo de 5.08 horas, observado en la HP 800-4, hasta un alarmante máximo de 337.52 horas en la HP 800-5. Estas diferencias reflejan una disparidad significativa en el rendimiento de los equipos, lo cual está directamente relacionado con fallas recurrentes y la insuficiencia de las estrategias de mantenimiento existentes.

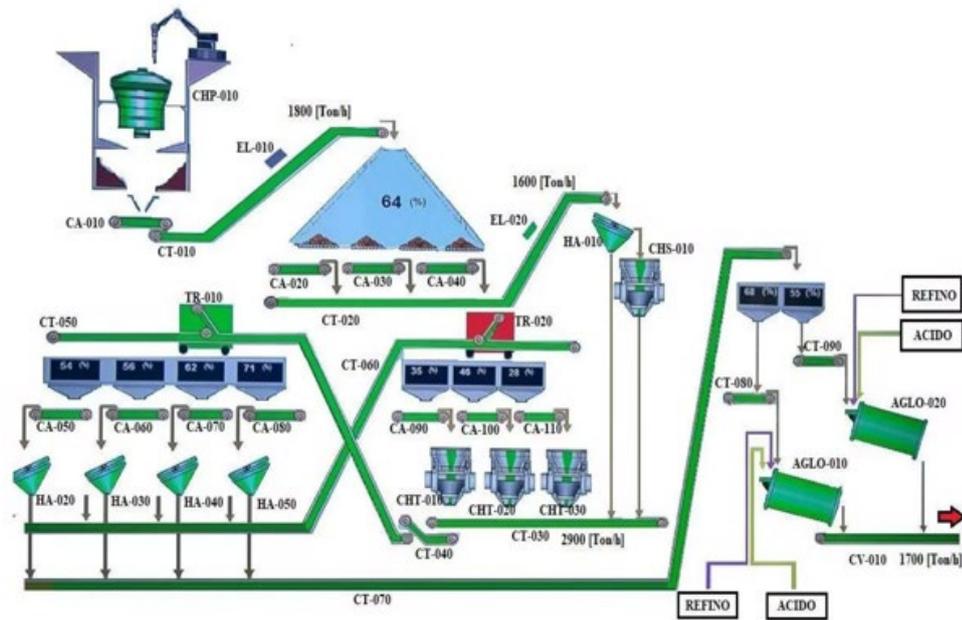


Figura 2. Diagrama de procesos de la chancadora cónica HP.

Los datos de la tabla 3 y la figura 3 muestran un incremento continuo en los tiempos de paradas, particularmente durante los meses de diciembre de 2023 y enero de 2024. La tendencia, destaca la urgencia de adoptar estrategias que no solo mitiguen las interrupciones, sino que también optimicen el ciclo de vida de los componentes más vulnerables. Puesto que, la tabla 1 desglosa el tiempo total de paradas para cada equipo en el período analizado. La HP 800-5, con un tiempo acumulado de 337.52 horas, representa el principal punto crítico, mientras que la HP 800-4, con solo 5.08 horas, evidencia una gestión más eficiente. Este contraste exige un enfoque diferenciado en las intervenciones de mantenimiento. De igual modo, la figura 2 visualiza las fluctuaciones mensuales de inactividad, resaltando las debilidades del plan actual y la necesidad de un enfoque más proactivo para abordar los periodos críticos.

Tabla 3. Tiempo de paradas en horas durante el periodo agosto 2023 a febrero 2024.

| EQUIPO | Ago - 23 | Set -23 | Oct - 23 | Nov - 23 | Dic - 23 | Ene -24 | Feb - 24 | Total |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| HP 700 - 1 | 25.56 | 38.69 | 27.17 | 44.83 | 66.42 | 33.67 | 46.08 | 282.42 |
| HP 700 - 2 | 39.06 | 47.73 | 26.44 | 39.65 | 53.98 | 34.93 | 42.33 | 284.13 |
| HP 700 - 3 | 29.06 | 25.74 | 42.82 | 47.55 | 53.95 | 21.15 | 40.65 | 260.92 |
| HP 700 - 4 | 21.57 | 26.07 | 42.00 | 49.17 | 54.33 | 22.15 | 25.72 | 241.01 |
| HP 800 - 4 | | 5.08 | | | | | | 5.08 |
| HP 800 - 5 | 58.84 | 46.58 | 49.37 | 55.25 | 50.42 | 43.43 | 33.63 | 337.52 |
| HP 800 - 6 | 61.49 | 47.77 | 48.13 | 54.50 | 33.92 | 47.45 | 32.50 | 325.76 |
| Total | 235.58 | 237.66 | 235.93 | 290.95 | 313.02 | 202.78 | 220.92 | 1736.83 |

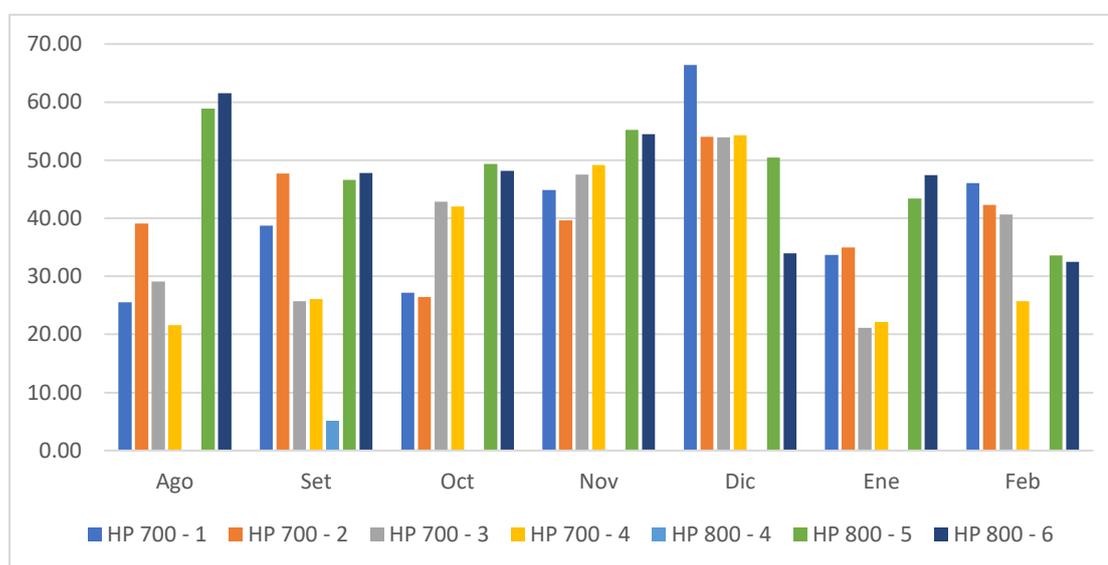


Figura 3. Tiempo de paradas en horas durante el periodo agosto 2023 a febrero 2024.

De igual modo, el promedio de disponibilidad de los equipos, calculado en 84.53% para el periodo analizado, refleja un desempeño aceptable en general. Sin embargo, caídas significativas, como la registrada en noviembre de 2023 (80.64%), subrayan la existencia de brechas en la gestión del mantenimiento. Los patrones revelados por la tabla 4 y las figuras 4 y 5 proporcionan una perspectiva detallada de las variaciones mensuales y anuales, puesto que las tablas 4 y 5 consolidan indicadores clave de disponibilidad mensual, diaria y acumulativa. La tendencia positiva observada hacia febrero de 2024 se debe a la implementación de ciertas medidas correctivas, aunque aún queda un margen considerable para la mejora. De la misma manera, la figura 4 detalla las fluctuaciones mensuales, destacando los meses más críticos en los que la disponibilidad se ve más afectada. En tanto, la figura 5 compara las tasas acumulativas anuales, evidenciando una mejora marginal entre 2023 y 2024.

Tabla 4. Disponibilidad de equipos hp en el área de chancado fino.

| AÑO / MES | UE Disponibilidad | Disponibilidad diaria | Disponibilidad acumulada |
|--------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| 2023 | 85.00% | 85.44% | 83.39% |
| Ago | 83.81% | 87.01% | 80.02% |
| Set | 90.57% | 87.08% | 86.76% |
| Oct | 89.45% | 89.08% | 88.64% |
| Nov | 80.64% | 76.48% | 74.05% |
| Dic | 80.36% | 87.46% | 87.32% |
| 2024 | 83.35% | 90.92% | 92.05% |
| Ene | 82.19% | 90.77% | 91.72% |
| Feb | 84.54% | 91.08% | 92.40% |
| Total | 84.53% | 86.98% | 85.83% |

Tabla 5. Disponibilidad de equipos hp.

| Equipo | Nº eventos | MTTR (Tiempo medio de reparación) | MTBF (Tiempo medio de fallas) | % Disponibilidad |
|-----------------|------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| HP-1 | 50 | 217.33 | 1119.76 | 83.75% |
| HP-2 | 40 | 171.30 | 995.53 | 85.32% |
| HP-3 | 22 | 102.43 | 1695.65 | 94.30% |
| HP-4 | 31 | 120.03 | 835.44 | 87.44% |
| HP-5 | 40 | 148.03 | 795.73 | 84.31% |
| HP-6 | 33 | 127.15 | 831.34 | 86.73% |
| Promedio | | | | 86.98% |

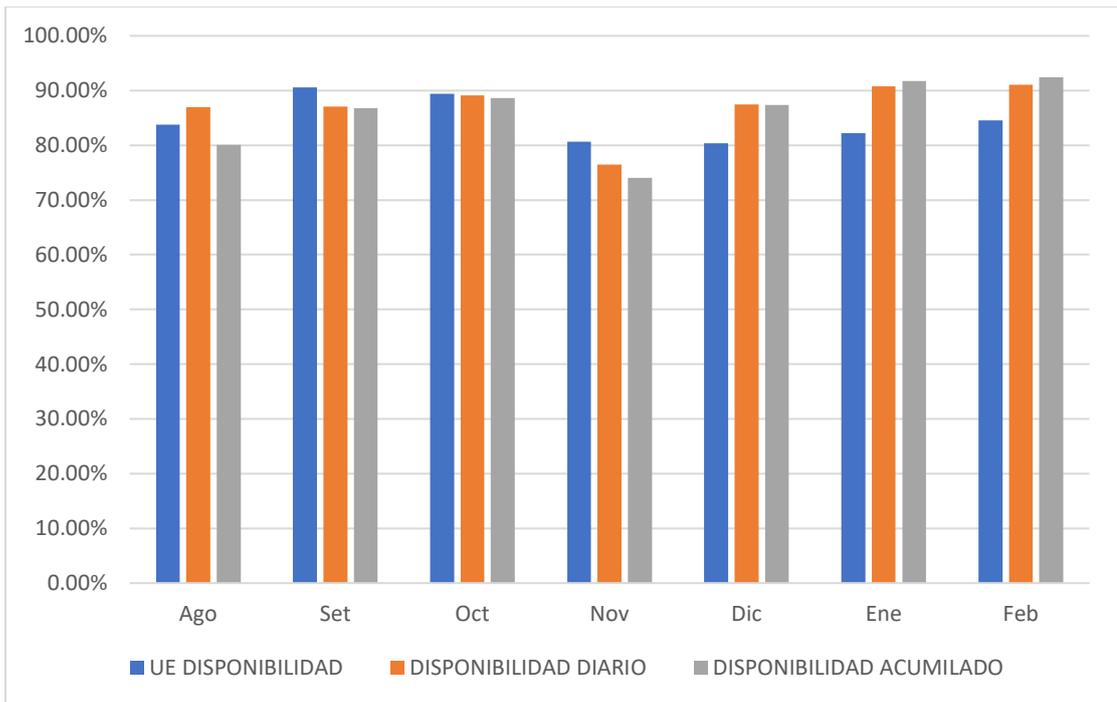


Figura 4. Disponibilidad de equipos hp en el área de chancado fino en los meses agosto 2023 a febrero 2024.

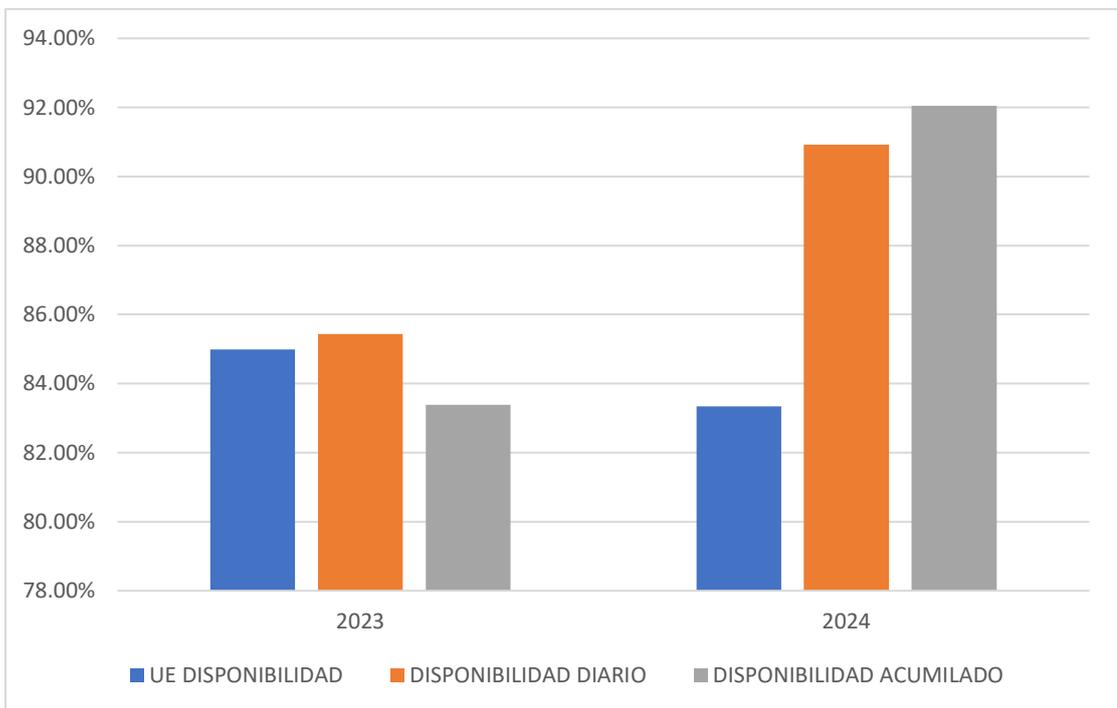


Figura 5. Disponibilidad de equipos hp en el área de chancado fino entre 2023 a 2024

Por otra parte, la tabla 6 refleja las interrupciones operativas de los equipos según su naturaleza: mantenimientos programados y no programados, cambios operativos, demoras y reserva

operativa, puesto que los mantenimientos programados constituyen la mayor proporción de eventos, alcanzando un total de 147 casos, seguidos por los no programados con 81. El desglose permite comprender la distribución de las interrupciones y priorizar mejoras en la planificación y ejecución del mantenimiento preventivo. De igual modo, en figura 6 proporciona una representación esquemática de la frecuencia relativa de cada tipo de interrupción. Este recurso es invaluable para visualizar rápidamente las categorías predominantes de fallos y para identificar patrones recurrentes que puedan ser abordados mediante intervenciones específicas.

Tabla 6. Tipo de paradas realizadas durante el período agosto 2023 a febrero 2024.

| EQUIPO | Mantenimiento no programado | Mantenimiento programado | Operaciones cambio demora | Reserva operativa | Total de paradas |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|------------------|
| HP 700 - 1 | 20 | 23 | | 33 | 76 |
| HP 700 - 2 | 11 | 26 | | 39 | 76 |
| HP 700 - 3 | 14 | 23 | | 45 | 82 |
| HP 700 - 4 | 9 | 24 | | 43 | 76 |
| HP 800 - 4 | | 1 | | | 1 |
| HP 800 - 5 | 10 | 25 | 1 | 55 | 91 |
| HP 800 - 6 | 17 | 25 | 1 | 52 | 95 |
| Total de paradas | 81 | 147 | 2 | 267 | 497 |

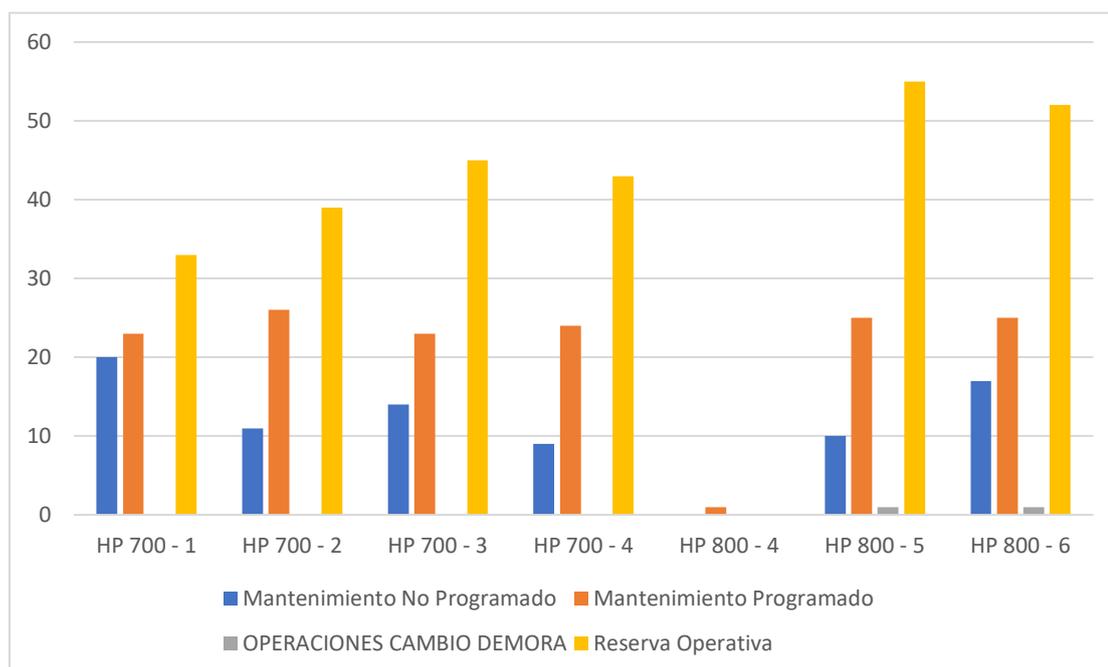


Figura 6. Tipo de paradas realizadas durante el período agosto 2023 a febrero 2024.

La figura 7 presenta un análisis comparativo de la disponibilidad promedio anual de la planta concentradora durante los años 2023 y 2024. Estas visualizaciones permiten una evaluación crítica de las tendencias de eficiencia operativa, identificando tanto mejoras sostenidas como áreas de declive que podrían requerir intervenciones técnicas o logísticas. Por ejemplo, incrementos observados entre ambos periodos podrían atribuirse a una optimización de los programas de mantenimiento preventivo o a la implementación de tecnologías avanzadas que mitiguen tiempos de inactividad. Alternativamente, una disminución en la disponibilidad promedio podría reflejar la recurrencia de fallos críticos en equipos estratégicos o una gestión subóptima de los recursos operativos. Este análisis también permite comparar el desempeño real frente a las metas estratégicas establecidas, aportando un marco para evaluar la efectividad de las estrategias actuales y determinar si son necesarias modificaciones sustanciales para garantizar el cumplimiento de los objetivos planteados.

Por otro lado, la figura 8 desglosa con detalle las variaciones mensuales en la disponibilidad de la planta concentradora, facilitando una correlación precisa entre eventos operativos específicos y fluctuaciones en la eficiencia. Este enfoque analítico es fundamental para la gestión proactiva de los procesos, permitiendo identificar la influencia de actividades programadas, como mantenimientos preventivos, o eventos imprevistos, como averías críticas. Los picos o descensos notables en ciertos meses pueden vincularse directamente con estos factores, proporcionando información crítica para el ajuste dinámico de los calendarios operativos. Además, el análisis mensual fomenta la identificación de patrones estacionales o anómalos que podrían influir en la operatividad. La comparación interanual ofrece un marco para medir la efectividad de las mejoras implementadas, permitiendo decisiones basadas en datos concretos que contribuyen a la optimización continua del desempeño de la planta concentradora.

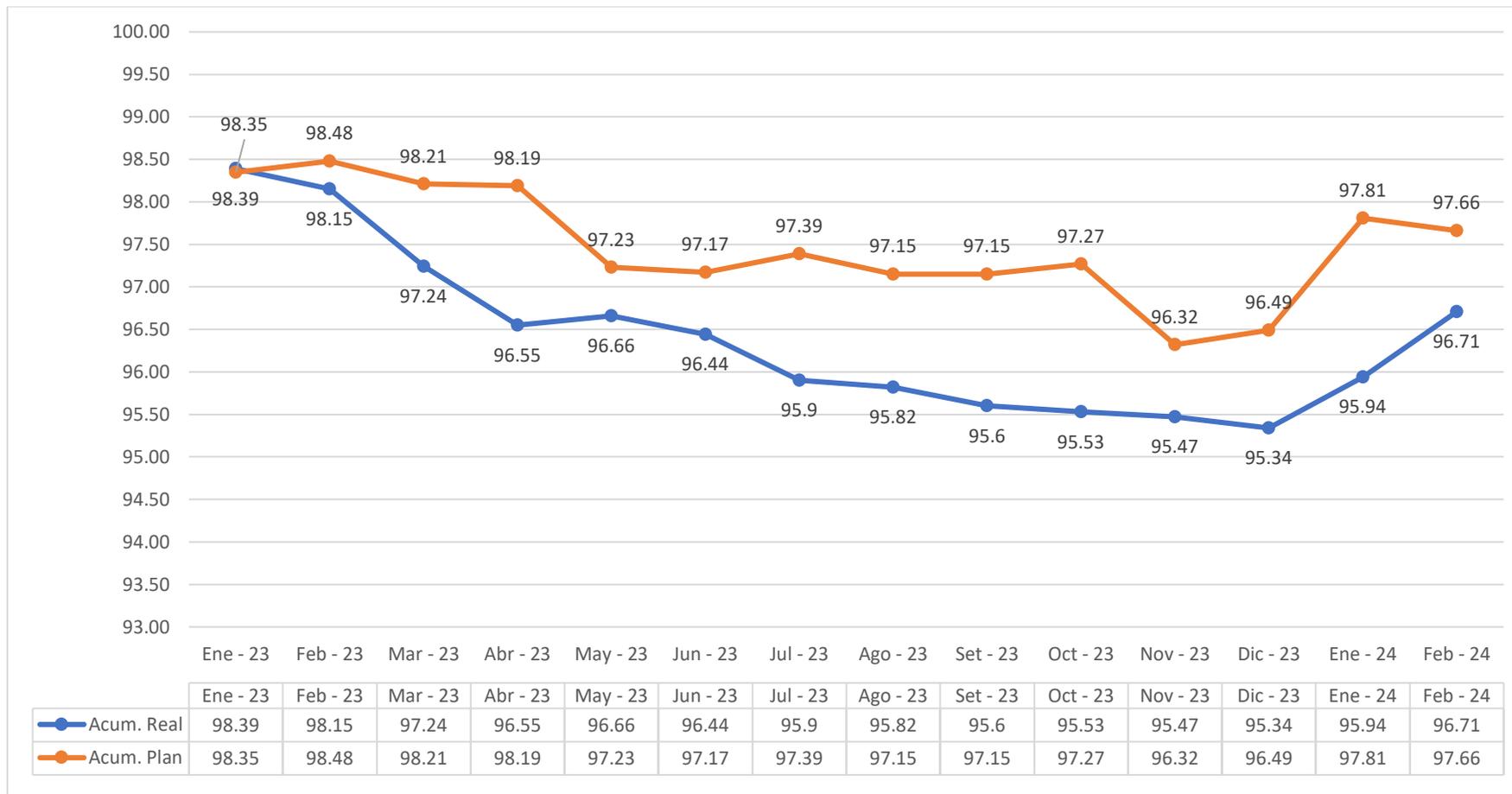


Figura 7. Disponibilidad anual de concentradora en el 2023 y 2024.

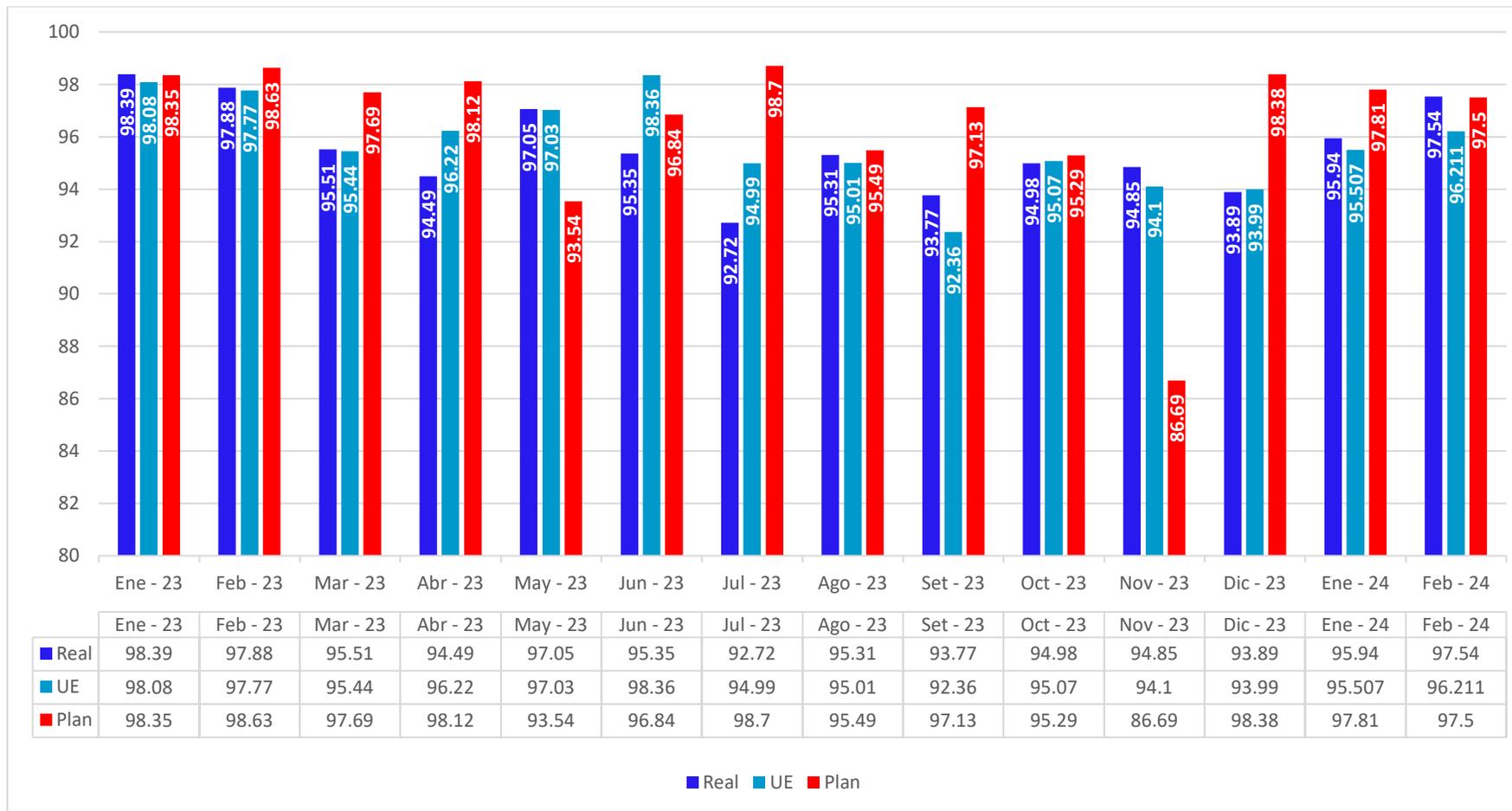


Figura 8. Seguimiento mensual de disponibilidad de la concentradora en el 2023 y 2024.

4.1.2 Identificación de fallas recurrentes y causas principales

En el marco de la investigación se desarrolló un exhaustivo Análisis Modal de Efectos y Fallos (AMEF) como pilar metodológico para identificar y abordar las problemáticas que afectan la disponibilidad operativa de este equipo crítico. Este análisis se estructuró con un enfoque sistemático y jerarquizado para detectar las causas subyacentes de los fallos, priorizando aquellos con mayor impacto sobre la operatividad y el rendimiento global de la chancadora cónica HP 800. A través de un detallado estudio de los modos de ocurrencia y sus efectos, tanto directos como indirectos, se logró una clasificación integral de los fallos potenciales, lo que permitió establecer un análisis cuantitativo de impacto, frecuencia y detectabilidad. Los resultados de esta evaluación fundamentaron el desarrollo de estrategias de mitigación específicas, dirigidas a prevenir la recurrencia de fallos críticos y a optimizar las condiciones operativas. Además, el AMEF actuó como el punto de partida para profundizar en el análisis de las causas raíz mediante herramientas complementarias. Asimismo, la integración de esta metodología con otras técnicas analíticas facilitó no solo la resolución de problemas, sino también el diseño de medidas preventivas y correctivas orientadas hacia la sostenibilidad y la mejora continua del plan de mantenimiento, consolidando una operación más eficiente y confiable para la chancadora cónica HP 800.

Tabla 7. Matriz AMFE en la disponibilidad de la chancadora cónica HP 800.

| | MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS (AMEF) | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|---|---|---|--|---|---|---|-----|
| | ÁREA: | Chancado fino | PROCESO Y/O PROYECTO: | Extracción de mineral | NÚMERO DE PRIORIDADES DE RIESGOS (ACCIONES EXISTENTES) | | | | |
| | EQUIPO: | Chancadora cónica HP 800 | | S: SEVERIDAD | NPR > 200 INACEPTABLE | | | | |
| SISTEMA: | Hidráulico - Trituración | SUB SISTEMA/ COMPONENTE: | | O: OCURRENCIA | 125 < NPR < 200 REDUCIBLE | | | | |
| FECHA AMEF INICIO: | 20 de Junio de 2024 | FECHA AMEF FINAL: | 27 de Junio de 2024 | D: DETECCIÓN | NPR ≤ 125 ACEPTABLE | | | | |
| COMPONENTE | OPERACIÓN | MODO DE FALLO | EFECTO POTENCIAL DEL FALLO | CAUSA POTENCIAL DEL FALLO | CONTROLES ACUALES | S | O | D | NPR |
| Forros | Proteger componentes internos contra el desgaste | Desgaste, daño o rotura de revestimientos | Daño a componentes internos del equipo | Uso prolongado o falta de mantenimiento | Plan de mantenimiento | 6 | 8 | 5 | 240 |
| Principio del motor | Proveer energía para la operación de la máquina | Paro por cambio o falla del motor | Paro de la máquina, interrupción de la producción | Desgaste del motor, falla eléctrica | Plan de mantenimiento | 9 | 5 | 5 | 225 |
| Sistema hidráulico | Suministrar potencia hidráulica | Fuga de aceite, bajo flujo de aceite | Pérdida de presión, caída en el sistema hidráulico. | Fugas o Daños en mangueras, baja cantidad de aceite | Plan de mantenimiento | 8 | 6 | 5 | 240 |
| Bomba de lubricación | Lubricar componentes internos para reducir la fricción | Bajo flujo de aceite, falla en la bomba | Daño en componentes por falta de lubricación | Obstrucción, desgaste de la bomba, baja presión | Plan de mantenimiento | 9 | 6 | 5 | 270 |
| Filtro de aceite de lubricación | Filtrar impurezas en el aceite de lubricación | Obstrucción, falla en el filtro | Pérdida de lubricación, daño a piezas mecánicas | Acumulación de suciedad, falta de cambio de filtro | Plan de mantenimiento | 7 | 6 | 5 | 210 |
| Enfriador de agua | Enfriar componentes del | Fuga de aceite, reemplazo necesario | Aumento de temperatura, daño a sistemas hidráulicos | Fugas o daños en componentes de enfriamiento | Plan de mantenimiento | 7 | 4 | 5 | 140 |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-------------------------------------|--|---|-----------------------|---|---|---|-----|
| | sistema hidráulico y motor | | | | | | | | |
| Mangueras hidráulicas | Conducir fluido hidráulico a los componentes | Fugas, obstrucciones | Pérdida de presión hidráulica, paro de la máquina | Desgaste, alta presión o temperatura, mal mantenimiento | Plan de mantenimiento | 7 | 6 | 5 | 210 |
| Rodamiento | Reducir la fricción entre piezas en movimiento | Desgaste o rotura del rodamiento | Aumento de la fricción, posible fallo del sistema | Falta de lubricación, uso excesivo, material defectuoso | Plan de mantenimiento | 8 | 6 | 5 | 240 |
| Contrapresión de aceite | Mantener el flujo adecuado de aceite en el sistema | Baja presión de aceite | Daño en componentes por falta de lubricación | Fuga de aceite, bomba defectuosa | Plan de mantenimiento | 7 | 6 | 5 | 210 |
| Anillo de ajuste | Ajustar componentes para evitar fugas y mantener sellos. | Fuga de aceite, daño del anillo. | Pérdida de presión, daño a componentes internos | Desgaste por uso, mal ajuste o instalación. | Plan de mantenimiento | 6 | 5 | 5 | 150 |
| Piñón de ajuste | Ajustar componentes para el correcto funcionamiento. | Daño o desgaste del piñón | Aumento de fricción, posible falla en el sistema | Desgaste, mal alineamiento o lubricación insuficiente | Plan de mantenimiento | 8 | 6 | 5 | 240 |
| Acumulador hidráulico | Almacenar energía hidráulica para mantener presión | Fuga de aceite, baja presión | Pérdida de presión hidráulica, caída en el sistema | Desgaste, fugas o daño en el sello. | Plan de mantenimiento | 8 | 4 | 5 | 160 |
| Filtro de aire | Filtrar aire para mantener condiciones óptimas | Obstrucción del filtro | Mala circulación de aire, sobrecalentamiento. | Acumulación de polvo o impurezas | Plan de mantenimiento | 6 | 5 | 5 | 150 |
| Reductor de bomba de lubricación | Reduzca la velocidad de la bomba para un control adecuado | Alta vibración, daño en el reductor | Pérdida de rendimiento, posible fallo de la bomba | Desgaste del reductor, desalineación | Plan de mantenimiento | 8 | 4 | 5 | 160 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|--|--|--|-----------------------|---|---|---|-----|
| Revestimiento del marco principal | Proteger el marco principal de la chancadora | Daño, desgaste del liner | Daño a la estructura de la máquina | Uso prolongado, sobrecarga | Plan de mantenimiento | 9 | 4 | 5 | 180 |
| Motor eléctrico | Proveer energía para el funcionamiento de la bomba. | Falla del motor eléctrico | Paro de la bomba de lubricación | Sobrecarga, caída eléctrica | Plan de mantenimiento | 9 | 6 | 5 | 270 |
| Válvula de alivio | Regular la presión del sistema hidráulico | Falla de la válvula | Sobrecarga del sistema hidráulico, daño en componentes | Bloqueo, obstrucción o desgaste | Plan de mantenimiento | 8 | 6 | 5 | 240 |
| Bomba de aceite | Mantener flujo constante de aceite en el sistema | Falla de la bomba, bajo flujo | Pérdida de presión en el sistema, daño a componentes | Desgaste, obstrucción o falta de mantenimiento | Plan de mantenimiento | 9 | 6 | 5 | 270 |
| Sistema de refrigeración | Controlar la temperatura de los componentes | Daño en sistema de refrigeración | Aumento de temperatura, daño a los componentes | Fugas, obstrucciones o fallo del sistema | Plan de mantenimiento | 8 | 6 | 5 | 240 |
| Faja de transmisión | Transferir energía entre componentes | Rotura o desgaste de la faja | Paro del sistema, interrupción del proceso | Desgaste, mal alineamiento | Plan de mantenimiento | 8 | 6 | 5 | 240 |
| Sensor de temperatura | Monitorear la temperatura de los componentes | Lectura incorrecta o fallo del sensor | Sobrecalentamiento de componentes, daño potencial | Mal calibrado o fallo del sensor | Plan de mantenimiento | 6 | 5 | 5 | 150 |
| Eje y excéntrica | Transmitir movimiento rotatorio en el sistema | Desgaste el fallo del eje y excéntrico | Mal funcionamiento del sistema, paradas inesperadas | Desgaste, falta de mantenimiento | Plan de mantenimiento | 9 | 4 | 5 | 180 |
| Frenos hidráulicos | Detener el movimiento de la máquina | Falla en el sistema de frenos | Incapacidad de detener la máquina, posible daño. | Desgaste o mal mantenimiento de frenos | Plan de mantenimiento | 9 | 4 | 5 | 180 |
| Correas de transmisión | Transferir movimiento entre componentes | Desgaste o ruptura de correas | Paro de la máquina, daño a componentes relacionados | Falta de tensión, desgaste, mal ajuste | Plan de mantenimiento | 7 | 7 | 5 | 245 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------|--|------------------------------|---|---|-----------------------|---|---|---|-----|
| Unidad hidráulica | Probador de presión hidráulica a otros sistemas | Fuga o mal funcionamiento | Pérdida de presión, mal rendimiento de componentes | Fugas, válvulas defectuosas | Plan de mantenimiento | 9 | 6 | 5 | 270 |
| Contactador | Controlar el encendido/apagado de componentes eléctricos | Falla del contactor | Paro inesperado de la máquina o sistema. | Desgaste, mal contacto o sobrecarga | Plan de mantenimiento | 8 | 6 | 5 | 240 |
| Transformador | Proveer la energía eléctrica adecuada | Fallo del transformador | Pérdida de energía, paro de operación | Sobrecarga, mal mantenimiento, daños eléctricos | Plan de mantenimiento | 9 | 4 | 5 | 180 |
| Anillo de sujeción | Mantener la sujeción en los componentes mecánicos. | Fuga de aceite | Pérdida de presión, posible daño a componentes internos | Desgaste, mal sellado | Plan de mantenimiento | 7 | 6 | 5 | 210 |
| Chancadora | Materiales trituradores | Atoro con material | Paro de operación, daño a componentes | Material demasiado duro o incorrecto | Plan de mantenimiento | 9 | 4 | 5 | 180 |
| Polea | Cambiar la dirección de la fuerza motriz | Desgaste o daño en la polea | Paro del sistema, aumento de fricción | Mal alineamiento o desgaste | Plan de mantenimiento | 7 | 6 | 5 | 210 |
| Manguera de aceite | Conducir el aceite hacia los componentes | Fuga o rotura de la manguera | Fuga de aceite, pérdida de presión. | Desgaste o daños por alta presión y temperatura | Plan de mantenimiento | 7 | 6 | 5 | 210 |

A partir de los resultados obtenidos en el AMEF, se utilizó el diagrama de Ishikawa como una herramienta analítica para profundizar en la identificación y categorización de las causas raíz que afectan de manera directa la disponibilidad operativa de la chancadora cónica HP 800. Este análisis se centró específicamente en problemáticas relacionadas con las "paradas programadas", "paradas no programadas" y "reservas operativas", descomponiendo cada una de estas categorías en factores específicos y detallados. Asimismo, la aplicación del diagrama permitió un análisis relacional que reveló interacciones críticas entre elementos como la calidad de los procedimientos de mantenimiento, las condiciones de operación y la disponibilidad de recursos técnicos y humanos. El enfoque metodológico no solo facilitó la comprensión de los factores determinantes que impactan negativamente en la eficiencia del equipo, sino que también orientó la priorización de áreas clave para la intervención. Además, el diagrama de Ishikawa sirvió como un recurso estratégico para visualizar de manera estructurada las problemáticas subyacentes, ofreciendo una base sólida para coordinar intervenciones técnicas y logísticas destinadas a mitigar los efectos adversos de estas causas. En última instancia, esta herramienta no solo proporcionó claridad en el análisis causal, sino que también contribuyó al desarrollo de estrategias operativas encaminadas a mejorar los indicadores de disponibilidad, asegurando un funcionamiento más confiable y eficiente del equipo.



Figura 9. Diagrama Ishikawa en paradas programadas.

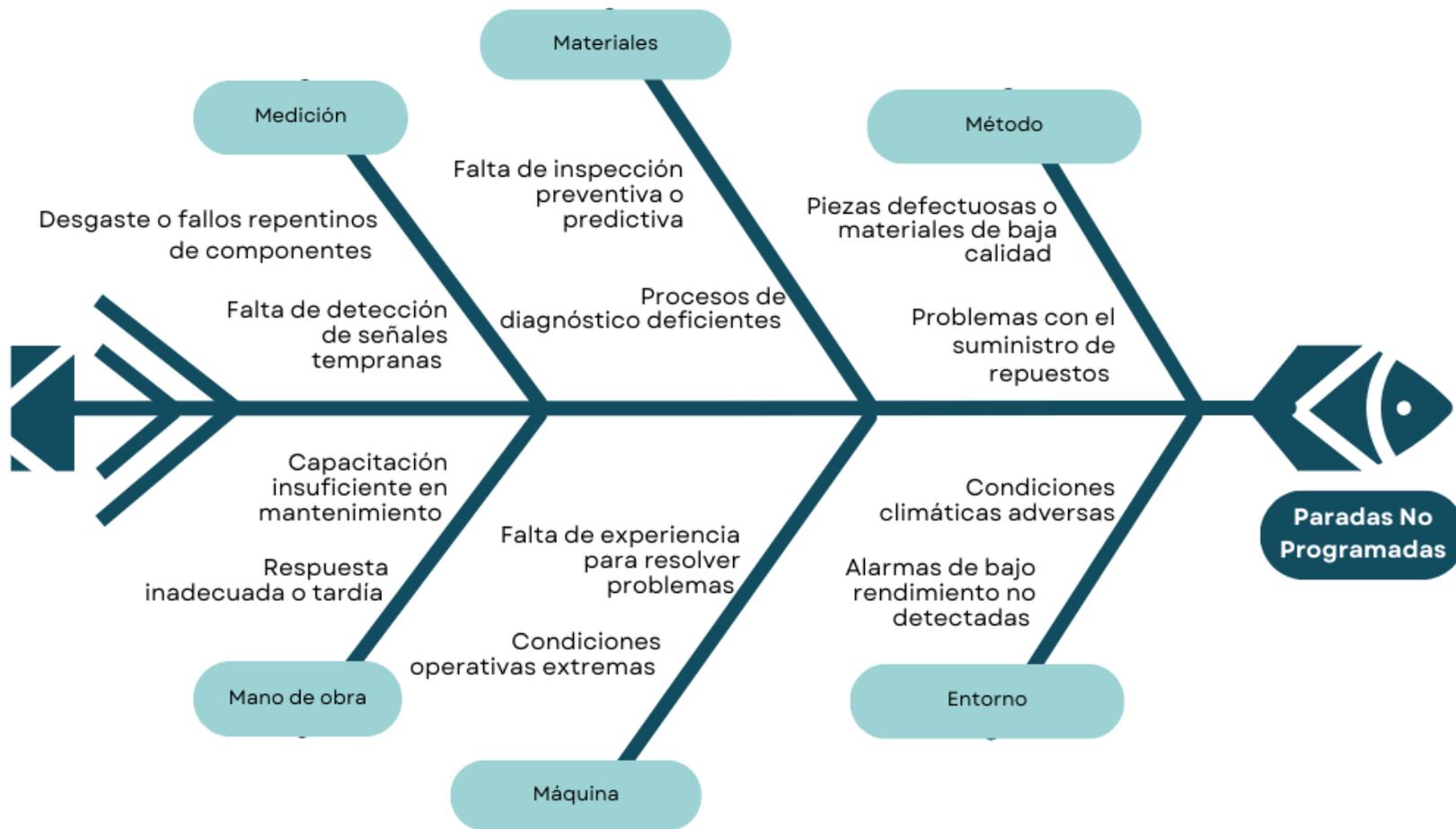


Figura 10. Diagrama Ishikawa en paradas no programadas.

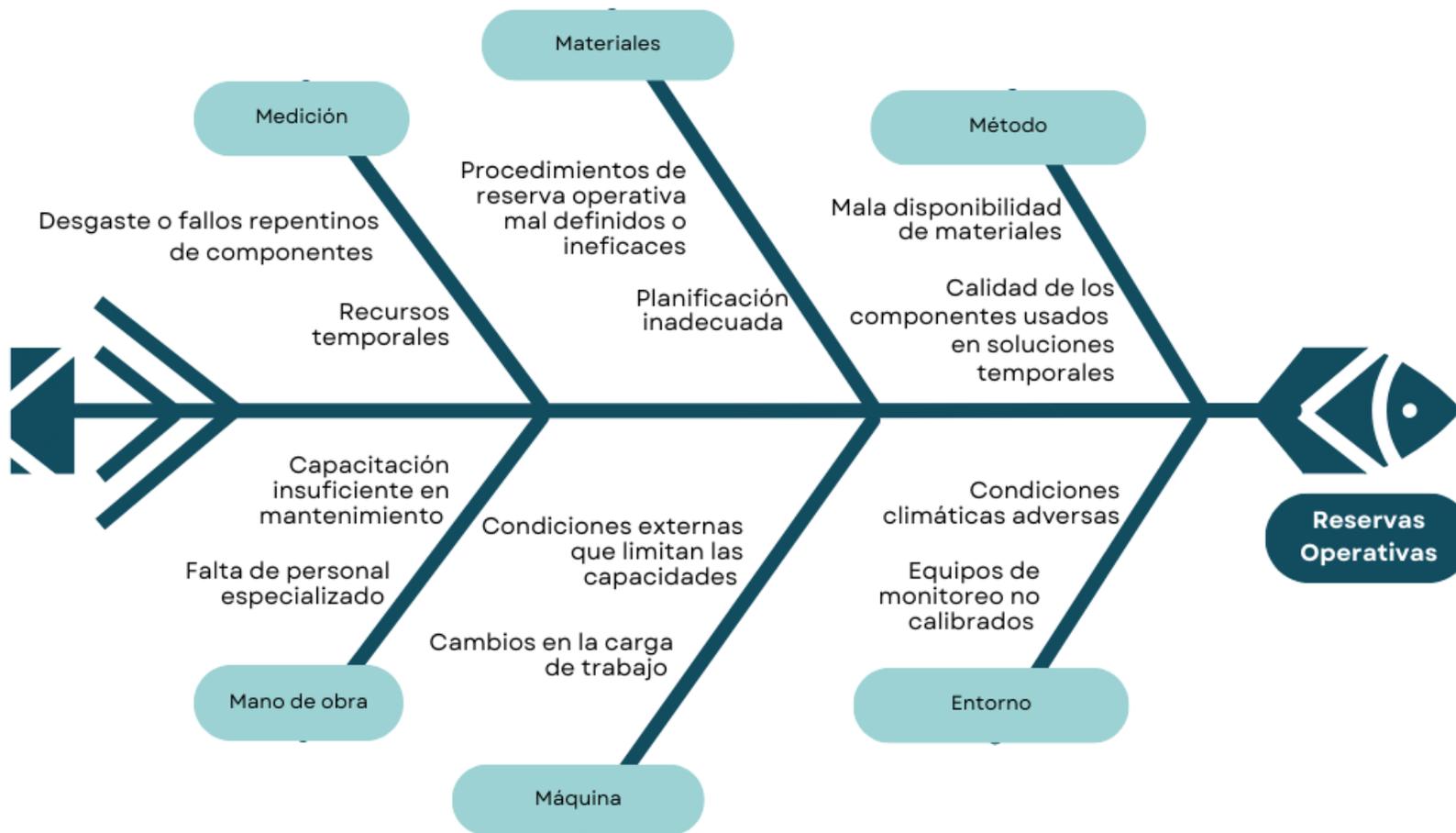


Figura 11. Diagrama Ishikawa en reservas operativas.

Con base en el desglose exhaustivo realizado mediante el AMEF y el análisis detallado con el diagrama de Ishikawa, se implementaron herramientas analíticas complementarias como la matriz de Vester y el diagrama de Pareto para jerarquizar y priorizar las causas identificadas con mayor precisión, puesto que la matriz de Vester, con su enfoque sistémico, permitió evaluar las interacciones dinámicas entre los factores determinantes, identificando aquellos con mayor nivel de influencia y estableciendo relaciones críticas que podrían amplificar los problemas de disponibilidad si no son abordados de manera efectiva. Este análisis proporcionó una comprensión integral de las problemáticas, destacando su impacto acumulativo y orientando la formulación de soluciones sostenibles. De manera complementaria, el diagrama de Pareto facilitó la identificación de las causas con mayor incidencia en la disminución de la disponibilidad, revelando que un porcentaje reducido de factores generaba la mayoría de los problemas operativos. Este enfoque permitió focalizar los recursos en las áreas de mayor relevancia, asegurando un uso eficiente y estratégico de las intervenciones técnicas. La combinación de ambas herramientas fortaleció significativamente el proceso de toma de decisiones, aportando una base sólida para optimizar el plan de mantenimiento, implementar mejoras específicas y lograr un aumento notable en la disponibilidad operativa de la chancadora cónica HP 800. Estos resultados no solo reflejan una mejora inmediata, sino que también establecen un marco para garantizar la sostenibilidad y la adaptabilidad de las estrategias a largo plazo.

Tabla 8. Matriz Vester en paradas programadas.

| Causas - Paradas Programadas | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | I |
|---|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| Desgaste normal de componentes (forros, motores, bombas) | C1 | | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 25 |
| Daño o fallos en partes específicas como el Jack Shaft o la bomba de lubricación | C2 | 3 | | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 31 |
| Necesidad de reemplazo de piezas como el Main Frame Liner o el acumulador | C3 | 2 | 4 | | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 30 |
| Planificación adecuada pero no siempre precisa (necesidad de adaptarse a condiciones imprevistas) | C4 | 1 | 2 | 3 | | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 29 |
| Procedimientos de mantenimiento que no identifican todos los puntos críticos a tiempo | C5 | 2 | 2 | 3 | 4 | | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 31 |
| Disponibilidad de piezas de repuesto (por ejemplo, bombas, filtros) | C6 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 29 |
| Calidad del aceite y lubricantes utilizados | C7 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 19 |
| Capacitación en la ejecución de mantenimiento preventivo | C8 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | | 4 | 3 | 2 | 2 | 31 |
| Falta de supervisión durante las operaciones de mantenimiento programadas | C9 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | | 3 | 2 | 2 | 30 |
| Condiciones operativas de las máquinas (temperatura, vibraciones) | C10 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 4 | 3 | 35 |
| Condiciones ambientales que afectan la calidad de los materiales y herramientas. | C11 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | | 3 | 34 |
| Falta de monitoreo en tiempo real del estado de los equipos (presión, temperatura, flujo) | C12 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | | 34 |

Tabla 9. Matriz Vester en paradas no programadas.

| Causas - Paradas No Programadas | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | I |
|--|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| Desgaste o fallos repentinos de componentes clave como bombas, sistemas hidráulicos o motores | C1 | | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 37 |
| Falta de detección de señales tempranas de fallo (alarmas de presión, temperatura, etc.) | C2 | 4 | | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 39 |
| Falta de inspección preventiva o predictiva | C3 | 4 | 4 | | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 38 |
| Procesos de diagnóstico deficientes que no detectan fallos a tiempo | C4 | 3 | 4 | 4 | | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 37 |
| Piezas defectuosas o materiales de baja calidad (como mangueras hidráulicas, rodamientos, etc.) | C5 | 4 | 3 | 3 | 4 | | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 37 |
| Problemas con el suministro de repuestos (demoras en la entrega) | C6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 34 |
| Capacitación insuficiente en mantenimiento correctivo | C7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 35 |
| Respuesta inadecuada o tardía a fallos inesperados | C8 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | | 4 | 3 | 3 | 3 | 35 |
| Falta de experiencia para resolver problemas complejos rápidamente | C9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | | 3 | 3 | 3 | 35 |
| Condiciones operativas extremas que afectan la vida útil de los equipos (temperaturas altas, polvo, vibraciones) | C10 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | 4 | 3 | 37 |
| Contaminación del sistema (aceite o material extraño) | C11 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | | 3 | 35 |
| Alarmas de bajo rendimiento no detectadas a tiempo | C12 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | | 39 |

Tabla 10. Matriz Vester en reservas operativas.

| Causas - Reservas Operativas | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | I |
|--|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| Componentes auxiliares que soportan el funcionamiento de la máquina principal (por ejemplo, bombas adicionales, sistemas de refrigeración) | C1 | | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 38 |
| Recursos temporales, como el uso de un sistema de refrigeración Watercooler | C2 | 3 | | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 37 |
| Procedimientos de reserva operativa mal definidos o ineficaces | C3 | 3 | 4 | | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 39 |
| Planificación inadecuada para manejar reservas operativas (fallos en sistemas auxiliares) | C4 | 4 | 3 | 4 | | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 39 |
| Disponibilidad de materiales de repuesto adecuados para las reservas operativas. | C5 | 4 | 3 | 3 | 4 | | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 39 |
| Calidad de los componentes usados en soluciones temporales | C6 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 38 |
| Capacitación insuficiente sobre manejo de reservas operativas | C7 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 39 |
| Falta de personal especializado para cambios rápidos o reparaciones de emergencia. | C8 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | | 4 | 4 | 3 | 4 | 39 |
| Condiciones externas que limitan las capacidades de reparación rápida o de operación en reserva | C9 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | | 4 | 4 | 3 | 38 |
| Cambios en la carga de trabajo que requieren más uso de reservas operativas | C10 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 36 |
| Monitoreo de la operatividad en condiciones de emergencia no optimizado | C11 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | | 4 | 40 |
| Equipos de monitoreo no calibrados adecuadamente | C12 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | | 41 |

Tabla 11. Priorización de Pareto en paradas programadas.

| Causas | O | I | O*I | P% | P.A % | Priorización Pareto |
|--------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------|---------------------|
| C10 | 4 | 35 | 140 | 12% | 12% | |
| C12 | 4 | 34 | 136 | 12% | 24% | |
| C5 | 4 | 31 | 124 | 11% | 34% | |
| C3 | 4 | 30 | 120 | 10% | 44% | |
| C11 | 3 | 34 | 102 | 9% | 53% | 83% |
| C2 | 3 | 31 | 93 | 8% | 61% | |
| C9 | 3 | 30 | 90 | 8% | 69% | |
| C4 | 3 | 29 | 87 | 7% | 76% | |
| C6 | 3 | 29 | 87 | 7% | 83% | |
| C1 | 3 | 25 | 75 | 6% | 90% | |
| C8 | 2 | 31 | 62 | 5% | 95% | 17% |
| C7 | 3 | 19 | 57 | 5% | 100% | |
| Total | 39 | 358 | 1173 | 100% | | |

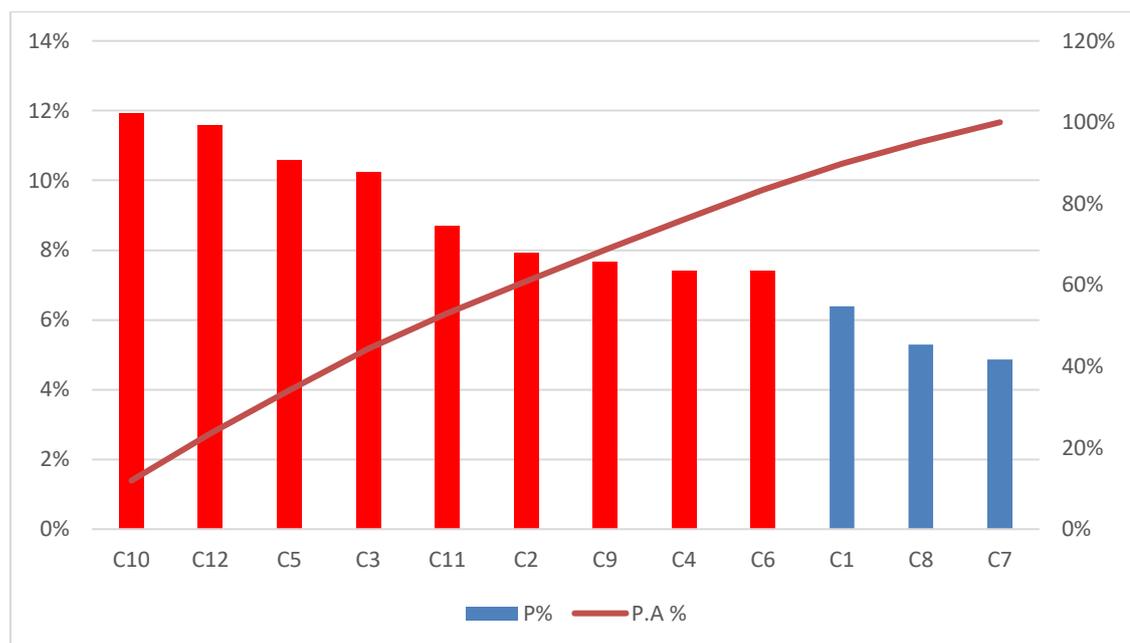


Figura 12. Priorización de Pareto en paradas programadas.

Tabla 12. Priorización de Pareto en paradas no programadas.

| Causas | O | I | O*I | P% | P.A % | Priorización Pareto |
|--------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------|---------------------|
| C2 | 5 | 39 | 195 | 11% | 11% | |
| C1 | 5 | 37 | 185 | 10% | 21% | |
| C5 | 5 | 37 | 185 | 10% | 32% | |
| C10 | 5 | 37 | 185 | 10% | 42% | 76% |
| C8 | 5 | 35 | 175 | 10% | 52% | |
| C11 | 5 | 35 | 175 | 10% | 62% | |
| C6 | 4 | 34 | 136 | 8% | 69% | |
| C12 | 3 | 39 | 117 | 7% | 76% | |
| C3 | 3 | 38 | 114 | 6% | 82% | |
| C4 | 3 | 37 | 111 | 6% | 88% | 24% |
| C7 | 3 | 35 | 105 | 6% | 94% | |
| C9 | 3 | 35 | 105 | 6% | 100% | |
| Total | 49 | 438 | 1788 | 100% | | |

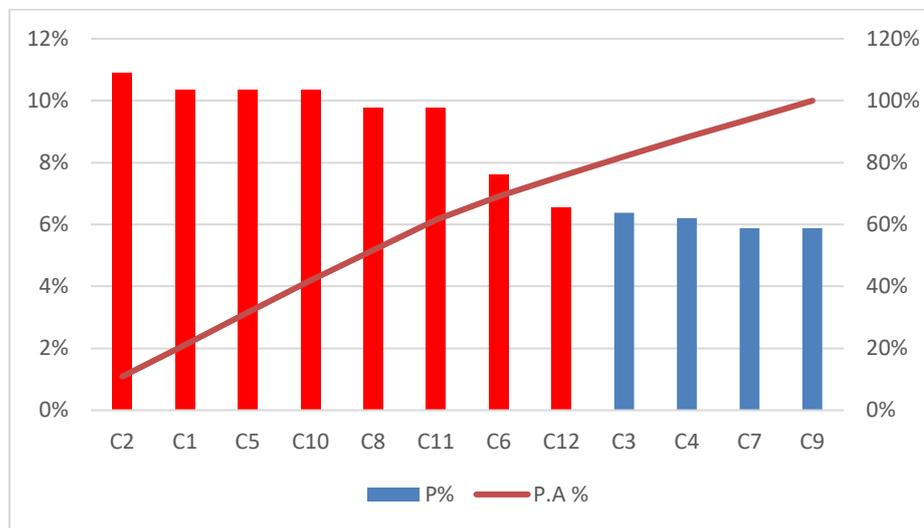


Figura 13. Priorización de Pareto en paradas programadas.

Tabla 13. Priorización de Pareto en paradas no programadas.

| Causas | O | I | O*I | P% | P.A % | Priorización Pareto |
|--------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------|---------------------|
| C11 | 5 | 40 | 200 | 10% | 10% | |
| C3 | 5 | 39 | 195 | 10% | 20% | |
| C4 | 5 | 39 | 195 | 10% | 29% | |
| C5 | 5 | 39 | 195 | 10% | 39% | 74% |
| C7 | 5 | 39 | 195 | 10% | 49% | |
| C8 | 5 | 39 | 195 | 10% | 58% | |
| C12 | 4 | 41 | 164 | 8% | 66% | |
| C1 | 4 | 38 | 152 | 8% | 74% | |
| C6 | 4 | 38 | 152 | 8% | 82% | |
| C9 | 4 | 38 | 152 | 8% | 89% | 26% |
| C2 | 3 | 37 | 111 | 6% | 95% | |
| C10 | 3 | 36 | 108 | 5% | 100% | |
| Total | 52 | 463 | 2014 | 100% | | |

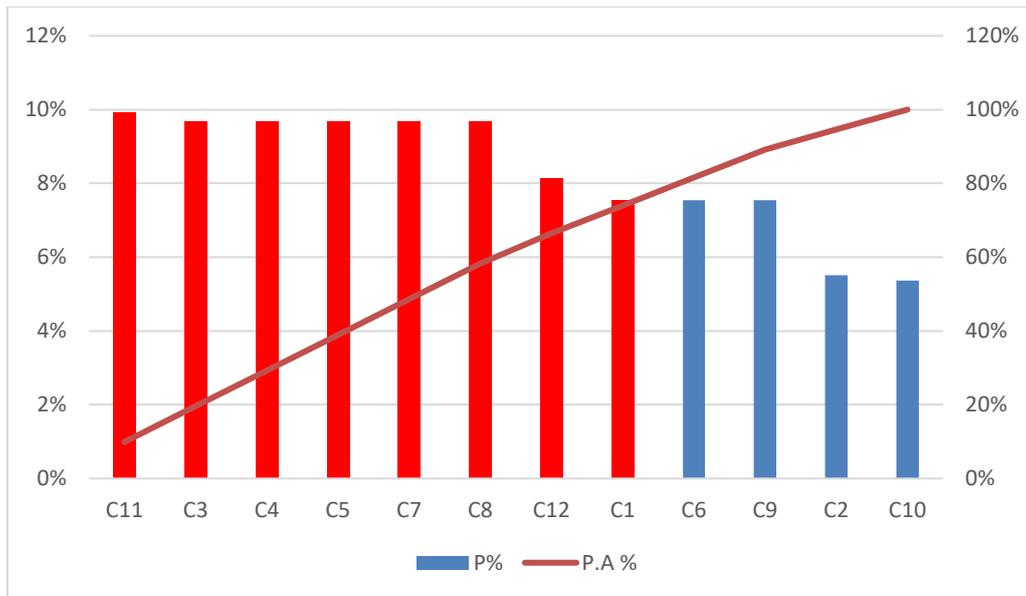


Figura 14. *Priorización de Pareto en reservas operativas.*

4.1.3 Proponer plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800

El plan de mantenimiento propuesto para los equipos y componentes clave de la chancadora cónica HP 800 busca garantizar la eficiencia operativa y minimizar las paradas no programadas. El plan se basa en un enfoque preventivo, que incluye tareas regulares de inspección y reemplazo de componentes como revestimientos, bombas de lubricación, sistemas hidráulicos y motores. Además, se incorporan acciones correctivas para tratar fallos repentinos y desgaste inesperado, como la detección temprana de señales de alarma y la disponibilidad inmediata de repuestos. Además, el mantenimiento predictivo también es fundamental, ya que ayudará con el uso de tecnologías de monitoreo en tiempo real para evaluar las condiciones operativas de los equipos. De igual modo, la capacitación continua del personal es esencial para asegurar una respuesta eficiente ante cualquier incidencia, mientras que la supervisión rigurosa garantiza la correcta ejecución de los procedimientos. Por otro lado, la planificación de las paradas programadas se ajustará de acuerdo con las condiciones operativas y las demandas de los equipos, asegurando que las reparaciones se realicen con el menor impacto posible. Además, el uso de reservas operativas, como sistemas de refrigeración alternativos, se considera para mantener la operatividad en situaciones de emergencia. En conjunto, este plan de mantenimiento busca maximizar la vida útil de los equipos y minimizar los tiempos de inactividad, mejorando la productividad y reduciendo los costos operativos.

4.1.3.1. Implementación del TPM

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el contexto de una empresa minera constituye un pilar esencial para asegurar la sostenibilidad y eficiencia operativa, particularmente en equipos críticos como la chancadora cónica HP 800. En la fase inicial de "Introducción" se centra en la sensibilización integral del personal sobre la relevancia del TPM, promoviendo una cultura organizacional orientada a la mejora continua y al trabajo colaborativo; durante esta etapa, se definen los objetivos estratégicos y se lleva a cabo un diagnóstico exhaustivo de las condiciones operativas del equipo. En la subsecuente fase de "Ejecución", se implementan metodologías avanzadas como el mantenimiento autónomo y la gestión proactiva de fallas, lo que permite la identificación y erradicación de causas raíz que afectan la disponibilidad del equipo. Finalmente, la etapa de "Consolidación" se enfoca en el monitoreo riguroso de indicadores clave de desempeño (KPI) para asegurar la sostenibilidad de los resultados obtenidos; además, se refuerzan las competencias del equipo mediante programas continuos de capacitación y mejora profesional.

Asimismo, el diseño conceptual basado en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) representa un enfoque metodológico robusto para la implementación eficaz del TPM, estableciendo responsabilidades claras entre los actores clave del área de mantenimiento. En la fase de "planificar", el jefe de mantenimiento asume el liderazgo en la formulación de objetivos alineados con los requerimientos técnicos y operativos de la chancadora cónica HP 800; simultáneamente, el planificador de mantenimiento desarrolla cronogramas detallados y asigna recursos técnicos y logísticos de manera óptima. Durante la fase de "hacer", el supervisor de mantenimiento garantiza la ejecución rigurosa de las actividades programadas, asegurándose de la adherencia a los protocolos estandarizados; además, coordina la capacitación técnica necesaria para el personal operativo. En la etapa de "verificar", el jefe de mantenimiento lidera la evaluación de los resultados mediante el análisis crítico de los KPI, mientras que el planificador realiza una revisión analítica del cumplimiento del cronograma, proponiendo ajustes basados en evidencia. Finalmente, en la fase de "actuar", el supervisor implementa acciones correctivas y preventivas fundamentadas en el análisis de las fases anteriores; también, fomenta una dinámica de mejora continua que garantiza la evolución sostenida del sistema de mantenimiento.

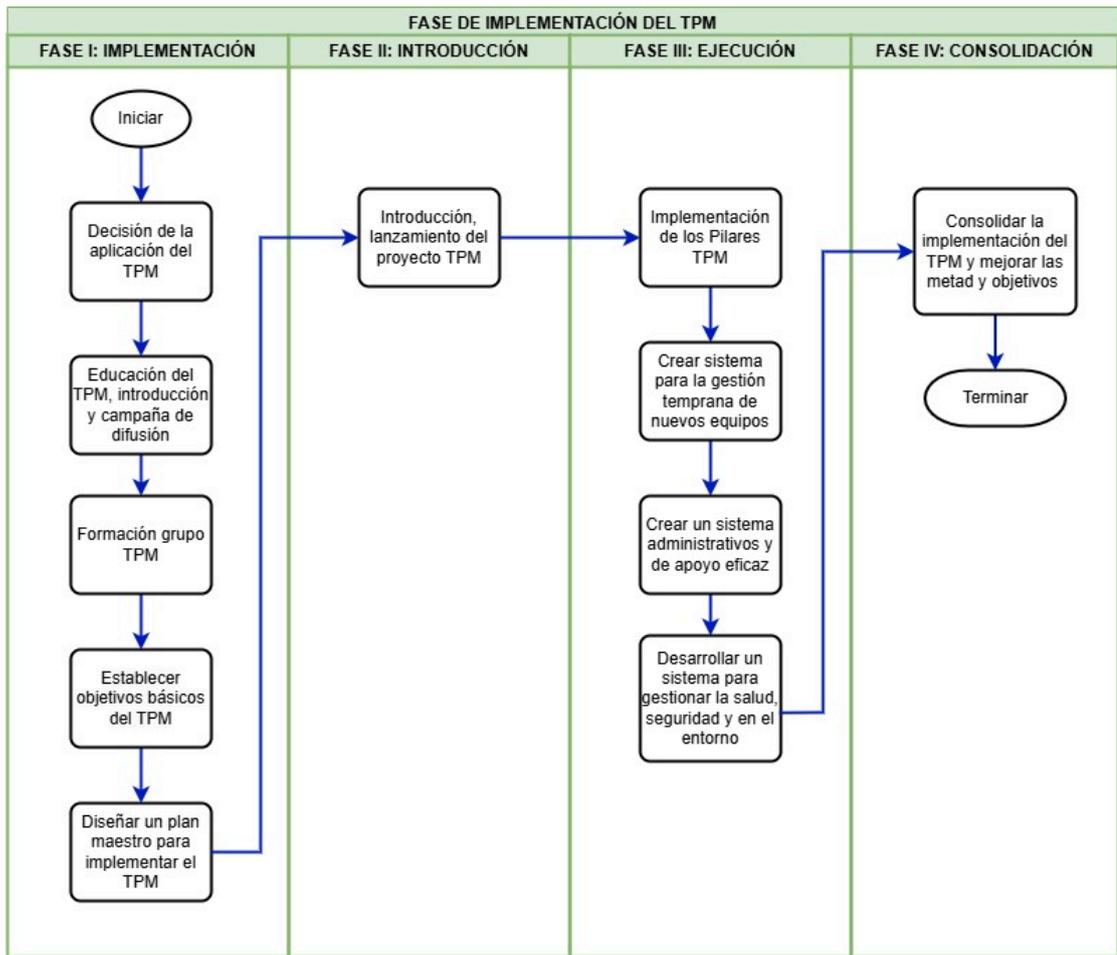
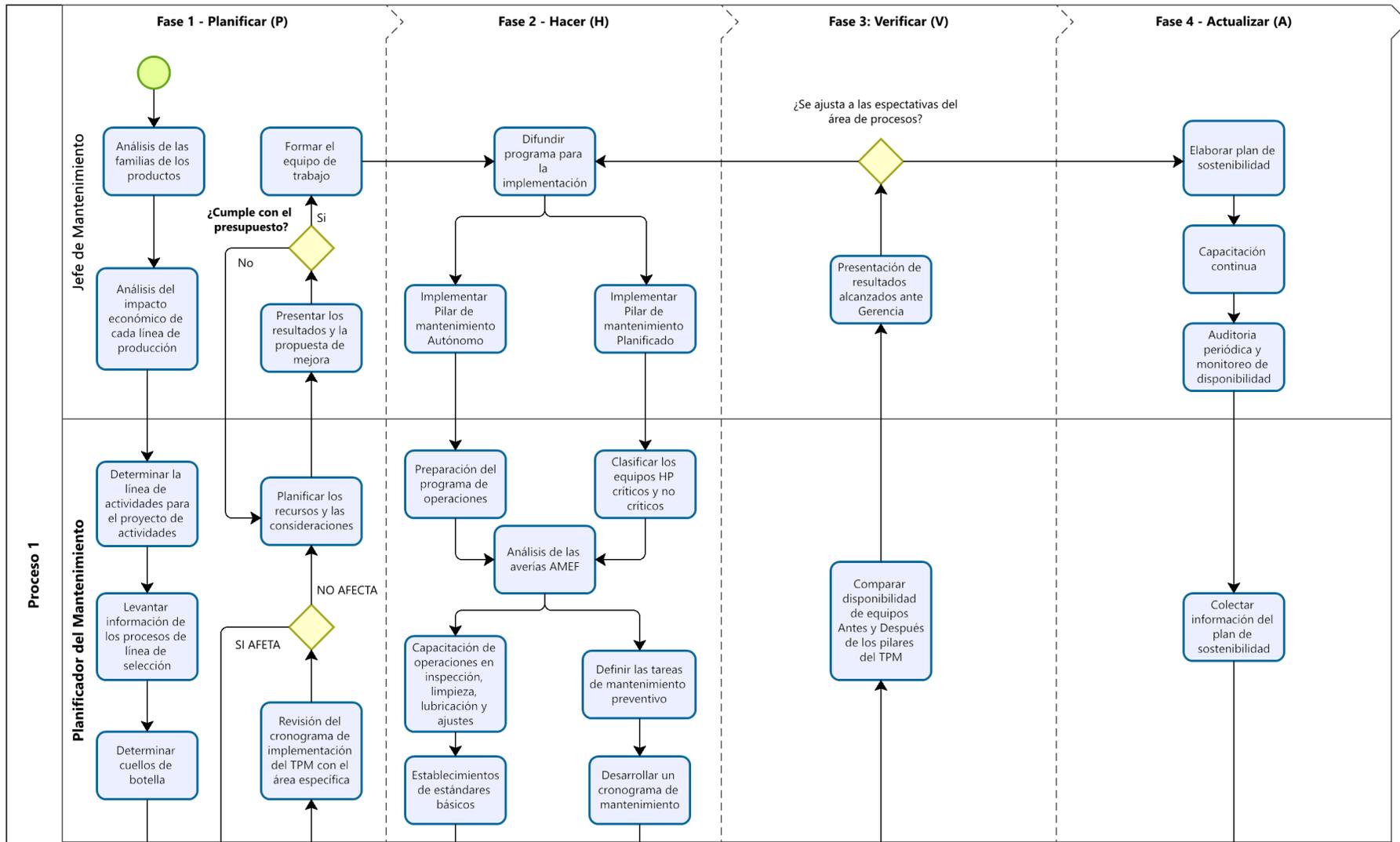


Figura 15. Fase de implementación del TPM. Adaptado de “Aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) para mejorar la disponibilidad de máquinas en el proceso de soplado de botellas en las líneas de producción de envases PET en la empresa San Miguel Industrias PET, 2023” de Palomino y Carhuancho (2024) (63)



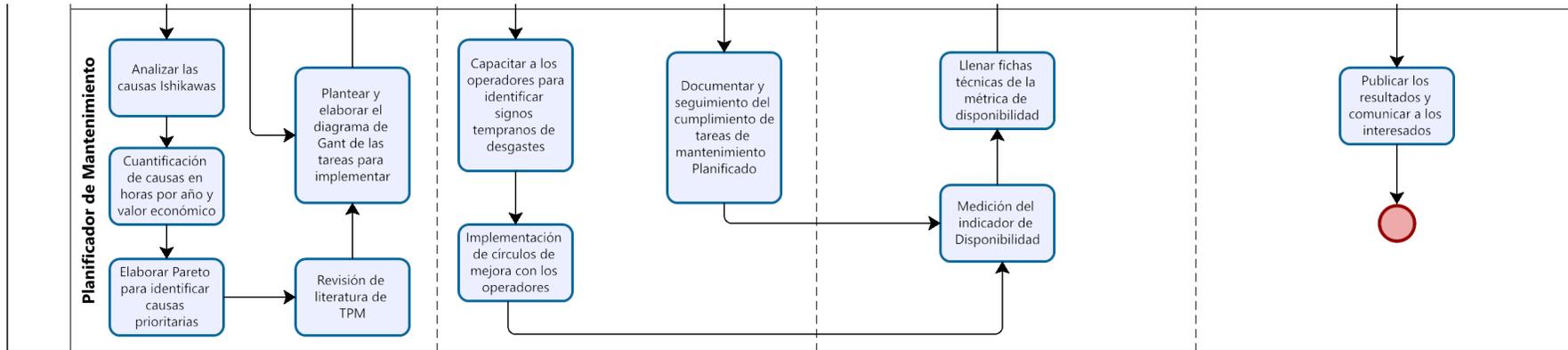


Figura 16. *Diseño base en PHVA para el TPM. Adaptado de “Incremento de la disponibilidad del equipo de corte y empaque de láminas de polipropileno mediante los pilares de Mantenimiento Autónomo y Preventivo del TPM en una empresa del sector plástico” de Garcia y Galvez (2024) (64).*

Tabla 14. Cronograma de actividades.

| Fase | Actividad | Responsable | Duración | Recursos | Notas |
|---|---|--------------------------------|-------------|---|---|
| Fase 1: Introducción (Mes 1) | | | | | |
| Sensibilización sobre TPM | Taller introductorio sobre principios del TPM | Jefe de mantenimiento | 1 semana | Sala de capacitación, materiales audiovisuales. | Fomentar la cultura de mejora continua |
| Diagnóstico operativo | Inspección del equipo y análisis de datos históricos. | Planificador de mantenimiento | 2 semanas | Herramientas de diagnóstico, registros históricos. | Identificar fallas recurrentes |
| Definición de objetivos | Establecimiento de metas estratégicas | Gerente de operaciones | 1 semana | Reunión ejecutiva, software de planificación | Basado en el diagnóstico inicial |
| Fase 2: Ejecución (Meses 2-6) | | | | | |
| Mantenimiento del autónomo | Capacitación en tareas diarias y listas de verificación | Supervisores de mantenimiento | Meses 2-3 | Manuales técnicos, plantillas de inspección | Promotor inspección y limpieza diaria |
| Gestión proactiva de fallas | Análisis con Ishikawa y matriz AMFE | Especialistas en mantenimiento | Meses 3-4 | Software de análisis, herramientas analíticas. | Priorizar fallas críticas |
| Monitoreo predictivo | Instalación de sensores y capacitación | Analistas de mantenimiento | Meses 4-5 | Sensores, cámaras infrarrojas | Detectar patrones anómalos |
| Capacitación continua | Sesiones sobre diagnóstico y protocolos de seguridad | Jefe de mantenimiento | Meses 5-6 | Equipos de capacitación, manuales de procedimientos. | Reforzar competencias técnicas |
| Fase 3: Consolidación (Meses 7-12) | | | | | |
| Evaluación de resultados | Análisis de KPI: disponibilidad, MTBF, MTTR | Jefe de mantenimiento | Mes 7 | Software de análisis de datos, informes operativos, sistema de gestión de mantenimiento y reuniones semanales de seguimiento. | Identificar desviaciones, ajustar estrategias y definir nuevas metas basadas en los hallazgos, y elaborar informes periódicos |
| Ajustes al plan | Incorporación de lecciones aprendidas | Jefe de mantenimiento | Mes 8 | Reuniones de equipo, bases de datos operativos | Optimizar estrategias |
| Cultura de mejora continua | Implementación de ciclos PHVA | Supervisores y operaciones | Meses 9-12 | Talleres colaborativos, reuniones regulares | Fomentar la sostenibilidad del sistema |
| Reforzamiento técnico | Evaluaciones prácticas y simulaciones. | Consultores externos | Meses 10-12 | Software de simulación, equipos especializados | Escenarios críticos similares |

4.1.3.2. Plan de Mantenimiento Preventivo propuesto

Este plan busca prevenir fallos mediante tareas programadas basadas en el manual de la chancadora HP800, asegurando su operatividad y reduciendo riesgos de paradas inesperadas.

| Elemento | Lista de verificación | Condiciones normales |
|---|-----------------------|--|
| Verificaciones y mantenimiento diarios | | |
| 1. Verifique el nivel del tanque de aceite. | | Dentro de la capacidad del indicador de nivel de aceite |
| 2. Verifique las temperaturas de entrada de aceite y de la línea de drenaje. | | Línea de drenaje: 38° a 54 °C (100° a 130 °F) Diferencia de temperatura entre el drenaje y la entrada: + 0° a 7 °C (0° a 12 °F) sin enfriadores + 0° a 11 °C (0° a 20 °F) con enfriadores |
| 3. Verifique la presión del aceite en la caja del contraeje (o contraflecha). | | 1,4 a 2,8 bars (20 a 40 psi) |
| 4. Verifique la presión diferencial del filtro de aceite. | | 0,3 a 1,7 bars (5 a 25 psi) |
| 5. Verifique el consumo (o demanda) de potencia y el nivel de la cámara. | | |
| 6. Verifique el ajuste del lado cerrado. | | |
| 7. Verifique la presión de protección de la cámara. | | 179 a 193 bars (2600 a 2800 psi) |
| 8. Verifique la presión de fijación. | | 165 a 193 bars (2400 a 2800 psi) |
| 9. Verifique la distribución de la alimentación. | | |
| 10. Verifique que el área de descarga de la trituradora esté despejada. Saque todo aquello que esté acumulado en los brazos. | | |
| 11. Verifique si hay desgaste en la camisa y la cubierta del contrapeso. | | |
| 12. Verifique el tiempo de marcha inercial del contraeje. | | 60 a 90 segundos |
| 13. Verifique si hay conexiones y elementos de sujeción (o sujetadores) flojos. | | |
| 14. Verifique si hay ruidos extraños y signos de desgaste o fatiga en las piezas de la trituradora. | | |
| 15. Cuando los recubrimientos de la trituradora (manto y coraza del tazón) están por alcanzar su límite de desgaste, verifique que no estén flojos, agrietados o desgastados. | | |
| 16. Verifique si hay movimiento del anillo de ajuste. | | |
| 17. Verifique el flujo de aceite y la canasta del filtro. | | |

Figura 17. *Períodos de inspección y mantenimiento diario de la chancadora cónica.*

| Elemento | Lista de verificación | Condiciones normales |
|---|-----------------------|----------------------|
| Verificaciones y mantenimiento semanales | | |
| 1. Verifique el ventilador de la caja del contraeje y los filtros de respiración del tanque de aceite. | | |
| 2. Verifique las tuberías para detectar fugas de aceite. | | |
| 3. Verifique si hay desgaste en la coraza del tazón, la placa (o plato) de alimentación y el manto y controle que estén correctamente ceñidos. | | |
| 4. Engrase las roscas del anillo de ajuste sin fijar el tazón y luego engráselas nuevamente después de fijar el tazón. | | |
| 5. Examine el filtro de aceite del tanque de aceite para detectar virutas y escamas metálicas. | | |
| 6. Cerciórese de que el anillo de ajuste no se mueva. | | |
| 7. Verifique la tensión y alineación de las correas en "V". | | |
| 8. Verifique si hay fugas de aceite. | | |
| 9. Verifique si hay grietas en las poleas y si el eje está bien ceñido. | | |
| 10. Verifique si los tornillos de cabeza de la placa de alimentación están bien ceñidos. | | |
| 11. Pruebe todas las alarmas, las luces de alarma y los enclavamientos de los sistemas hidráulicos y de lubricación (dispositivos de circulación, temperatura y presión, si corresponde). | | |
| 12. Verifique si hay desgaste en la protección de la caja del contraeje, las protecciones del brazo, el contrapeso, la cabeza y el bastidor principal. | | |

Figura 18. *Períodos de inspección y mantenimiento semanal de la chancadora cónica.*

| Elemento | Lista de Verificación | Condiciones normales |
|---|-----------------------|--|
| Verificaciones y mantenimiento mensuales | | |
| 1. Verifique la presión de precarga de los acumuladores y agregue nitrógeno si es necesario. | | 103 bars (1500 psi) |
| 2. Verifique el mecanismo de ajuste donde el piñón encaja en el anillo de transmisión. | | |
| 3. Verifique el motor eléctrico y lubrique de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. | | |
| 4. Libere el conjunto del tazón de la posición de trituración y hágalo girar hacia delante y hacia atrás. | | |
| 5. Verifique si hay suciedad y sedimentos en el aceite lubricante. Realice un cambio si es necesario. | | |
| 6. Analice los aceites hidráulicos y de lubricación para determinar sus niveles de contaminación. | | Remítase a las pautas de contaminación del aceite. |
| 7. Verifique el juego axial. | | |

Figura 19. *Períodos de inspección y mantenimiento mensual de la chancadora cónica.*

| Elemento | Lista de verificación | Condiciones normales |
|--|-----------------------|----------------------|
| Verificaciones y mantenimiento anuales | | |
| 1. Desmonte completamente la trituradora para verificar si hay desgaste en todas las superficies de rodamiento (bujes de la cabeza, buje de la excéntrica, descansos axiales y cubierta de la quicionera, también llamada revestimiento del zócalo), de la corona y del piñón. | | |
| 2. Examine si hay signos de grietas por fatiga en el bastidor principal, la cabeza y el tazón, y especialmente en el flange (o brida) de montaje del bastidor y la base de las salientes. | | |
| 3. Verifique que las conexiones de tuberías y todos los elementos de sujeción estén correctamente ceñidos. | | |
| 4. Examine la bola (o esférico) de la cabeza para ver si está desgastada. | | |
| 5. Examine los dientes de la corona y el piñón para ver si hay desgaste en ellos. | | |
| 6. Verifique el sello del guardapolvo (o capelo). | | |
| 7. Cambie el lubricante del reductor de engranajes de la transmisión hidráulica. | | |

Figura 20. *Períodos de inspección y mantenimiento anual de la chancadora cónica.*

4.1.3.3. *Plan de Mantenimiento Correctivo propuesto*

Este plan busca identificar fallos o problemas en los componentes críticos o sistemas de la chancadora reduciendo el impacto de las fallas mediante acciones inmediatas y efectivas.

Tabla 15. Acciones para el plan de mantenimiento correctivo.

| Etapa | Proceso | Descripción |
|---------------------------------------|---|--|
| Diagnóstico Inicial | Realizar inspecciones visuales detalladas para identificar | <ul style="list-style-type: none"> • Fugas de aceite en conexiones hidráulicas o componentes principales. • Grietas estructurales en bastidores, tazones o ejes. • Conexiones flojas o desalineaciones en piezas móviles. |
| | Realizar pruebas funcionales del sistema hidráulico, observando | <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de presión en acumuladores y cilindros • Tiempo de respuesta de los actuadores • Desgaste en los componentes internos del sistema hidráulico, como válvulas y bombas. |
| | Analizar el aceite para detectar | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas metálicas indicativas de desgaste interno • Contaminantes externos como agua o polvo. • Cambios en la viscosidad que puedan afectar la lubricación adecuada. |
| Reparación y Reemplazo de Componentes | Componentes mecánicos | <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar rodamientos desgastados o dañados utilizando herramientas de extracción adecuadas para evitar daños adicionales. • Ajustar o sustituir engranajes desalineados o con pérdida de dientes, asegurando el uso de lubricantes correctos durante el ensamblaje. |
| | Componentes hidráulicos | <ul style="list-style-type: none"> • Reparar cilindros con fugas reemplazando sellos internos y externos, inspeccionando el estado del vástago del pistón. • Sustituir acumuladores que no mantengan la presión de precarga adecuada. Esto incluye verificar la integridad de la bolsa interna y la correcta instalación del acumulador. • Limpiar y reparar los sistemas de filtración de aceite, asegurándose de que los filtros no estén obstruidos. |
| | Estructuras | <ul style="list-style-type: none"> • Reforzar o reemplazar elementos con grietas mediante soldadura o sustitución de piezas completas según la gravedad del daño. • Restaurar superficies de contacto en el manto y coraza del tazón utilizando procedimientos térmicos y mecánicos según el manual. Esto incluye el uso de epoxi adecuado para fijar el manto correctamente. |
| | Sistema eléctrico | <ul style="list-style-type: none"> • Revisar motores y sistemas de control para detectar sobrecalentamiento o conexiones defectuosas. |
| Pruebas y Verificación | | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar pruebas de presión y funcionalidad en el sistema hidráulico tras reparaciones. Verificar que las válvulas y acumuladores operen dentro de los parámetros establecidos. • Alinear y tensar todos los elementos mecánicos antes de reiniciar operaciones para evitar desgaste prematuro. • Monitorear el comportamiento de los componentes reparados durante un periodo de prueba para garantizar su rendimiento. |

4.1.3.4. Plan de Mantenimiento Predictivo propuesto

Este plan busca anticipar fallas antes de que ocurran, mediante técnicas avanzadas de monitoreo continuo y análisis predictivo.

Tabla 16. Acciones para el plan de mantenimiento predictivo.

| Etapa | Proceso | Descripción |
|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| Monitoreo Continuo | Análisis de Aceite | <ul style="list-style-type: none"> Realizar pruebas periódicas para detectar partículas ferrosas y no metálicas Monitorizar niveles de contaminantes como agua y sílice, que pueden causar desgaste Evaluar la presencia de aditivos degradados y viscosidad fuera de rango |
| | Sensores de Vibración | <ul style="list-style-type: none"> Instalar sensores en puntos críticos como el contra eje y los motores principales Configurar alarmas para detectar desequilibrios o vibraciones anormales Analizar patrones de vibración para identificar componentes específicos en riesgo |
| Técnicas Avanzadas | Termografía | <ul style="list-style-type: none"> Utilizar cámaras infrarrojas para identificar puntos calientes en componentes eléctricos y mecánicos, como motores, poleas y rodamientos. Registrar los datos de temperaturas para evaluar tendencias de deterioro. |
| | Análisis Acústico | <ul style="list-style-type: none"> Implementar micrófonos especializados para detectar ruidos anómalos en engranajes y rodamientos. Comparar registros con patrones normales para prever fallos. |
| | Inspecciones Visuales Automatizadas | <ul style="list-style-type: none"> Incorporar drones o cámaras robóticas para inspeccionar zonas de difícil acceso, como estructuras elevadas o sistemas internos. Generar reportes automáticos con imágenes y videos de las inspecciones. |
| Mantenimiento Basado en Datos | | <ul style="list-style-type: none"> Generar informes mensuales con datos recopilados de sensores y pruebas, utilizando software especializado. Ajustar frecuencias de mantenimiento preventivo según las tendencias detectadas. Priorizar reparaciones basadas en la criticidad de los componentes según los indicadores obtenidos, evaluando costos y tiempos de parada. Utilizar modelos predictivos para estimar la vida útil restante de los componentes clave. |

Asimismo, en la tabla 14 se refleja un cronograma integral y estructurado que define con detalle las actividades de mantenimiento asignadas a la chancadora cónica HP800; puesto que estas actividades están desglosadas según frecuencias específicas: diarias, semanales, mensuales, anuales, correctivas y predictivas. Además, cada tarea está detallada en términos de responsables, duración estimada, recursos necesarios y observaciones operativas. Por ejemplo, las tareas diarias incluyen verificaciones rutinarias de niveles de aceite y monitoreos de presiones y temperaturas, actividades que demandan entre 15 y 20 minutos y emplean herramientas especializadas como termómetros infrarrojos. Por otro lado, las intervenciones de mayor complejidad, como el desmontaje anual completo para inspecciones estructurales de componentes principales, requieren hasta tres días de trabajo y el uso de herramientas específicas y repuestos especializados. Este esquema tiene como objetivo principal garantizar la continuidad operativa y la extensión de la vida útil del equipo, minimizando la ocurrencia de interrupciones no planificadas mediante una combinación eficiente de estrategias preventivas y predictivas.

De igual modo, en la tabla 15 se describe un programa sistemático de capacitación diseñado para fortalecer las competencias técnicas del personal encargado del mantenimiento de la chancadora HP800; ya que este cronograma se organiza en sesiones semanales y mensuales, abordando temáticas clave que van desde los fundamentos del mantenimiento preventivo hasta el diagnóstico avanzado de fallas hidráulicas y el monitoreo predictivo. Por ejemplo, en la primera semana se realiza una sesión introductoria de cuatro horas centrada en los principios básicos del mantenimiento preventivo, mientras que en la tercera semana se aborda el análisis de lubricantes y el monitoreo de condiciones para anticipar fallas potenciales. Además, el programa incluye capacitaciones sobre procedimientos anuales de inspección y normas de seguridad industrial, esenciales para garantizar operaciones seguras y eficientes. Este enfoque pedagógico no solo mejora la eficacia de las intervenciones técnicas, sino que también fomenta una cultura organizacional basada en la mejora continua y el cumplimiento normativo.

Tabla 17. Cronograma de Mantenimiento para la Chancadora Cónica HP800.

| Frecuencia | Actividad | Responsable | Duración | Materiales/Recursos | Notas |
|-------------------|--|---------------------------|------------|--|---|
| Diario | Revisión de niveles de aceite. | Técnico de turno | 15 minutos | Indicador de nivel, aceite de repuesto. | Confirmar que el nivel esté dentro de los límites recomendados. |
| | Monitoreo de temperaturas y presiones. | Técnico de turno | 20 minutos | Termómetro infrarrojo, manómetros. | Revisar entradas y salidas según las especificaciones del manual. |
| | Inspección visual de conexiones, roscas y componentes externos. | Técnico de turno | 30 minutos | Linterna, lista de verificación de inspección. | Documental anomalías encontradas. |
| Semanal | Lubricación de roscas del anillo de ajuste. | Técnico de mantenimiento | 45 minutos | Grasa de litio NLGI N° 1 con disulfuro de molibdeno. | Realice nuevamente tras fijar el recipiente. |
| | Evaluación de tensión y alineación de correas en "V". | Técnico de mantenimiento | 30 minutos | Herramientas de ajuste, tensiómetro. | Ajustar correas según las especificaciones. |
| | Inspección del filtro de aceite en el tanque. | Técnico de mantenimiento | 20 minutos | Kit de filtros, herramientas de extracción. | Buscar virutas metálicas o residuos. |
| Mensual | Análisis de contaminación en aceites hidráulicos y de lubricación. | Laboratorio externo | 3 horas | Muestras de aceite, equipo de análisis. | Emitir un informe con recomendaciones. |
| | Limpieza de sedimentos acumulados en el tanque de aceite. | Técnico de mantenimiento | 4 horas | Solventes de limpieza, filtros nuevos. | Cambie el aceite si la contaminación es alta. |
| | Verificación de acumuladores hidráulicos. | Técnico hidráulico | 2 horas | Nitrógeno, manómetro, herramientas especializadas. | Asegurarse de mantener la presión de precarga adecuada. |
| Anual | Desmontaje completo para inspección de superficies de rodamientos y componentes principales. | Equipo de mantenimiento | 3 días | Herramientas de desmontaje, lubricantes, repuestos según inspección. | Supervisar el estado de bujes, coronas, piñones y bastidores. |
| | Cambio de lubricantes en reductores de engranajes. | Técnico de mantenimiento | 1 día | Lubricantes especificados en el manual. | Documentar la cantidad de lubricante reemplazada. |
| | Inspección detallada de dientes del piñón y corona para detectar desgaste o grietas. | Técnico de mantenimiento | 1 día | Herramientas de inspección, equipos de medición de desgaste. | Realice reparaciones si es necesario. |
| Correctivo | Diagnóstico de fugas hidráulicas y reparación de cilindros. | Técnico hidráulico | 8 horas | Sellos, herramientas de reparación. | Confirmar funcionamiento después de la reparación. |
| | Reemplazo de mantos o corazones desgastados. | Técnico mecánico | 2 días | Epoxi, pernos de ajuste, herramienta de montaje. | Realice calibración tras el reemplazo. |
| Predictivo | Revisión de vibraciones mediante sensores especializados. | Analista de mantenimiento | 2 horas | Sensores de vibración, software de análisis. | Identificar patrones anómalos. |
| | Monitoreo termográfico de puntos calientes. | Técnico de termografía | 3 horas | Cámara infrarroja, software de análisis. | Registrar puntos de riesgo y planificar intervenciones. |

Tabla 18. Cronograma de capacitaciones para el Mantenimiento de la Chancadora Cónica HP800.

| Fecha | Tema de capacitación | Duración | Participantes | Responsable | Recursos | Objetivo |
|-----------------|---|----------|---------------------------|---------------------------|--|---|
| Semana 1 | Fundamentos del mantenimiento preventivo | 4 horas | Técnicos y supervisores | Jefe de mantenimiento | Manual HP800, lista de verificación de tareas. | Comprender tareas diarias, semanales y mensuales del mantenimiento preventivo. |
| Semana 2 | Diagnóstico y resolución de fallas hidráulicas. | 6 horas | Técnicos hidráulicos | Especialista hidráulico | Cilindros, acumuladores, herramientas. | Identificar y reparar fallas hidráulicas como fugas o baja presión. |
| Semana 3 | Análisis de aceite y monitoreo predictivo | 5 horas | Técnicos de lubricación | Analista de lubricantes | Equipos de análisis, muestras de aceite. | Aprender a interpretar datos del análisis de aceite para anticipar fallas. |
| Semana 4 | Uso de sensores de vibración y termografía | 6 horas | Técnicos de mantenimiento | Consultor externo | Sensores, cámaras infrarrojas | Implementar monitoreo continuo para prevenir desequilibrios o sobrecalentamientos. |
| Mes 2, Semana 1 | Procedimientos de desmontaje e inspección anual | 8 horas | Equipo de mantenimiento | Jefe de taller | Herramientas de desmontaje, lubricantes. | Desarrollar habilidades para desmontar, inspeccionar y reemplazar componentes clave. |
| Mes 2, Semana 3 | Seguridad en mantenimiento de chancadoras | 3 horas | Todo el equipo | Especialista en seguridad | Protocolos, equipo de protección personal | Asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad en cada intervención. |
| Mes 3, Semana 2 | Reparación de sistemas eléctricos y electrónicos. | 5 horas | Técnicos eléctricos | Especialista eléctrico | Multímetros, diagramas eléctricos. | Diagnosticar y reparar motores y sistemas de control eléctrico. |
| Mes 4, Semana 1 | Evaluación práctica y simulación de escenarios. | 8 horas | Todo el equipo | Equipo de supervisión | Equipos simulados, software de gestión | Evaluar la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en las sesiones previas. |

Tabla 19. Matriz AMFE propuesto en la disponibilidad de la chancadora cónica HP 800.

| MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS (AMEF) | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-----------------------|--|-----------------|----------|---|---------------------------------------|---|---|---|-----|----|
| | | ESTRATEGIAS | | | | Estado y acción recomendada | Área responsable en acción correctiva | RESULTADOS | | | | |
| | | Tipo de mantenimiento | Tarea | Frecuencia | Personal | | | NPR > 200 INACEPTABLE 125 < NPR < 200 REDUCIBLE NPR ≤ 125 ACEPTABLE | | | | |
| MODO DE FALLO | NP R | | | | | | Acciones correctivas | S | O | D | NPR | |
| Desgaste, daño o rotura de revestimientos | 240 | Preventivo | Inspección y cambio programado | Mensual | 3 | Mantener eficiencia operativa. | Mantenimiento mecánico | Reemplazo periódico. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Paro por cambio o falla del motor | 225 | Correctivo | Verificación y ajuste del arranque | Mensual | 2 | Garantizar arranques seguros y confiables. | Mantenimiento Mecánico/Eléctrico | Reparación o ajuste. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Fuga de aceite, bajo flujo de aceite | 240 | Preventivo | Inspección de fugas y presión | Semestral | 2 | Mantener eficiencia en el sistema de fuerza. | Mantenimiento mecánico | Reparación o ajuste de componentes. | 4 | 3 | 5 | 60 |
| Bajo flujo de aceite, falla en la bomba | 270 | Preventivo | Inspección de flujo y presión | Semanal | 2 | Reduzca el desgaste prematuro de los componentes. | Mantenimiento mecánico | Ajuste o reemplazo de bomba. | 2 | 2 | 5 | 20 |
| Obstrucción, falla en el filtro | 210 | Preventivo | Cambio de periódico | Mensual | 1 | Prevenir contaminantes en el sistema. | Mantenimiento mecánico | Reemplazo de filtros. | 2 | 2 | 5 | 20 |
| Fuga de aceite, reemplazo necesario | 140 | Correctivo | Revisión de fugas y cambio si es necesario | Según condición | 2 | Garantizar una refrigeración adecuada. | Mantenimiento mecánico | Reparación o reemplazo. | 3 | 3 | 5 | 45 |
| Fugas, obstrucciones | 210 | Correctivo | Sustitución en caso de fuga | Según condición | 2 | Prevenir pérdidas de aceite y presiones bajas. | Mantenimiento mecánico | Cambio de mangueras. | 3 | 2 | 5 | 30 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|------------|---------------------------------|-----------------|---|--|-------------------------|--------------------------------|---|---|---|----|
| Desgaste o rotura del rodamiento | 240 | Correctivo | Cambio en caso de desgaste | Según condición | 2 | Evitar daños mayores por fricción excesiva. | Mantenimiento mecánico | Sustitución inmediata. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Baja presión de aceite | 210 | Correctivo | Ajuste o reemplazo | Según condición | 1 | Mantenga el flujo adecuado en el sistema hidráulico. | Mantenimiento mecánico | Ajuste o cambio de válvulas. | 2 | 2 | 5 | 20 |
| Fuga de aceite, daño del anillo. | 150 | Correctivo | Sustitución en caso de desgaste | Según condición | 2 | Evitar fugas internas y desalineación. | Mantenimiento mecánico | Cambio inmediato. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Daño o desgaste del piñón | 240 | Correctivo | Inspección y ajuste | Según condición | 2 | Mantenga la posición adecuada en los componentes. | Mantenimiento mecánico | Ajuste o reparación. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Fuga de aceite, baja presión | 160 | Preventivo | Verificación de presión | Trimestral | 1 | Mantenga la capacidad de respuesta hidráulica. | Mantenimiento mecánico | Ajuste de presión o cambio. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Obstrucción del filtro | 150 | Preventivo | Limpieza y cambio de periódico | Semestral | 1 | Mantenga el flujo limpio al sistema. | Mantenimiento mecánico | Limpieza o cambio del filtro. | 2 | 1 | 5 | 10 |
| Alta vibración, daño en el reductor | 160 | Correctivo | Sustitución por alta vibración | Según condición | 3 | Prevenir daños mayores en el sistema. | Mantenimiento mecánico | Cambio del reductor inmediato. | 4 | 3 | 5 | 60 |
| Daño, desgaste del liner | 180 | Correctivo | Cambio por desgaste | Según condición | 4 | Evitar daños estructurales en el sistema. | Mantenimiento mecánico | Sustitución del revestimiento. | 4 | 3 | 5 | 60 |
| Falla del motor eléctrico | 270 | Correctivo | Sustitución en caso de falla | Según condición | 4 | Prevenir interrupciones prolongadas. | Mantenimiento Eléctrico | Cambio inmediato. | 5 | 3 | 5 | 75 |
| Falla de la válvula | 240 | Correctivo | Inspección y ajuste | Según condición | 1 | Garantizar protección contra sobrepresión. | Mantenimiento mecánico | Ajuste o cambio. | 2 | 1 | 5 | 10 |
| Falla de la bomba, bajo flujo | 270 | Preventivo | Inspección y ajuste | Semanal | 2 | Asegurar flujo constante y presión adecuada. | Mantenimiento mecánico | Reparación o sustitución. | 2 | 2 | 5 | 20 |
| Daño en sistema de refrigeración | 240 | Preventivo | Limpieza y revisión general | Mensual | 2 | Mantenga la temperatura adecuada en el sistema. | Mantenimiento mecánico | Limpieza o reparación. | 3 | 2 | 5 | 30 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|------------|-------------------------------|-----------------|---|--|-------------------------|-------------------------------------|---|---|---|----|
| Rotura o desgaste de la faja | 240 | Correctivo | Revisión y cambio | Según condición | 2 | Mantener eficiencia de transmisión. | Mantenimiento mecánico | Cambio de fajas. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Lectura incorrecta o fallo del sensor | 150 | Preventivo | Calibración y prueba | Semestral | 1 | Prevenir falsas alarmas y fallas de monitoreo. | Mantenimiento Eléctrico | Calibración o reemplazo del sensor. | 2 | 1 | 5 | 10 |
| Desgaste el fallo del eje y excéntrico | 180 | Correctivo | Inspección y reparación | Según condición | 3 | Reduzca las vibraciones y el desgaste anormal. | Mantenimiento mecánico | Reparación o reemplazo. | 4 | 3 | 5 | 60 |
| Falla en el sistema de frenos | 180 | Correctivo | Inspección de funcionamiento | Según condición | 2 | Prevenir fallas en el sistema de detención. | Mantenimiento mecánico | Reparación o ajuste. | 4 | 3 | 5 | 60 |
| Desgaste o ruptura de correas | 245 | Correctivo | Ajuste y cambio | Según condición | 2 | Garantizar la sincronización de componentes. | Mantenimiento mecánico | Cambio o ajuste inmediato. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Fuga o mal funcionamiento | 270 | Preventivo | Inspección de presión y fugas | Semestral | 2 | Prevenir fallas de operación. | Mantenimiento mecánico | Reparación o ajuste. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Falla del contactor | 240 | Correctivo | Revisión de conexiones | Según condición | 1 | Evitar fallas eléctricas críticas. | Mantenimiento Eléctrico | Reemplazo de contactor. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Fallo del transformador | 180 | Correctivo | Revisión de carga | Según condición | 1 | Evite sobrecargas y fallos eléctricos. | Mantenimiento Eléctrico | Reparación o sustitución. | 4 | 2 | 5 | 40 |
| Fuga de aceite | 210 | Correctivo | Cambio por desgaste | Según condición | 2 | Garantizar la estabilidad de los componentes. | Mantenimiento mecánico | Cambio inmediato. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Atoro con material | 180 | Preventivo | Inspección general | Semanal | 4 | Prevenir fallos en operación. | Mantenimiento mecánico | Reparación o ajuste de componentes. | 5 | 3 | 5 | 75 |
| Desgaste o daño en la polea | 210 | Preventivo | Inspección y ajuste | Semestral | 2 | Prevenir desalineación y desgaste. | Mantenimiento mecánico | Ajuste o sustitución. | 3 | 2 | 5 | 30 |
| Fuga o rotura de la manguera | 210 | Correctivo | Sustitución en caso de fuga | Según condición | 1 | Prevenir fugas y pérdidas de presión. | Mantenimiento mecánico | Cambio inmediato. | 3 | 2 | 5 | 30 |

4.1.3.5. Mejora de la implementación

- a) Periodos de inspección y mantenimiento diario

Situación actual (antes de la mejora):

- Tiempo total invertido en actividades diarias: 65 minutos

Con mejora:

- Se incrementa la frecuencia en un 30% (mayor rigor en la revisión) y se optimizan procedimientos, de modo que se estandariza y reduce el tiempo improductivo.
- Nuevo tiempo efectivo: Aunque se realizan más inspecciones, el tiempo de cada actividad se reduce en un 10% debido a una mayor experiencia y mejores herramientas.
- Impacto: Mayor detección temprana de fallas, lo que contribuye a una disminución en intervenciones correctivas.

- b) Períodos de inspección y mantenimiento semanal

Situación actual:

- Tiempo total semanal: 95 minutos

Con mejora:

- La optimización permite mejorar la coordinación y ejecución, reduciendo el tiempo total en un 15%.
- Nuevo tiempo semanal: $95 \times (1 - 0.15) \cong 80.75$ min/semana
- Impacto: Mayor eficiencia en el uso de los recursos y detección de anomalías.

- c) Periodos de inspección y mantenimiento mensual

Situación actual:

- Tiempo total mensual: 9 horas.

Con mejora:

- Con la optimización y mejor planificación, se reduce el tiempo en un 20%.
- Nuevo tiempo mensual: $9 \times (1 - 0.20) \cong 7.2$ horas/mes

- Impacto: Mayor disponibilidad del equipo al destino menos horas al mantenimiento profundo sin sacrificar la calidad de las inspecciones.

d) Número de intervenciones realizadas

Situación actual:

- Total de intervenciones en equipos HP 800: 77 (sumando programadas y no programadas).

Con mejora:

- Se espera reducir las intervenciones no programadas en un 25% gracias a la detección temprana ya la mejora en la capacitación: $27 \times (1 - 0.25) \cong 20.25$ INP
- Se mantiene el número de intervenciones programadas (50 en total para los equipos), el nuevo total sería: $50 + 20 = 70$ intervenciones

e) Número de datos monitoreados

Situación actual:

- Se cuentan ciertos parámetros (temperatura, presión, vibración) en tiempo real.

Con mejora:

- Se implementa un sistema de monitoreo avanzado que aumenta el número de datos capturados en un 40%: $5 \times (1 + 0.4) \cong 7$ monitores constantes
- Impacto: Permite un diagnóstico más preciso y toma de decisiones más oportunas.

f) Número de actividades programadas en el mantenimiento

Situación actual:

- Actividades programadas totales: 144 al año.

Con mejora:

- Se aumenta la cantidad de actividades programadas en un 35% (por el refuerzo del mantenimiento preventivo): $144 \times (1 + 0.35) \cong 194.4$ actividades anuales
- Impacto: Un plan más robusto que reduce la probabilidad de fallas inesperadas.

g) Número de actividades programadas en la capacitación

Situación actual:

- Total de horas de capacitación: 120 horas anuales.

Con mejora:

- Se incrementa en un 50% la inversión en capacitación: $120 \times (1 + 0.5) \cong 180$ h
- Impacto: Personal más capacitado, lo que reduce errores en la ejecución y mejora la respuesta ante fallas.

h) Tiempo de parada

Situación actual:

- Ejemplo: Un equipo con MTTR = 217.33 horas y MTBF = 1119.76 horas, lo que da una disponibilidad de:

$$D = \frac{1119.76}{1119.76 + 217.33} * 100 \cong 83.75\% \quad (2)$$

Con mejora:

- Se espera una reducción del MTTR en un 70% y un aumento del MTBF en un 20% (debido a mantenimiento predictivo y una mejor capacitación).
- Para el mismo equipo, nuevos valores estimados:

$$MTTR = 217.33 \times (1 - 0.7) \cong 65.20 \text{ horas} \quad (3)$$

$$MTBF = 1119.76 \times (1 + 0.2) \cong 1343.71 \text{ horas}$$

$$D = \frac{1343.71}{1343.71 + 65.20} * 100 \cong 95.37 \%$$

Tabla 20. Resumen de la propuesta.

| Parámetro de medición | Símbolo | Unidad | Situación Actual | Mejora |
|---|---------|--------|------------------|--------|
| Periodo de Inspección y Mantenimiento Diario | PIMD | Min | 65 | 84.5 |
| Periodo de Inspección y Mantenimiento Semanal | PIMS | Min | 95 | 80.75 |
| Periodo de Inspección y Mantenimiento Mensual | PIMM | Min | 540 | 432 |
| Número de Intervenciones Realizadas | NIR | Valor | 77 | 20.25 |
| Número de Datos Monitoreado | NDM | Valor | 5 | 7 |
| Número de Actividades Programadas | NAP | Valor | 144 | 194.4 |
| Disponibilidad | Disp | % | 83.75 | 95.37 |

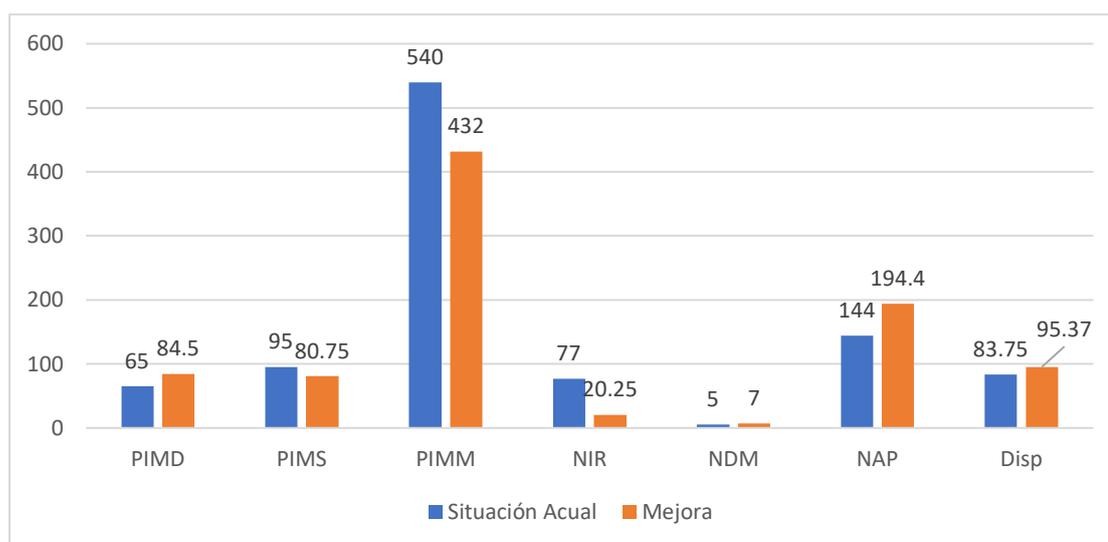


Figura 21. Situación actual y propuesta en la disponibilidad de la chancadora cónica.

A continuación, se expone el Plan de Mantenimiento actualizado para la Chancadora Cónica HP 800, el cual integra de manera sistemática las mejoras identificadas en el análisis técnico del informe, tales como la optimización de tareas críticas, la implementación prioritaria de estrategias predictivas y el fortalecimiento de las competencias del personal mediante capacitación especializada. Cabe destacar que, si bien se preserva la estructura original del plan organizada en los ejes de Gestiones de Seguridad, Mantenimiento Mecánico-Eléctrico, Hidráulico, Lubricación, Eléctrico-Control y Pruebas de Seguridad, se han introducido ajustes significativos en los intervalos de intervención, fundamentados en datos históricos y análisis de criticidad. Asimismo, se han incorporado nuevas rutinas proactivas, alineadas con estándares internacionales de confiabilidad operacional, cuyo propósito central es elevar la disponibilidad del equipo y mitigar riesgos asociados a fallas no programadas.

Las modificaciones responden a un enfoque holístico que combina metodologías de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) con prácticas de Mantenimiento Productivo Total (TPM), garantizando no solo la sostenibilidad técnica del activo, sino también la

eficiencia en la asignación de recursos. En particular, el énfasis en el monitoreo predictivo mediante tecnologías como termografía y análisis de vibraciones permite anticipar modos de falla, mientras que la reestructuración de frecuencias de inspección optimiza la relación costo-beneficio de las intervenciones programadas. De esta manera, el plan se consolida como un instrumento estratégico para alcanzar los indicadores de desempeño establecidos, asegurando la continuidad operativa en entornos mineros de alta exigencia.

4.2 Discusiones de resultados

La presente investigación valida la eficacia de los enfoques preventivos y predictivos en el mantenimiento de equipos críticos, alineándose con teorías y prácticas consolidadas en la literatura académica. En ese contexto, los resultados demostraron que la disponibilidad operativa de la chancadora cónica HP 800 aumentó en un 5% proyectado tras la implementación de tecnologías avanzadas como sensores de vibración y técnicas de termografía. Los hallazgos concuerdan con Barragán et al. (2023), quienes destacaron la integración de las filosofías de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y Mantenimiento Productivo Total (TPM) como mecanismos para optimizar la confiabilidad y la seguridad industrial (10). Asimismo, el incremento de la disponibilidad mecánica, reportado en este estudio, guarda paralelismos con los resultados de Bustillos (2022), quien logró elevar la disponibilidad de una chancadora primaria del 83% al 94% mediante un plan de mantenimiento preventivo bien estructurado (16).

En esa misma línea, la aplicación del Análisis Modal de Efectos y Fallos (AMEF) también resultó instrumental para identificar y abordar las fallas críticas de los sistemas hidráulicos y motores eléctricos de la chancadora cónica HP 800. El enfoque refleja una coherencia metodológica con los trabajos de Miranda y Vigo (2021), quienes emplearon el análisis de criticidad para priorizar equipos y desarrollar estrategias que redujeron significativamente los tiempos de inactividad (19). Del mismo modo, Huere (2021) demostró que la implementación de planes de mantenimiento preventivo puede optimizar la disponibilidad de maquinaria pesada y minimizar costos (18); mientras que Zeng et al. (2021) enfatizaron que la optimización de parámetros operativos contribuye a prolongar la vida útil de componentes esenciales, una estrategia también abordada en el presente estudio mediante la incorporación de tecnologías predictivas (13).

Por otro lado, la priorización de intervenciones en un 20% de las causas responsables del 80% de las fallas, apoyada por herramientas analíticas como el diagrama de Pareto y la matriz de Vester, refuerzan la utilidad de metodologías sistemáticas para optimizar recursos y reducir costos operativos. Este enfoque es congruente con Andrade y Herrera (2018), quienes destacaron cómo la aplicación del RCM mejora la confiabilidad operativa y minimiza costos mediante un esquema estructurado (11). Además, Mago y Rocha (2021) evidenciaron en pequeñas industrias la relevancia de un análisis de criticidad para identificar equipos clave, lo cual coincide con las prácticas implementadas en este estudio para optimizar la gestión de recursos técnicos y financieros (12).

Finalmente, la investigación resalta la sinergia entre las estrategias preventivas y predictivas como un enfoque integral para maximizar la eficiencia operativa y minimizar costos. Los

resultados detallados se alinean con las conclusiones de Bustillos (2022), Miranda y Vigo (2021), y Fustamante (2020), quienes encontraron que planes de mantenimiento preventivo bien diseñados son cruciales para aumentar la disponibilidad y reducir costos. Además, las metodologías predictivas descritas por Zeng et al. (2021) confirman la importancia de integrar tecnologías avanzadas para extender la vida útil de los componentes y optimizar la productividad en entornos industriales (13).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se concluyó que, la implementación de un plan de mantenimiento integral fundamentado en estrategias preventivas, predictivas y correctivas, complementado con tecnologías avanzadas de monitoreo y una metodología sistemática para la priorización de fallas, consolidó mejoras sustanciales en la disponibilidad operativa y optimizó los costos derivados de paradas no programadas. Puesto que, este enfoque promovió una eficiencia operativa sostenible, garantizando el rendimiento continuo de la chancadora cónica HP 800 y contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de productividad y uso eficiente de recursos establecidos por la organización.

Se analizó el estado actual del plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800 y su impacto en la disponibilidad operativa en una minera, donde el análisis del tiempo de inactividad promedio de la chancadora cónica HP 800 durante el periodo comprendido entre agosto de 2023 y febrero de 2024 reveló un total acumulado de 337.52 horas para el modelo HP 800-5, que se constituyó en el principal punto crítico. Por el contrario, el modelo HP 800-4 presentó un tiempo de inactividad significativamente menor de 5.08 horas, lo que evidenció una gestión de mantenimiento más eficiente. Por lo tanto, la disponibilidad promedio global fue del 84.53%, con máximos descensos como el registrado en noviembre de 2023 (80.64%), lo que subrayó brechas estructurales en las estrategias de mantenimiento.

Se identificaron las fallas recurrentes y las causas principales que afectan el rendimiento de la chancadora cónica HP 800 en una minera; en donde, a través del Análisis Modal de Efectos y Fallos (AMEF), se identificaron fallas críticas como el desgaste excesivo de los rodamientos, fallos en sistemas hidráulicos y obstrucciones en los filtros de aceite. Asimismo, las fallas de mayor prioridad correspondieron a la bomba de lubricación y al motor eléctrico, con Números de Prioridad de Riesgo (NPR) de 270 cada uno. Complementariamente, el diagrama de Ishikawa destacó factores como la insuficiencia en el monitoreo predictivo, condiciones operativas severas y limitaciones en la capacitación del personal como las causas subyacentes predominantes. Por otra parte, las herramientas analíticas como la matriz de Vester y el diagrama de Pareto permitieron priorizar un 20% de las causas responsables del 80% de las fallas, optimizando la asignación de recursos. Esto se tradujo en una reducción estimada del 10% en los costos operativos, garantizando una operatividad sostenible y resiliente en el mediano y largo plazo.

Se propuso un plan de mantenimiento de la chancadora cónica HP 800 para reducir los tiempos de inactividad y aumentar su eficiencia operativa en una minera; puesto que la propuesta de optimización del plan de mantenimiento incorporó enfoques preventivos, predictivos y correctivos. Tecnologías como sensores de vibración y termografía tuvieron el potencial de reducir las paradas no programadas en un 15% anual. Además, las estrategias de capacitación y supervisión incrementaron la efectividad de las intervenciones técnicas en un 20%. Se proyectó un aumento global del 5% en la disponibilidad operativa, alcanzando un promedio anual estimado del 95.37%.

5.2 Recomendaciones

Diseñar e implementar un sistema de gestión de mantenimiento integral que incorpore tecnologías avanzadas como el monitoreo en tiempo real mediante sensores IoT, inteligencia artificial para la predicción de fallas y una base de datos centralizada para priorizar acciones de mantenimiento según la criticidad y frecuencia de las fallas.

Revisar y actualizar los protocolos de mantenimiento del modelo HP 800-5, priorizando las fallas más frecuentes y diseñando cronogramas más eficientes que consideren el histórico de paradas. Paralelamente, replicar las estrategias exitosas aplicadas al modelo HP 800-4 para estandarizar y mejorar la eficiencia operativa en ambos equipos.

Implementar un programa de inspección regular de componentes críticos, como rodamientos y sistemas hidráulicos, utilizando herramientas predictivas como análisis de vibraciones y termografía. Además, mejore la capacitación del personal en el uso de estas herramientas y en el mantenimiento preventivo de los sistemas de lubricación para evitar fallas recurrentes.

Adoptar y poner en práctica el plan de mantenimiento optimizado, asegurando la instalación de sensores avanzados para monitoreo predictivo, y establecer un programa continuo de formación y certificación para el personal de mantenimiento. Además, monitorear y evaluar el desempeño del plan cada trimestre, ajustándolo según los resultados obtenidos para alcanzar las metas de disponibilidad del 98%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AVAKH, S., M. GANJI a R. IMANNEZHAD. ¿Cuáles son los determinantes clave del rendimiento del mantenimiento? *Producción* [online]. 2020, **30** [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.1590/0103-6513.20190155
- [2] DI NARDO, N., M. MADONNA, P. ADDONIZIO a M. GALLAB. Un análisis cartográfico del mantenimiento en la Industria 4.0. *Revista de investigación y tecnología aplicadas* [online]. 2021, **19**(6) [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.14482/INDES.30.1.303.661
- [3] BORROTO, Y., M. CARAZA, A. ALFONSO a F. MARRERO. Herramientas de optimización aplicadas a la gestión del mantenimiento de activos físicos: estado del arte. *DYNA* [online]. 2021, **88**(219) [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.15446/dyna.v88n219.96981
- [4] INFRASPEAK TEAM. *Estadísticas de Mantenimiento: Desafíos, Tendencias y Métricas* [online]. 2023 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-estadisticas-desafios-tendencias/>
- [5] BOHNE, R. *Gestión de instalaciones: presupuesto gastado en equipos y suministros de limpieza y mantenimiento en Estados Unidos desde 2017 hasta 2024* [online]. 2024 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/799977/share-of-operating-budget-spent-on-cleaning-or-maintenance-equipment-and-supplies/>
- [6] EMR. *Perspectiva del Mercado Latinoamericano de Gestión de Instalaciones* [online]. 2023 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-latinoamericano-de-gestion-de-instalaciones>
- [7] GUERRA, E. a A. MONTES. Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería. *Boletín de Ciencias de la Tierra* [online]. 2019, (45) [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1695/169559150002/html/>
- [8] ARROYO, C. a R. OBANDO. Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of*

- Engineering Science* [online]. 2022, **4**(10), 59–69 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.53734/esci.vol14.id240
- [9] FLORES, M., D. MEDINA, D. VARGAS a B. REMACHE. Asignación de modelos de mantenimiento basada en la criticidad y disponibilidad del equipo. *CienciAmérica* [online]. 2020, **9**(4), 27–34 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.33210/ca.v9i4.340
- [10] BARRAGÁN, J., J. RAMOS, F. CASERES a S. AVALOS. Aplicación de las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa HANDMADE SHOES S. A de CV. In: *Actas de Innovación en Mantenimiento (INN2021)* [online]. Valencia, España: Editorial Universitat Politècnica de València, 2021, s. 485–493 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.4995/INN2021.2021.13393
- [11] ANDRADE, C. a M. HERRERA. Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM. *INGENIAR* [online]. 2021, **4**(8), 2–18 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.46296/ig.v4i8.0021
- [12] MAGO, M. a S. ROCHA. Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS. *Gestión y Estrategia* [online]. 2021, **16**(2), 98–111 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.18667/cienciaypoderaereo.703
- [13] ZENG, Q., Z. WANG, Z. LU, L. WAN, Z. LIU a X. ZHANG. Research on cutting performance and fatigue life of conical pick in cutting rock process. *Engineering and material science* [online]. 2021, **104**(4) [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.1177/00368504211050293
- [14] ZHAO, L., J. WANG a X. ZHU. Evaluación del rendimiento de corte de una rozadora por PCA y RBF. *SIMULACIÓN* [online]. 2019, **94**(12), 1129–1141 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.1177/0037549717753992
- [15] PALOMINO, M. *Aplicación del RCM para incrementar la disponibilidad de trituradoras cónicas Nordberg HP400 en Compañía Minera Casapalca* [online]. Junín, 2023 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/10216>

- [16] BUSTILLOS, M. *Implementación de Plan de Mantenimiento Centrado en la Disponibilidad Mecánica de la Chancadora Primaria 24"X36" en Sociedad Minera Corona S.A.* [online]. Huancayo, 2022 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2024]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/9578>
- [17] BRAVO, V. a M. MUÑOZ. *Diseño de mejora en el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para aumentar la disponibilidad de las máquinas Terrot, Orizzio y Mayer de la empresa textil Caysalu S. A.* [online]. B.m.: Repositorio Institucional UPN. 2021 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27593>
- [18] HUERE, A. *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y equipos de una cantera en Ñaña-Lima* [online]. Lima, 2021 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Universidad Tecnológica del Perú. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5622>
- [19] MIRANDA, L. a C. VIGO. *Sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos en la planta de agregados de la ciudad de Trujillo – Perú* [online]. Trujillo, 2021 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89208>
- [20] FUSTAMANTE, L. *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la planta chancadora de la empresa Astaldi-Piura* [online]. Piura, 2020 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Universidad Católica Santo Toribio Mogrovejo. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2597>
- [21] CHAVEZ, O. *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en el proceso de producción de una planta chancadora de piedra para incrementar la utilidad* [online]. Chiclayo, 2019 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2654/3/TL_ChavezGaonaOmar.pdf
- [22] FERNÁNDEZ, M., M. GARCÍA, A. ORCAJO, M. CANO a J. SOLARES. *Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas* [online]. B.m.:

- Marcombo, 2019 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://books.google.com/books?id=X3p4bZfoqgEC&pgis=1>
- [23] GÓMEZ, F. *Tecnología del mantenimiento industrial* [online]. B.m.: Universidad de Murcia, 2019 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://books.google.com/books?id=bOrFC3532MEC&pgis=1>
- [24] POMBO, J., P. LAURA, M. MAURIZI a L. LUISONI. *Mantenimiento predictivo mediante el análisis de vibraciones de máquinas* [online]. B.m.: Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 2019 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=-HBjAAAAMAAJ>
- [25] MONTILLA, C. *Fundamentos de Mantenimiento Industrial* [online]. B.m.: Universidad Tecnológica de Pereira, 2019 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.22517/9789587224092
- [26] GONZÁLEZ, J., E. MARTÍNEZ, E. BARRETO, V. ESPINOSA a J. CABRERA. Modelo con enfoque logístico para diagnosticar la gestión de mantenimiento de una entidad productora de envases. *Ingeniería Mecánica* [online]. 2020, **23**(2) [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2251/225164987003/>
- [27] ESPINOSA, F., A. DÍAS a G. SALINAS. Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. *Ingeniare. revista chilena de ingeniería* [online]. 2019, **20**(2), 242–254 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.4067/S0718-33052012000200011
- [28] CORDERO, O. a E. ESTUPINAN. Propuesta de optimización del mantenimiento de planta minera de cobre ministro haes, mediante análisis de confiabilidad, utilizando la metodología FMECA. *Investigación & Desarrollo*. 2019, **18**(1), 129–142 .
- [29] MAFLA, C., C. CASTEJON a H. RUBIO. Mantenimiento predictivo en tractores agrícolas propuesta de metodología orientada al mantenimiento conectado. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica*. 2022, **26**(1), 63–76.
- [30] MEDINA, R. Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros. *Revista Enfoques* [online]. 2022, **6**(21), 37–49 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.33996/revistaenfoques.v6i21.124

- [31] VIVEROS, P., R. STEGMAIER, F. KRISTJANPOLLER, L. BARBERA a A. CRESPO. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* [online]. 2019, **21**(1), 125–138 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.4067/S0718-33052013000100011
- [32] MARTÍNEZ, F. a L. GASSINSKI. La eficiencia energética y el papel del mantenimiento en la misma. *Ingeniería Energética* [online]. 2022, **43**(2) [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012022000200010&script=sci_arttext&tlng=en
- [33] SOLÓRZANO, E. a L. ESPINOSA. Modelo logístico de gestión de mantenimiento como estrategia de mejora a la disponibilidad. Caso de estudio: Unidad de Mantenimiento del GADMEC. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación* [online]. 2021, **4**(8), 30–48 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.46296/ig.v4i8edesep.0028
- [34] DÍAZ, A., A. DEL CASTILLO a L. VILLAR. Instrumento para evaluar el estado de la gestión de mantenimiento en plantas de bioproductos: Un caso de estudio. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* [online]. 2019, **25**(2) [fecha de consulta: 16 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.4067/S0718-33052017000200306
- [35] HERRERA, M. a Y. DUANY. Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial* [online]. 2019, **37**(1) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362016000100002&script=sci_arttext&tlng=pt
- [36] MARTÍNEZ, M. a D. CARBONELL. Indicadores de gestión de mantenimiento en empresas de servicio petrolero. *Revista Ingeniería* [online]. 2020, **4**(9), 143–162 [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.33996/revistaingenieria.v4i9.62
- [37] LEMACHE, K., F. GARCÍA, V. VALVERDE a E. VELASTEGUI. El enfoque de aprendizaje de máquina para la gestión del mantenimiento industrial. *Revista Universidad y Sociedad* [online]. 2023, **15**(3) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202023000300628&script=sci_arttext&tlng=en

- [38] GALAR, D., U. KUMAR, A. PARIDA a L. BERGES. Auditorías de mantenimiento [online]. 2019, (76) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Luis-Berges-Muro/publication/261844305_Auditorias_de_mantenimiento/links/0a85e535dfdf056652000000/Auditorias-de-mantenimiento.pdf
- [39] BUENAÑO, L., W. VILLAGRÁN a C. SANTILLÁN. Utilización de la auditoría de mantenimiento y el análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) como herramientas para la identificación de problemas en la gestión de mantenimiento de locomotoras en empresas de ferrocarriles [online]. 2019, 4(4) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.23857/fipcaec.v4i4.129
- [40] SALAS, J., N. RODRIGUEZ a A. DIAZ. Auditoría de mantenimiento: la unión de dos herramientas esenciales para beneficio de la producción industrial moderna [online]. 2019, 15(1) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6430976>
- [41] PARRA, C., P. VIVEROS, F. KRISTJANPOLLER, A. CRESPO, V. GONZÁLEZ a J. GÓMEZ. *Técnicas de auditoría para los procesos de: mantenimiento, fiabilidad operacional y gestión de activos (amorms & ams-iso 55001)* [online]. 2021 [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Parra-19/projects>
- [42] HUERTA, R. El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional [online]. 2019, 3(4) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/364>
- [43] CASTILLO, A., M. BRITO a E. FRAGA. Análisis de criticidad personalizados [online]. 2019, 12(3) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2251/225114976001.pdf>
- [44] PADURA, Y., A. GARCÍA, A. DÍAZ, A. RODRIGUEZ, M. HOURNÉ a G. CEDRÓN. Análisis de criticidad en los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos [online]. 38(3) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012017000300009&script=sci_arttext
- [45] AGUILAR, J., R. TORRES a D. MAGAÑA. Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo

y confiabilidad [online]. 2020, **25**(1) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/482/48215094003.pdf>

- [46] PILLADO PORTILLO, Martín, Velia Herminia CASTILLO PÉREZ, Jorge de la RIVA RODRÍGUEZ, Martín PILLADO PORTILLO, Velia Herminia CASTILLO PÉREZ a Jorge de la RIVA RODRÍGUEZ. Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* [online]. 2022, **12**(24) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. ISSN 2007-7467. Disponible en: doi:10.23913/ride.v12i24.1218
- [47] ANDRADE, Carlos Luis a Miguel HERRERA. Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2737-6249*. 2021, **4**(8), 2–18. ISSN 2737-6249.
- [48] PEÑAFIEL, José, Ángel ARTEAGA a Antonio DAQUINTA-GRADAILLE. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) caso de aplicación máquina empacadora de atún en latas. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2737-6249*. 2021, **4**(8 Ed. esp.), 43–57. ISSN 2737-6249.
- [49] SOSA, Bryan Rafael a Miguel HERRERA. Análisis de la situación actual del mantenimiento en el sector automotriz. *Polo del Conocimiento* [online]. 2023, **8**(10), 577–597 [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. ISSN 2550-682X. Disponible en: doi:10.23857/pc.v8i10.6142
- [50] MESA, D., Y. ORTÍZ a M. PINZÓN. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et Technica*. 2019, **11**(30), 155–160.
- [51] FEAL, N., E. GONZÁLEZ a R. SANTOS. Procedimiento para la evaluación y mejora de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad en la industria química cubana. *Centro Azúcar*. 2022, **49**(1), 41–50.
- [52] LÓPEZ, J., C. TRINCHET, R. PÉREZ a J. VARGAS. Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. *Ingeniería Mecánica*. 2021, **24**(1), 1–14.

- [53] MUÑOZ, J. a M. CANTOS. Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria de conservas de atún. *Científica*. 2021, **25**(2), 1–24.
- [54] MARRERO, R., E. MARTÍNEZ, J. VILALTA, V. GARCÍA a V. GARCÍA. La planificación del mantenimiento, su importancia en la gestión de los activos [online]. 2021, **82**(194) [fecha de consulta: 19 de octubre de 2024]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532015000600018
- [55] RONCEROS, C. a R. POMBLAS. Modelo de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad Operacional para una Planta Compresora de Gas [online]. 2023, **51**(1) [fecha de consulta: 21 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.33333/rp.vol51n1.10
- [56] MURILLO, W. Incidencia de la ejecución del Plan de Mantenimiento en la Satisfacción del Cliente Externo del Hotel Hilton Colon Guayaquil [online]. 2024, **8**(5) [fecha de consulta: 21 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.37811/cl_rcm.v8i5.13816
- [57] PULIDO, L., I. GARCIA, M. MEDINA a F. SANTOS. Optimización del Plan de Mantenimiento Preventivo para Equipos de Mecanizado por Arranque de Viruta Mediante Análisis de Fiabilidad y Costos [online]. 2024, **8**(5) [fecha de consulta: 21 de octubre de 2024]. Disponible en: http://dx.doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13929
- [58] ZHU, T., Y. RAN, X. ZHOU a Y. WEN. *Un estudio sobre el mantenimiento predictivo: sistemas, propósitos y enfoques* [online]. 2024 [fecha de consulta: 21 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1912.07383>
- [59] SÁNCHEZ, F. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos [online]. 2019, **13**(1) [fecha de consulta: 21 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.19083/ridu.2019.644
- [60] HUAMÁN, J., L. TREVIÑOS a W. MEDINA. Epistemología de las investigaciones cuantitativas y cualitativas [online]. 2022, **12**(23). Disponible en: doi:10.26490/uncp.horizonteciencia.2022.23.1462
- [61] ARIAS, José a Mitsuo COVINOS. *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* [online]. Primera edición digital. Arequipa - Perú: ENFOQUES CONSULTING EIRL, 2021 [fecha de consulta: 21 de octubre de 2024]. ISBN 978-612-48444-2-3. Disponible

en: https://www.researchgate.net/publication/352157132_DISENO_Y_METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION

- [62] HADI, Mohamed, Christian MARTEL, Freddy HUAYTA, Rómulo ROJAS a José ARIAS. *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis* [online]. B.m.: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú, 2023 [[fecha de consulta: 21 de octubre de 2024]. Disponible en: doi:10.35622/inudi.b.073
- [63] RUIZ, Carlos a Marisel VALENZUELA. *Metodología de la investigación* [online]. Huancavelica -Perú: Fondo Editorial, 2022 [fecha de consulta: 21 de octubre de 2024]. ISBN 978-612-48962-1-7. Disponible en: <https://fondoeditorial.unat.edu.pe/index.php/EdiUnat/catalog/book/4>
- [64] ROMERO, Holguer, Jhony REAL, Joe ORDOÑEZ, Gloria GAVINO a Guadalupe SALDARRIAGA. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. *ACVENISPROH Académico* [online]. 2022 [fecha de consulta: 21 de octubre de 2024]. Disponible en: https://www.acvenisproh.com/libros/index.php/Libros_categoria_Academico/articulo/view/22

Anexo 5. Datos de paradas

| Fecha | Equipo | Horas Parada | Tiempo Paradas | Descripción |
|-------------|--------|--------------|----------------|---|
| 4-Jan-2023 | HP-4 | 07:24 | 7.40 | Se cambió forros programado |
| 5-Jan-2023 | HP-6 | 09:50 | 9.83 | Paró por cambio de forros programado |
| 5-Jan-2023 | HP-6 | 09:50 | 9.83 | Paró por cambio de main frame liner |
| 5-Jan-2023 | HP-6 | 01:50 | 1.83 | Finalizar cambio de forros |
| 6-Jan-2023 | HP-4 | 03:00 | 3.00 | Paró por alarma de baja presión en sistema hidráulico. |
| 7-Jan-2023 | HP-4 | 00:43 | 0.72 | Paró por cambio a Watercooler (fuga aceite Aircooler) |
| 8-Jan-2023 | HP-2 | 04:35 | 4.58 | Paró por cambio de forros programado |
| 8-Jan-2023 | HP-5 | 02:05 | 2.08 | Paró por cambio forros correctivo |
| 8-Jan-2023 | HP-5 | 02:09 | 2.15 | Paró por cambio de forro correctivo |
| 8-Jan-2023 | HP-5 | 00:32 | 0.53 | Se cambió filtros de aceite de lubricación |
| 10-Jan-2023 | HP-1 | 02:05 | 2.08 | Paró para evitar polución |
| 10-Jan-2023 | HP-1 | 04:10 | 4.17 | Paró por cambio de forros programado |
| 13-Jan-2023 | HP-3 | 06:19 | 6.32 | Paró por cambio de forros programado |
| 23-Jan-2023 | HP-1 | 08:10 | 8.17 | Paro para cambio de Motor y Jack Shaft |
| 23-Jan-2023 | HP-1 | 07:50 | 7.83 | Finalizar cambio de Motor y Jack Shaft |
| 25-Jan-2023 | HP-4 | 07:55 | 7.92 | Se cambió forros programado |
| 27-Jan-2023 | HP-1 | 10:20 | 10.33 | Paró por cambio del motor eléctrico, continúa |
| 27-Jan-2023 | HP-1 | 07:13 | 7.22 | Paró por cambio de motor principal |
| 30-Jan-2023 | HP-6 | 05:00 | 5.00 | Se cambió forros programado |
| 30-Jan-2023 | HP-6 | 00:40 | 0.67 | Se cambió filtros en sistema de lubricación |
| 2-Feb-2023 | HP-1 | 01:40 | 1.67 | Paró para cambio de manguera hidráulica |
| 2-Feb-2023 | HP-1 | 03:20 | 3.33 | Paró por cambio de forros |
| 4-Feb-2023 | HP-2 | 06:58 | 6.97 | Se cambió forros programado |
| 4-Feb-2023 | HP-2 | 00:45 | 0.75 | Se cambió filtros de la BBa. de lubricación |
| 8-Feb-2023 | HP-3 | 05:15 | 5.25 | Paró por cambio de forros y repusieron tramp- -reelese |
| 8-Feb-2023 | HP-2 | 02:30 | 2.50 | Paró para reponer labio |
| 12-Feb-2023 | HP-5 | 08:02 | 8.03 | Paró por cambio forros programado |
| 13-Feb-2023 | HP-1 | 01:14 | 1.23 | Paró por fuga de aceite clamp Bba. Lubricación |
| 21-Feb-2023 | HP-6 | 02:46 | 2.77 | Paró por bajo flujo de aceite de lubricación |
| 22-Feb-2023 | HP-6 | 01:11 | 1.18 | Paró para cambiar bomba de aceite de lubricación |
| 24-Feb-2023 | HP-4 | 03:10 | 3.17 | Se cambió FORROS programado |
| 24-Feb-2023 | HP-1 | 03:20 | 3.33 | Paró por alarma Temp tanque de lubricación |
| 26-Feb-2023 | HP-2 | 04:25 | 4.42 | Se cambió FORROS programado |
| 28-Feb-2023 | HP-2 | 01:07 | 1.12 | Paró por fuga de aceite en manguera hidráulica, queda by-pass |
| 3-Mar-2023 | HP-3 | 03:40 | 3.67 | Se cambió FORROS programado |
| 5-Mar-2023 | HP-6 | 03:30 | 3.50 | cambió FORROS programados (xxx) |
| 10-Mar-2023 | HP-6 | 06:15 | 6.25 | Paró por reposición de correas y alineamiento de motor |
| 11-Mar-2023 | HP-5 | 03:15 | 3.25 | Swe Cambió FORROS programado |
| 11-Mar-2023 | HP-5 | 05:35 | 5.58 | Paró por CAMBIO de Modulo hid por falla |
| 11-Mar-2023 | HP-1 | 00:42 | 0.70 | Paró por bajo flujo de aceite de lub. |
| 11-Mar-2023 | HP-5 | 05:10 | 5.17 | Paró por alarma de falla en módulo hidráulico. |

| | | | | |
|-------------|------|-------|-------|--|
| 12-Mar-2023 | HP-5 | 02:55 | 2.92 | Paró por piñon de ajuste, pendiente reponer piño n de ajuste |
| 13-Mar-2023 | HP-5 | 00:45 | 0.75 | Continúa inoperativo piñon de ajuste, no cierra set |
| 16-Mar-2023 | HP-4 | 05:25 | 5.42 | Paró por falta de repuesto (air cooler) |
| 22-Mar-2023 | HP-4 | 00:20 | 0.33 | Paró por falla en Bba de lubricación |
| 22-Mar-2023 | HP-4 | 01:05 | 1.08 | Paró por temp en motor de bomba de lubricación |
| 23-Mar-2023 | HP-4 | 02:35 | 2.58 | Paró por cambio de motor en bomba lubricación |
| 24-Mar-2023 | HP-2 | 03:28 | 3.47 | SE cambió FORROS programado |
| 25-Mar-2023 | HP-4 | 06:08 | 6.13 | Se cambió FORROS programado |
| 27-Mar-2023 | HP-1 | 04:24 | 4.40 | Se cambió FORROS programado |
| 28-Mar-2023 | HP-4 | 02:57 | 2.95 | Paró para cambiar REDUCTOR de Bba LUBRICACION |
| 29-Mar-2023 | HP-4 | 00:30 | 0.50 | Paró por alarma de baja presión aceite lubric |
| 31-Mar-2023 | HP-5 | 00:20 | 0.33 | Paró mpara evaluar piñon de ajuste,no se puede cerrar set |
| 1-Apr-2023 | HP-6 | 03:20 | 3.33 | Se CAMBIÓ FORROS programado |
| 1-Apr-2023 | HP-6 | 01:50 | 1.83 | Se cambió filtros de aceite lubricación |
| 1-Apr-2023 | HP-5 | 06:30 | 6.50 | Se cambió BLOQUE D/VALVULA HID en módulo (falla select abrir/cerrar) |
| 1-Apr-2023 | HP-5 | 00:40 | 0.67 | Paró por alarma Temp alta en unidad hidráulica |
| 3-Apr-2023 | HP-3 | 02:55 | 2.92 | Se cambió FORROS programado |
| 6-Apr-2023 | HP-4 | 02:00 | 2.00 | Paró por falla de bomba lubricación, queda parado |
| 6-Apr-2023 | HP-4 | 01:15 | 1.25 | Lado B Paró por cambio de refrigeración a water cooler |
| 6-Apr-2023 | HP-4 | 05:30 | 5.50 | Paró para cambio de motor en bomba de lubricación |
| 8-Apr-2023 | HP-2 | 01:40 | 1.67 | Paró para reponer seat liner caido |
| 11-Apr-2023 | HP-5 | 04:57 | 4.95 | Se cambió FORROS programado |
| 20-Apr-2023 | HP-2 | 03:07 | 3.12 | Se cambió FORROS programado |
| 21-Apr-2023 | HP-1 | 03:10 | 3.17 | Se cambió FORROS programado |
| 21-Apr-2023 | HP-1 | 01:50 | 1.83 | Paró por por bajo flujo de bomba lubricación |
| 22-Apr-2023 | HP-3 | 07:55 | 7.92 | Paró por amperaje alto, mto queda revisando |
| 22-Apr-2023 | HP-3 | 02:40 | 2.67 | Paró por cambio de bronce |
| 22-Apr-2023 | HP-3 | 05:00 | 5.00 | Paró a las 2:30am por Alto Amp. (posible cambio eje y excentrica |
| 23-Apr-2023 | HP-3 | 12:00 | 12.00 | Desmontaje de MAIN SHAFT para CAMBIO |
| 23-Apr-2023 | HP-3 | 12:00 | 12.00 | En Proceso de CAMBIO DE MAIN SHAFT |
| 25-Apr-2023 | HP-6 | 04:40 | 4.67 | Se cambió FORROS programado |
| 2-May-2023 | HP-1 | 00:10 | 0.17 | Paró por ingreso de material INCHANCABLE |
| 6-May-2023 | HP-2 | 01:29 | 1.48 | Paró por inspeccion fuga aceite lubric interior |
| 8-May-2023 | HP-2 | 09:00 | 9.00 | Paró por rotura de fajas de transmision |
| 9-May-2023 | HP-5 | 04:45 | 4.75 | Se cambió FORROS programado |
| 10-May-2023 | HP-6 | 02:50 | 2.83 | Paró paró por cambio de filtros de lubricación |
| 18-May-2023 | HP-2 | 04:35 | 4.58 | Se cambió FORROS programado |
| 21-May-2023 | HP-6 | 04:15 | 4.25 | Se cambió FORROS programado |
| 26-May-2023 | HP-1 | 03:30 | 3.50 | Se cambió FORROS programado |
| 1-Jun-2023 | HP-6 | 04:00 | 4.00 | Paró para cambio de 2 gatas hidráulicas por fuga de aceite |
| 3-Jun-2023 | HP-4 | 01:15 | 1.25 | Queda refrigerando con watter-cooler |
| 5-Jun-2023 | HP-5 | 03:25 | 3.42 | Se cambió FORROS proghramado |
| 8-Jun-2023 | HP-4 | 03:55 | 3.92 | Se cambió FORROS programado |
| 11-Jun-2023 | HP-5 | 01:20 | 1.33 | Paró por falla modulo hidraulico |

| | | | | |
|-------------|------|-------|-------|--|
| 11-Jun-2023 | HP-5 | 05:30 | 5.50 | Se cambió Reductor de bomba lubricación por alta vibración |
| 11-Jun-2023 | HP-1 | 09:50 | 9.83 | Paró por bajo flujo de aceite de lub. (cambio de bomba) |
| 15-Jun-2023 | HP-2 | 04:10 | 4.17 | Paró por fuga de aceite en unidad hidráulica |
| 16-Jun-2023 | HP-2 | 09:59 | 9.98 | PM Se cambió FORROS programado por |
| 16-Jun-2023 | HP-2 | 09:59 | 9.98 | PM Se cambió EXCENTRICA reparada en Maestranza |
| 16-Jun-2023 | HP-2 | 09:59 | 9.98 | PM Se cambió SILLAS de desgaste |
| 16-Jun-2023 | HP-2 | 09:59 | 9.98 | PM Se cambió CONTRAEJE reparado, O-Ring y Anillo de Frame |
| 16-Jun-2023 | HP-2 | 09:15 | 9.25 | PM finalizó cambio de forros excéntrica, contra eje |
| 16-Jun-2023 | HP-2 | 09:15 | 9.25 | Considerar cambio FRAME NUEVO por daño en hilos inst contraeje |
| 18-Jun-2023 | HP-2 | 01:20 | 1.33 | Paró por bajo flujo de lubricación |
| 18-Jun-2023 | HP-2 | 02:20 | 2.33 | Paró Por bajo flujo de lubricación, mec. Cambiando bomba |
| 19-Jun-2023 | HP-5 | 01:00 | 1.00 | Paró por alarma de bajo flujo aceite lubricación |
| 19-Jun-2023 | HP-5 | 04:45 | 4.75 | Paró por regulación de flujo y cambio de válvula relief |
| 19-Jun-2023 | HP-6 | 04:50 | 4.83 | Se cambio FORROS programado |
| 22-Jun-2023 | HP-2 | 00:22 | 0.37 | Paró por paso inchancable por chancadora |
| 23-Jun-2023 | HP-2 | 00:22 | 0.37 | Paró por paso inchancable por chancadora |
| 25-Jun-2023 | HP-1 | 03:50 | 3.83 | Se cambió FORROS programado |
| 25-Jun-2023 | HP-1 | 03:50 | 3.83 | Se alineó MOTOR ELECT - JACK SHAFT programado |
| 28-Jun-2023 | HP-1 | 04:50 | 4.83 | Paró para soldar fisura en base de JACK SHAFT |
| 4-Jul-2023 | HP-4 | 04:57 | 4.95 | Se cambió FORROS programado |
| 8-Jul-2023 | HP-4 | 01:05 | 1.08 | Paro para ajustar linea de aceite en air cooler. |
| 9-Jul-2023 | HP-4 | 00:34 | 0.57 | Paró por cambio de air cooler a water cooler, por fuga aceite |
| 13-Jul-2023 | HP-5 | 01:20 | 1.33 | Evaluar por baja presión de aceite en chancadora |
| 13-Jul-2023 | HP-5 | 02:05 | 2.08 | Paró por bajo flujo aceite |
| 14-Jul-2023 | HP-5 | 10:00 | 10.00 | PM Se cambió Excentrica reparada |
| 14-Jul-2023 | HP-5 | 10:00 | 10.00 | PM se cambió Contraeje, Polea y fajas |
| 14-Jul-2023 | HP-5 | 10:00 | 10.00 | PM se cambió forros |
| 14-Jul-2023 | HP-5 | 02:03 | 2.05 | Se cambió forros programado |
| 15-Jul-2023 | HP-1 | 02:15 | 2.25 | Paró por problema en la bomba de lubricación. |
| 16-Jul-2023 | HP-2 | 03:17 | 3.28 | Paró por cambio de forro (xxx) |
| 16-Jul-2023 | HP-5 | 01:01 | 1.02 | Paró por cambio de filtros de aceite de lubricación |
| 16-Jul-2023 | HP-5 | 00:45 | 0.75 | Paró por mala señal en la diferencial (queda bypass) |
| 16-Jul-2023 | HP-2 | 00:25 | 0.42 | Paró por cambio de filtros de lubricación |
| 17-Jul-2023 | HP-1 | 02:30 | 2.50 | Paró por bomba de lubricación (bajo flujo 110 gpm) |
| 18-Jul-2023 | HP-1 | 01:55 | 1.92 | Paró por alarma bajo flujo de aceite de lub. |
| 19-Jul-2023 | HP-6 | 08:15 | 8.25 | Paró por cambio de forro (xxx) |
| 25-Jul-2023 | HP-2 | 01:00 | 1.00 | Paró por cambio de manguera hidráulica |
| 26-Jul-2023 | HP-1 | 07:49 | 7.82 | Se cambió forros programado |
| 6-Aug-2023 | HP-2 | 07:30 | 7.50 | Paró por falla alta temp aceite de retorno, en evaluación |
| 7-Aug-2023 | HP-2 | 05:30 | 5.50 | Se cambió EXCENTRICA |
| 7-Aug-2023 | HP-2 | 05:30 | 5.50 | Se cambió Forros programado |
| 10-Aug-2023 | HP-1 | 05:10 | 5.17 | Paró por cambio de bomba aceite de lubricación |
| 11-Aug-2023 | HP-1 | 01:18 | 1.30 | Paró por falla contactor |
| 12-Aug-2023 | HP-2 | 00:21 | 0.35 | Se repuso 1 manguera del tramp release |

| | | | | |
|-------------|------|-------|-------|---|
| 12-Aug-2023 | HP-3 | 00:21 | 0.35 | Se repuso 1 manguera del tramp release |
| 19-Aug-2023 | HP-5 | 04:17 | 4.28 | Se cambió Forros programado |
| 19-Aug-2023 | HP-5 | 04:17 | 4.28 | Se cambió Bomba en unidad hidráulica |
| 20-Aug-2023 | HP-6 | 03:22 | 3.37 | Se cambió Forros |
| 24-Aug-2023 | HP-3 | 04:45 | 4.75 | Se cambió Forros programado |
| 27-Aug-2023 | HP-3 | 01:42 | 1.70 | Paró por retiro tramp release 8, pendiente repocisión |
| 28-Aug-2023 | HP-3 | 01:17 | 1.28 | Paró para colocar tramp release 8. |
| 1-Sep-2023 | HP-4 | 05:00 | 5.00 | Se cambio Forros programado |
| 2-Sep-2023 | HP-6 | 08:07 | 8.12 | Paró por alto amperaje en faja 5 |
| 8-Sep-2023 | HP-1 | 02:00 | 2.00 | Paró por cambio de rodamiento |
| 9-Sep-2023 | HP-2 | 06:45 | 6.75 | Se cambio Forros programado |
| 16-Sep-2023 | HP-5 | 07:00 | 7.00 | Se cambió Forros Programado |
| 20-Sep-2023 | HP-6 | 04:00 | 4.00 | Se cambió Forros Programado |
| 20-Sep-2023 | HP-6 | 04:00 | 4.00 | Paró por cambio de gatas y mangueras hidráulicas |
| 20-Sep-2023 | HP-6 | 04:00 | 4.00 | Se cambió Forros Programado |
| 21-Sep-2023 | HP-1 | 05:07 | 5.12 | Se cambió Forros programado |
| 21-Sep-2023 | HP-6 | 02:10 | 2.17 | Paró por cambio de filtros de aceite de lub |
| 22-Sep-2023 | HP-3 | 03:25 | 3.42 | Se cambió Forros Programado |
| 24-Sep-2023 | HP-6 | 03:10 | 3.17 | Paró por cambio de correas de transmisión |
| 19-Oct-2023 | HP-6 | 01:00 | 1.00 | Paró por acople del motor hidráulico |
| 20-Oct-2023 | HP-6 | 05:45 | 5.75 | Paró por reparación fuga de aceite en acumulador |
| 21-Oct-2023 | HP-1 | 04:50 | 4.83 | Se cambió FORROS programado |
| 23-Oct-2023 | HP-4 | 04:08 | 4.13 | Se cambió FORROS programado |
| 24-Oct-2023 | HP-5 | 03:09 | 3.15 | Se Cambió Aceite de Lubricación |
| 26-Oct-2023 | HP-3 | 04:25 | 4.42 | Se cambió FORROS programado |
| 27-Oct-2023 | HP-1 | 02:25 | 2.42 | Paró por fuga interna de aceite hidráulico. |
| 30-Oct-2023 | HP-2 | 03:00 | 3.00 | Se cambió FORROS programado |
| 10-Nov-2023 | HP-5 | 04:25 | 4.42 | Se CAMBIÓ FORROS progrmado |
| 12-Nov-2023 | HP-1 | 00:35 | 0.58 | Se cambió acumulador de sist hidraulico |
| 14-Nov-2023 | HP-4 | 12:00 | 12.00 | PM Se CAMBIÓ JACK SHAFT reparado y POLEA NUEVA |
| 14-Nov-2023 | HP-5 | 12:00 | 12.00 | PM Se CAMBIÓ MOTOR PRINCIPAL y Alineamiento |
| 15-Nov-2023 | HP-4 | 06:50 | 6.83 | Paró para cambio de JACK SHAFT por alta temp |
| 17-Nov-2023 | HP-1 | 08:41 | 8.68 | Se cambió FORROS Programado |
| 17-Nov-2023 | HP-1 | 08:41 | 8.68 | Se cambió Anillo de ajuste y Anillo de sujeción |
| 17-Nov-2023 | HP-1 | 08:41 | 8.68 | Se cambió Bomba de lubricación por bajo flujo |
| 18-Nov-2023 | HP-4 | 03:25 | 3.42 | Se CAMBIÓ FORROS programado |
| 19-Nov-2023 | HP-6 | 03:30 | 3.50 | Se cambió FORROS Programado |
| 22-Nov-2023 | HP-3 | 04:00 | 4.00 | Se CAMBIÓ FORROS Programado |
| 25-Nov-2023 | HP-3 | 01:24 | 1.40 | Paró por alarma de baja presión |
| 26-Nov-2023 | HP-2 | 05:01 | 5.02 | Paró por cambio de forro (set queda 5/8"). |
| 5-Dec-2023 | HP-1 | 01:05 | 1.08 | Paró por falla de contactor |
| 6-Dec-2023 | HP-5 | 02:00 | 2.00 | Se cambió filtros del Sist. Lubricación |
| 9-Dec-2023 | HP-4 | 01:00 | 1.00 | Paró por atoro con tubo HDPE |
| 9-Dec-2023 | HP-5 | 03:10 | 3.17 | Se Cambió FORROS programado |

| | | | | |
|-------------|------|-------|-------|---|
| 9-Dec-2023 | HP-4 | 00:40 | 0.67 | Paró para ajuste de correas. |
| 10-Dec-2023 | HP-4 | 03:38 | 3.63 | Se cambió FORROS programado |
| 11-Dec-2023 | HP-1 | 04:00 | 4.00 | Se cambió oring en flujometro por fuga de aceite |
| 16-Dec-2023 | HP-1 | 03:40 | 3.67 | Se cambió FORROS programado |
| 17-Dec-2023 | HP-6 | 03:05 | 3.08 | Se cambió FORROS programado |
| 18-Dec-2023 | HP-3 | 03:20 | 3.33 | Se cambió FORROS programado |
| 19-Dec-2023 | HP-6 | 00:40 | 0.67 | Pró por alarma de bajo flujo de aceite lubricación |
| 20-Dec-2023 | HP-1 | 00:40 | 0.67 | Paró por cambio de filtros aceite lubricación |
| 20-Dec-2023 | HP-2 | 00:40 | 0.67 | Paró por cambio de filtros aceite lubricación |
| 23-Dec-2023 | HP-5 | 00:20 | 0.33 | Paró por cambio de filtros de lubricación |
| 24-Dec-2023 | HP-2 | 03:40 | 3.67 | SE cambió FORROS programado |
| 25-Dec-2023 | HP-1 | 06:50 | 6.83 | Se cambió FORROS programado |
| 25-Dec-2023 | HP-1 | 11:15 | 11.25 | Se cambió FORROS programado |
| 26-Dec-2023 | HP-1 | 00:20 | 0.33 | Paró por cambio de filtros de lubricación |
| 4-Jan-2024 | HP-4 | 06:00 | 6.00 | Se cambió FORROS programado (xxx |
| 9-Jan-2024 | HP-6 | 02:10 | 2.17 | Chancadora paró por cambio de transformador |
| 10-Jan-2024 | HP-3 | 03:20 | 3.33 | SE cambió FORROS programado |
| 12-Jan-2024 | HP-1 | 01:00 | 1.00 | Paró por falla elect alto amperaje y alta temp a aceite retorno |
| 12-Jan-2024 | HP-1 | 00:20 | 0.33 | Planta paró para colocar tapas en octagono |
| 13-Jan-2024 | HP-1 | 09:55 | 9.92 | Se cambió Excentrica por bronces quemados por inchancable |
| 13-Jan-2024 | HP-1 | 09:55 | 9.92 | Se cambió FORROS por inchancable (xxx |
| 13-Jan-2024 | HP-1 | 09:55 | 9.92 | Se cambió montura de contraeje por desgaste |
| 14-Jan-2024 | HP-6 | 03:13 | 3.22 | Se cambió FORROS programado |
| 17-Jan-2024 | HP-2 | 06:15 | 6.25 | Se cambió FORROS programado |
| 18-Jan-2024 | HP-2 | 05:35 | 5.58 | Se cambió FORROS programado |
| 20-Jan-2024 | HP-1 | 00:40 | 0.67 | Se cambió filtros aceite lubricación |
| 20-Jan-2024 | HP-2 | 00:40 | 0.67 | Se cambió filtros aceite lubricación |
| 21-Jan-2024 | HP-2 | 02:10 | 2.17 | Paró por fuga de aceite interior por el anillo de ajuste |
| 4-Feb-2024 | HP-6 | 03:30 | 3.50 | Se cambió FORROS programado |
| 5-Feb-2024 | HP-1 | 00:40 | 0.67 | Se cambió filtros y revisaron bomba sist. Lubricación |
| 6-Feb-2024 | HP-6 | 00:35 | 0.58 | Se cambió filtros aceite de lubricación |
| 8-Feb-2024 | HP-3 | 07:48 | 7.80 | SE cambió FORROS programado |
| 9-Feb-2024 | HP-1 | 06:50 | 6.83 | Se cambió FORROS programado |
| 10-Feb-2024 | HP-5 | 02:10 | 2.17 | Paró por cambio de aceite de lubricación y filtros |
| 13-Feb-2024 | HP-2 | 03:20 | 3.33 | Se cambio FORROS programado |
| 17-Feb-2024 | HP-4 | 07:49 | 7.82 | Se cambio FORROS programado |
| 17-Feb-2024 | HP-4 | 07:49 | 7.82 | SE cambió Main Frame Liner Nuevo |
| 18-Feb-2024 | HP-5 | 03:20 | 3.33 | Se cambió FORROS programado |
| 20-Feb-2024 | HP-5 | 00:30 | 0.50 | Paró por cambio de filtro sist de lubric |
| 7-Mar-2024 | HP-3 | 04:25 | 4.42 | Paró para revisar señal de mala calidad (amperaje) |
| 7-Mar-2024 | HP-3 | 04:30 | 4.50 | Se cambió FORROS programado |
| 8-Mar-2024 | HP-1 | 02:50 | 2.83 | Se cambió FORROS programado |
| 9-Mar-2024 | HP-5 | 00:30 | 0.50 | Paró por cambio de filtros aceite lubricación |

Anexo 6. Base de datos de disponibilidad de la chancadora cónica HP

| Tipo Mantenimiento | Area | Equipo | Fecha | Turno | Desc. Demora | Horas | Modo Falla | Accion | Sistema | Componente | Item Mantenible |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|-------|----------------------------|-------|------------------------|-----------|----------------------|------------|-----------------|
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/01 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.92 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/01 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.92 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/01 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.92 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/01 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.92 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/01 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 10.67 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/01 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 10.67 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/02 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.30 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/02 | A | ENFRIADOR DE LUBRICACION | 0.30 | DIFICULTAD AL ARRANCAR | REEMPLAZO | SISTEMA ENFRIAMIENTO | AIRCOOLER | AIRCOOLER |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/03 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.00 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/03 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/06 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 7.50 | ALTA TEMPERATURA | REEMPLAZO | SISTEMA ECCENTRICA | BUJES | BUJES |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/06 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.75 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/07 | A | BUSHINGS O BRONCES | 12.00 | ALTA TEMPERATURA | REEMPLAZO | SISTEMA ECCENTRICA | BUJES | BUJES |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/07 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 5.50 | ALTA TEMPERATURA | REEMPLAZO | SISTEMA ECCENTRICA | BUJES | BUJES |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/10 | A | BOMBA LUBRICACION | 5.17 | BAJO FLUJO | REEMPLAZO | | | |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/10 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.33 | | | | | |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/11 | A | CONTACTOR | 1.30 | | | | | |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/12 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.35 | | | | | |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/12 | A | MANGUERAS LINEA HIDRAULICA | 0.35 | | | | | |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/12 | A | MANGUERAS LINEA HIDRAULICA | 0.35 | | | | | |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/12 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.35 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|-----------------------------|-------|--------------|------------|---------------------|---------|---------|
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/14 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 9.75 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/14 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 12.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/14 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 9.75 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/14 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 12.00 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/15 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.50 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/15 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.50 | SATURACION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/15 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.83 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/15 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 10.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/15 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 10.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/16 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.92 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.83 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/17 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.50 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/18 | B | UNIDAD HIDRAULICA | 0.33 | BAJA PRESION | INSPECCION | SISTEMA LUBRICACION | BOMBA | BOMBA |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/18 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.33 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 2.63 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 2.63 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/19 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 4.28 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.37 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/19 | A | RIELES Y ANGULOS | 0.67 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/20 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.93 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/20 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.37 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/21 | A | BOMBA LUBRICACION | 0.40 | BAJO FLUJO | INSPECCION | SISTEMA LUBRICACION | BOMBA | BOMBA |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/21 | A | CONTACTOR | 0.77 | BAJO FLUJO | INSPECCION | SISTEMA LUBRICACION | BOMBA | BOMBA |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/21 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.17 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|------------------------------------|------|------------------|------------|--------------------|---------------|---------------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/21 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.47 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/23 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 5.75 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/23 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 5.75 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/24 | A | LINERS. FORROS | 4.75 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.50 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/26 | A | LINERS. FORROS | 4.58 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/26 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.45 | TEMPERATURA ALTA | REEMPLAZO | SISTEMA TRANSPORTE | POLIN FAJA #5 | POLIN FAJA #5 |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/26 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.50 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/26 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.45 | TEMPERATURA ALTA | REEMPLAZO | SISTEMA TRANSPORTE | POLIN FAJA #5 | POLIN FAJA #5 |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/26 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.45 | TEMPERATURA ALTA | REEMPLAZO | SISTEMA TRANSPORTE | POLIN FAJA #5 | POLIN FAJA #5 |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/26 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.45 | TEMPERATURA ALTA | REEMPLAZO | SISTEMA TRANSPORTE | POLIN FAJA #5 | POLIN FAJA #5 |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/26 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.45 | TEMPERATURA ALTA | REEMPLAZO | SISTEMA TRANSPORTE | POLIN FAJA #5 | POLIN FAJA #5 |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/26 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.45 | TEMPERATURA ALTA | REEMPLAZO | SISTEMA TRANSPORTE | POLIN FAJA #5 | POLIN FAJA #5 |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/27 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.47 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/27 | B | VALVULAS FILTROS ACCESORIOS HID | 1.70 | SOLTURA | INSPECCION | SISTEMA HIDRAULICO | CLEARING JACK | CLEARING JACK |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/27 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.57 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/28 | A | GATA CILINDRO HIDRAULICO | 1.28 | RUIDO | REEMPLAZO | SISTEMA HIDRAULICO | TRAMP RELEASE | TRAMP RELEASE |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/28 | A | INSPECCIONES | 0.40 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/28 | A | INSPECCIONES | 0.40 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023/08/29 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.37 | ALTO AMPERAJE | INSPECCION | SISTEMA TRANSPORTE | FAJA #5 | FAJA #5 |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023/08/29 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.37 | ALTO AMPERAJE | INSPECCION | SISTEMA TRANSPORTE | FAJA #5 | FAJA #5 |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023/08/29 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.37 | ALTO AMPERAJE | INSPECCION | SISTEMA TRANSPORTE | FAJA #5 | FAJA #5 |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023/08/29 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.37 | ALTO AMPERAJE | INSPECCION | SISTEMA TRANSPORTE | FAJA #5 | FAJA #5 |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/29 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.87 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|-----------------------------|-------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/29 | A | TIEMPO MTTO NO PROG | 8.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/29 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.37 | ALTO AMPERAJE | INSPECCION | SISTEMA TRANSPORTE | FAJA #5 | FAJA #5 |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023/08/29 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.27 | ALTO AMPERAJE | INSPECCION | SISTEMA TRANSPORTE | FAJA #5 | FAJA #5 |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/29 | A | TIEMPO MTTO NO PROG | 8.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/29 | A | TUBERIAS MANGUERAS | 0.87 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023/08/29 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.37 | ALTO AMPERAJE | INSPECCION | SISTEMA TRANSPORTE | FAJA #5 | FAJA #5 |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-09-01 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.50 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-09-01 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 5.00 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-09-03 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.17 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-03 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.23 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-04 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 2.37 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-04 | A | OVERHAULL | 0.52 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-04 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 2.00 | FALTA CARGA / Pila secundaria | FALTA CARGA / Pila secundarias |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-04 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.67 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-04 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 1.72 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-09-08 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.50 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-09-08 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.50 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-09-09 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.58 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-09-09 | A | LINERS. FORROS | 6.75 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-09-10 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.83 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-09-10 | A | MALLAS PARRILLAS | 0.83 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-12 | B | RELES DE PROTECCION | 0.17 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-09-13 | A | OVERHAULL | 10.42 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-09-13 | B | OVERHAULL | 8.40 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-09-13 | A | OVERHAULL | 10.42 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|-----------------------------|-------|--------------------------|------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-09-13 | B | OVERHAULL | 8.40 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-09-13 | A | OVERHAULL | 10.42 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-09-13 | B | OVERHAULL | 8.40 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-09-13 | A | OVERHAULL | 10.42 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-09-13 | B | OVERHAULL | 8.40 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-13 | A | OVERHAULL | 10.42 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-13 | B | OVERHAULL | 8.40 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-13 | A | OVERHAULL | 10.42 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-13 | B | OVERHAULL | 8.40 | PARADA PLANTA | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-14 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 8.02 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-14 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 8.02 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-16 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 7.00 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.67 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.67 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-20 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.90 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-20 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-20 | A | LINERS. FORROS | 4.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-20 | A | RELES DE PROTECCION | 0.50 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-20 | B | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.50 | ALTO DIFERENCIAL PRESION | INSPECCION | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-20 | B | LINERS. FORROS | 4.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-09-21 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 5.12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-09-21 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.82 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-21 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.18 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-21 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 2.17 | FUGA DE ACEITE | INSPECCION | SISTEMA LUBRICACION | TANQUE DE LUBRICACION | TANQUE DE LUBRICACION |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-09-22 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.42 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|--------------------------------|------|------------------------|------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-09-22 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.42 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-22 | B | CORREAS | 0.17 | SOLTURA | RETIRO | SISTEMA TRANSMISION | CORREA | CORREA |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-09-24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 5.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-09-24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-09-24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-09-24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-24 | A | CORREAS | 3.17 | DESGASTE | REEMPLAZO | SISTEMA TRANSMISION | CORREAS | CORREAS |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.00 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-09-25 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 9.17 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-09-25 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 9.17 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-26 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.33 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-26 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.33 | RUIDO ANORMAL | LIMPIEZA MINERAL | SISTEMA TRANSMISION | POLEAS | POLEAS |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-09-27 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.17 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 4 | 2023-09-27 | A | LINERS. FORROS | 5.08 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-09-30 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.70 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-09-30 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.70 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-02 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.45 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-04 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 2.50 | ROTURA | REEMPLAZO | SISTEMA MALLAS | MALLAS | MALLAS |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-04 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 2.50 | ROTURA | REEMPLAZO | SISTEMA MALLAS | MALLAS | MALLAS |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-06 | A | CONTACTOR | 0.52 | DIFICULTAD AL ARRANCAR | INSPECCION | SISTEMA ACCIONAMIENTO | CONTACTOR | CONTACTOR |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-06 | A | LINEA DE ALIMENTACION | 1.40 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-06 | A | LINEA DE ALIMENTACION | 1.40 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-06 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.52 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-06 | A | LINEA DE ALIMENTACION | 0.70 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------|------------|------------|---|--------------------------------|---------|---|---|---|---|---|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-06 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 7.42 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-06 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.50 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-06 | A | LINEA DE ALIMENTACION | 0.70 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-06 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 7.42 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-06 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.50 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-06 | A | LINEA DE ALIMENTACION | 1.40 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-06 | A | LINEA DE ALIMENTACION | 1.40 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-07 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.65 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-07 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 4.27 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-08 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.52 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-08 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 0.52 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-09 | A | OVERHAULL | 7.93 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-09 | A | OVERHAULL | 7.93 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-11 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.33 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-11 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.33 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-12 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-12 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-12 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-12 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-12 | A | POLEAS | 0.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-12 | A | POLEAS | 0.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-13 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 2.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-13 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 2.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-14 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-14 | A | LINERS. FORROS | 4.33333 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|--------------------------------|---------|------------|-----------|---------------------|---------|---------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-14 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-15 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.28333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-15 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 2.15 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-15 | B | FAJA TRANSPORTADORA | 2.15 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-16 | A | TIEMPO MTTO NO PROG | 10.15 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-16 | B | OVERHAULL | 4.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-16 | A | TIEMPO MTTO NO PROG | 10.15 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-16 | B | OVERHAULL | 4.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-16 | A | TIEMPO MTTO NO PROG | 10.15 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-16 | B | OVERHAULL | 4.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-16 | A | TIEMPO MTTO NO PROG | 10.15 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-16 | B | OVERHAULL | 4.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-16 | A | TIEMPO MTTO NO PROG | 10.15 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-16 | B | OVERHAULL | 4.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-16 | A | TIEMPO MTTO NO PROG | 10.15 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-16 | B | OVERHAULL | 4.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-17 | A | INSPECCIONES | 0.26667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-17 | A | INSPECCIONES | 0.26667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-17 | A | INSPECCIONES | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-17 | B | RELES DE PROTECCION | 0.36667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-17 | A | INSPECCIONES | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-17 | B | RELES DE PROTECCION | 0.36667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-17 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 4.63333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-17 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.63333 | SATURACION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-17 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 4 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-18 | A | INSPECCIONES | 0.43333 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|-----------------------------|---------|--------------------------|------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-18 | A | INSPECCIONES | 0.43333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-18 | A | INSPECCIONES | 0.43333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-18 | B | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.35 | ALTO DIFERENCIAL PRESION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-18 | A | INSPECCIONES | 0.43333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-18 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.35 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 7.53333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-19 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 7.53333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-19 | B | UNIDAD HIDRAULICA | 1 | FUGA ACEITE | INSPECCION | SISTEMA HIDRAULICO | CHILINDRO DE LEVANTE | ACUMULADOR |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-20 | A | UNIDAD HIDRAULICA | 5.75 | FUGA ACEITE | REEMPLAZO | SISTEMA FIJACION | CLAMPING CYLINDER | CLAMPING CYLINDER |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-21 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 4.83333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-22 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-22 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-22 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-22 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-22 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-22 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-23 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-23 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-23 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.46667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-23 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.03333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-23 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 4.13333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-23 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.31667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-23 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.31667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-24 | B | MALLAS PARRILLAS | 0.81667 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|-----------------------------|---------|------------------|------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-24 | A | TANQUE DE LUBRICANTE | 3.15 | ALTA TEMPERATURA | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | TANQUE DE LUBRICACION | ACEITE |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-26 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 5.85 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-27 | B | MANGUERAS LINEA HIDRAULICA | 2.41667 | FUGA ACEITE | REPARACION | SISTEMA HIDRAULICO | MANGUERA | MANGUERA |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-27 | B | MANGUERAS LINEA HIDRAULICA | 0.96667 | FUGA ACEITE | REPARACION | SISTEMA HIDRAULICO | TRAMP RELEASE | MANGUERA |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-10-27 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.96667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-10-28 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.16667 | FUGA ACEITE | REEMPLAZO | SISTEMA HIDRAULICO | ACUMULADOR | ACUMULADOR |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-10-29 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 2.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-10-29 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 2.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-10-30 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.91667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-10-30 | A | LINERS. FORROS | 3 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-11-01 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.86667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-11-01 | B | OVERHAULL | 2.03333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-11-01 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.86667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-11-01 | B | OVERHAULL | 2.03333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-03 | A | CONTACTOR | 0.23333 | FALSA SEÑAL | INSPECCION | SISTEMA ACCIONAMIENTO | CONTACTOR | CONTACTOR |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-03 | A | MALLAS PARRILLAS | 2.8 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-11-03 | A | MALLAS PARRILLAS | 2.8 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-06 | A | OVERHAULL | 8.25 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-06 | A | OVERHAULL | 8.25 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-11-10 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 4.41667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-11-10 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-11 | A | RELES DE PROTECCION | 0.21667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-11 | A | RELES DE PROTECCION | 0.21667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-12 | A | UNIDAD HIDRAULICA | 0.58333 | FUGA LUBRICANTE | REEMPLAZO | SISTEMA HIDRAULICO | ACUMULADOR | ACUMULADOR |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-11-12 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.58333 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|--------------------------------|---------|------------------|------------|-----------------------|------------|------------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-13 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-14 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.6667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-14 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-11-14 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.6667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-11-14 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-14 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.6667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-14 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-14 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.8333 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-14 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-11-14 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.6667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-11-14 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-11-14 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.6667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-11-14 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | PARADA PLANTA | | | | |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-15 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 6.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-11-15 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 6.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-15 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 8 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-15 | A | CHUMACERAS / RODAMIENTOS | 6.83333 | ALTA TEMPERATURA | REEMPLAZO | SISTEMA ACCIONAMIENTO | JACK SHAFT | JACK SHAFT |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-15 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 2.5 | | | | | |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-11-15 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 7.08333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-11-15 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 7.08333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-16 | A | BOMBA LUBRICACION | 0.75 | BAJO FLUJO | INSPECCION | SISTEMA LUBRICACION | BOMBA | BOMBA |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-16 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-11-16 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-16 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|------------------------------------|---------|--------------------------|------------|-----------------------|-----------|-----------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-16 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-17 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 8.68333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-18 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.41667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-11-19 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-11-19 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-11-21 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.5 | ALTO DIFERENCIAL PRESION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-11-21 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.5 | ALTO DIFERENCIAL PRESION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-22 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 4 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-11-24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 7.35 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-11-24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 7.35 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-25 | A | VALVULAS FILTROS ACCESORIOS HID | 1.4 | BAJA PRESION | INSPECCION | SISTEMA HIDRAULICO | BOMBA | BOMBA |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-25 | B | VALVULAS FILTROS ACCESORIOS HID | 0.23333 | BAJA PRESION | INSPECCION | SISTEMA HIDRAULICO | BOMBA | BOMBA |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-25 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 2.1 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-25 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.23333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-11-26 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.78333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-11-26 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 5.01667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-11-26 | A | VALVULAS FILTROS ACCESORIOS HID | 1.28333 | BAJA PRESION | INSPECCION | SISTEMA HIDRAULICO | BOMBA | BOMBA |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-11-26 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.28333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-05 | A | CONTACTOR | 1.08333 | FALLA SEÑAL | INSPECCION | SISTEMA ACCIONAMIENTO | CONTACTOR | CONTACTOR |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-05 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 3.11667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-06 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.6667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-06 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.33333 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-06 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.6667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-06 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.33333 | PARADA PLANTA | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|-----------------------------|---------|---------------|--------|---------------------|---------|---------|
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-06 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.6667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-06 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.91667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-06 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 11.6667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-06 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.91667 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-06 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-06 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.33333 | PARADA PLANTA | | | | |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-12-06 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.33333 | PARADA PLANTA | | | | |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-09 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-09 | B | CORREAS | 0.66667 | SOLTURA | AJUSTE | SISTEMA TRANSMISION | CORREAS | CORREAS |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-09 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-12-09 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.75 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-10 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.41667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-10 | A | ESPERANDO ELECTRICISTA | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-10 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.63333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-10 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.41667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-10 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 4.91667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-12-10 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 4.91667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-11 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-11 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 3.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-11 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-11 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 3.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-11 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-11 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 3.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-11 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|----------------------------|---------|---------|-----------|-----------------|----------|----------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-11 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 3.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-11 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-11 | B | INSPECCIONES | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-11 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 2.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-12-11 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-12-11 | B | INSPECCIONES | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-12-11 | B | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 2.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-13 | A | TUBERIAS MANGUERAS | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-13 | A | TUBERIAS MANGUERAS | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-13 | B | PERNOS, TUERCAS, HUACHAS | 0.2 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-13 | A | TUBERIAS MANGUERAS | 0.25 | SOLTURA | AJUSTE | SISTEMA ENGRASE | MANGUERA | MANGUERA |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-13 | B | PERNOS, TUERCAS, HUACHAS | 0.2 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-14 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-14 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 9.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-15 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.83333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-16 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 3.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-12-17 | A | LINERS. FORROS | 3.08333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-18 | A | LINERS. FORROS | 3.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-18 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-19 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-19 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.25 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2023-12-19 | A | MALLAS PARRILLAS | 0.5 | ROTURA | REEMPLAZO | SISTEMA MALLAS | MALLAS | MALLAS |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.66667 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|---------------------------------|---------|------------------------|------------|---------------------|---------|---------|
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-12-19 | A | BOMBA LUBRICACION | 0.66667 | BAJO FLUJO | INSPECCION | SISTEMA LUBRICACION | BOMBA | BOMBA |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-20 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 5.41667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-20 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 5.41667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-20 | B | VALVULAS FILTROS ACCESORIOS HID | 3.28333 | FUGA LUBRICANTE | REPARACION | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-22 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 3.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2023-12-23 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2023-12-23 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.33333 | BAJO FLUJO | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2023-12-23 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-24 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-24 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.66667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-25 | A | LINERS. FORROS | 6.83333 | DIFICULTAD AL ARRANCAR | REEMPLAZO | SISTEMA ECCENTRICA | BUJES | BUJES |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-25 | B | BUSHINGS O BRONCES | 11.25 | DIFICULTAD AL ARRANCAR | REEMPLAZO | SISTEMA ECCENTRICA | BUJES | BUJES |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-25 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-25 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2023-12-26 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.33333 | ALTA PRESION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2023-12-26 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-01-01 | A | RIELES Y ANGULOS | 1 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-01 | A | RIELES Y ANGULOS | 1 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-01 | A | LINERS. FORROS | 3.75 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-01 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-01-03 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-03 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-01-03 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-03 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.25 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|--------------------------------|---------|------------------|-----------|--------------------|-------|-------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-03 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-03 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-01-04 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-01-04 | A | RIELES Y ANGULOS | 1.25 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-04 | A | LINERS. FORROS | 6 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-05 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.38333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-07 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-08 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-08 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-01-10 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-10 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-09 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 8.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-09 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-09 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 9.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-09 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-09 | B | TRANSFORMADOR | 2.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-11 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-01-12 | B | BUSHINGS O BRONCES | 8.5 | ALTA TEMPERATURA | REEMPLAZO | SISTEMA ECCENTRICA | BUJES | BUJES |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-12 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-01-12 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.15 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-13 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.3 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-14 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.43333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-14 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.21667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-01-15 | A | OVERHAULL | 9.53333 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|----------------------------|---------|------------|-----------|---------------------|---------|---------|
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-01-15 | B | TIEMPO MTTO NO PROG | 1.21667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-15 | A | OVERHAULL | 9.53333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-15 | B | TIEMPO MTTO NO PROG | 1.21667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-15 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.56667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-01-17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-01-17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-17 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-01-18 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-18 | A | LINERS. FORROS | 5.58333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-18 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-01-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-01-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-19 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.16667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-01-20 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.66667 | SATURACION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-20 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.66667 | SATURACION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-21 | A | GATA CILINDRO HIDRAULICO | 2.16667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-01-22 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-01-22 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|----------------------------|---------|-----------------|------------|---------------------|-------|-------|
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-01-22 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-22 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-22 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-22 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-24 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| OPERACIONES CAMBIO DEMORA | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-24 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 3.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-24 | A | OVERHAULL | 12 | - | - | - | - | - |
| OPERACIONES CAMBIO DEMORA | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-24 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 3.25 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-01-25 | B | LINEA LUBRICACION | 0.5 | FUGA LUBRICANTE | REPARACION | SISTEMA LUBRICACION | BOMBA | BOMBA |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-01-25 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-28 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-28 | B | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-01-29 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.81667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-01 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.28333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-04 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-04 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-04 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.25 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-04 | A | LINERS. FORROS | 3.5 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-05 | A | BOMBA LUBRICACION | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-05 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 7.16667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-05 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.16667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-05 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 7.16667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-05 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 1.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-06 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.83333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-06 | A | PREP. PARA MANT./INDIRECTO | 0.83333 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|--------------------------------|---------|------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-06 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 5.08333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-02-06 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 5.08333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-06 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.58333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-06 | B | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.58333 | SATURACION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-07 | B | MALLAS PARRILLAS | 0.51667 | DESGASTE | REEMPLAZO | SISTEMA MALLAS | MALLAS | MALLAS |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-02-07 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.51667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-08 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 7.8 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-09 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 6.91667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-09 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.41667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-10 | B | INSPECCIONES | 0.25 | ALTA VIBRACION | INSPECCION | SISTEMA CONTROL | SENSOR VIBRACION | SENSOR VIBRACION |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-10 | A | LINEA LUBRICACION | 2.16667 | ALTA TEMPERATURA | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | ACEITE | ACEITE |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-11 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-02-11 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-11 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-12 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 7.08333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-12 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 7.08333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-13 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.66667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-13 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 3.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-13 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-13 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-13 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-15 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.43333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-16 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.45 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-16 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.45 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|---|--------------------------------|---------|--------------|-----------|---------------------|---------|---------|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-17 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.26667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-02-17 | A | PROGRAMADO CAMBIO FORROS CH | 7.81667 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-18 | A | LINERS. FORROS | 3.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-18 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.33333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-19 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-19 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 5.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-19 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-19 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 5.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-19 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-19 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 5.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-02-19 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 5.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-19 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-19 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 5.91667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-19 | A | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 12 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-19 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 5.91667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-20 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.83333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-20 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.83333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-20 | A | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.16667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-20 | B | FILTROS ACEITE LUBRICACION | 0.5 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-20 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.16667 | ALTA PRESION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Mantenimiento No Programado | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-20 | B | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 0.5 | ALTA PRESION | REEMPLAZO | SISTEMA LUBRICACION | FILTROS | FILTROS |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-23 | A | INSPECCIONES | 0.51667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-23 | A | PERNOS, TUERCAS, HUACHAS | 0.53333 | - | - | - | - | - |
| Mantenimiento Programado | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-02-23 | A | INSPECCIONES | 0.51667 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------|------------|------------|---|--------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-02-23 | A | PERNOS, TUERCAS, HUACHAS | 0.53333 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.51667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-24 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 1.51667 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-25 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 2 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-02-25 | A | PREP. PARA MANT./ INDIRECTO | 2 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 1 | 2024-02-27 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 56:00:00 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 2 | 2024-02-27 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 56:00:00 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 3 | 2024-02-27 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 66:00:00 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 700 - 4 | 2024-02-27 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 66:00:00 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 5 | 2024-02-27 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 102:00:00 | - | - | - | - | - |
| Reserva Operativa | Chancado Fino | HP 800 - 6 | 2024-02-27 | A | FAJA TRANSPORTADORA | 102:00:00 | - | - | - | - | - |

Anexo 7. Tabla de medición AMEF



| TABLA DE SEVERIDAD | | | | | |
|--|--------------------|--|---|--|--|
| CRITERIO DE EVALUACIÓN GENERAL DEL PROCESO (S) | | | | | |
| Efectos Potenciales de falla clasificados de acuerdo con los criterios a continuación: | | | | | En blanco hasta ser llenado por el usuario |
| S | Efecto | Impacto en la Planta | Impacto para enviar a la planta cuando se conoce | Impacto en usuario final cuando es conocido | Ejemplos de la Corporación o Línea de Producción |
| 10 | Alto | La falla puede resultar en un riesgo muy alto para la salud y/o la seguridad del trabajador. | La falla puede resultar en un riesgo muy alto para la salud y/o la seguridad del trabajador. | Afecta el funcionamiento seguro del vehículo y/o de otros vehículos, la salud del conductor o de los pasajeros, de los usuarios de la vía o de los peatones. | |
| 9 | | La falla puede resultar en incumplimiento regulatorio de la planta | La falla puede resultar en incumplimiento regulatorio de la planta | Incumplimiento de la normativa | |
| 8 | Moderadamente Alto | Es posible que se deba desechar el 100 % de la producción afectada. La falla puede resultar en el incumplimiento de las normas en la planta o puede tener un riesgo crónico para la salud o la seguridad del trabajador de fabricación o ensamblaje. | Paro de la línea mayor que el turno completo de producción; posible paro de envíos ; se requiere reparación o reemplazo en campo (ensamble en usuario final) que no sea por incumplimiento normativo o que pueda tener un riesgo crónico para la salud y/o la seguridad del trabajador de fabricación o ensamble. | Pérdida de la función primaria del vehículo necesaria para la conducción normal durante la vida útil esperada. | |
| 7 | | El producto puede ser seleccionado y una parte (menos del 100 %) desechada; desviación primaria del proceso disminuye la velocidad de la línea o agrega mano de obra. | Paro de línea desde 1 hora hasta turno completo de producción; posible para de envíos ; se requiere reparación o reemplazo en campo (ensamblaje al usuario final) que no sea por incumplimiento normativo. | Degradación de la función primaria del vehículo necesaria para la conducción normal durante la vida útil esperada. | |
| 6 | | 100% de la producción deberá ser re TRABAJADA fuera de línea y aceptada. | Paro de línea hasta una hora. | Pérdida de la función secundaria del vehículo. | |



| S | Efecto | Impacto en la Planta | Impacto para enviar a la planta cuando se conoce | Impacto en usuario final cuando es conocido | Ejemplos de la Corporación o Línea de Producción |
|---|--------------------|---|---|---|--|
| 5 | Moderadamente Bajo | Una porción de la corrida de producción deberá ser retrabajada fuera de línea y aceptada. | Menos del 100% de la producción es afectada; gran posibilidad de productos defectuosos adicionales; selección de material requerida; no paro de línea. | Degradación de la función secundaria del vehículo. | |
| 4 | | 100% de la corrida de producción tendrá que ser retrabajada en la estación antes de ser procesada. | El producto defectuoso desencadena un plan de reacción importante; productos defectuosos adicionales poco probables; no es necesaria la selección de material. | Apariencia, sonido, vibración, aspereza o aspectos visuales muy objetables. | |
| 3 | Baja | Una parte de la corrida de producción deberá ser retrabajada en la estación antes de ser procesada. | El producto defectuoso desencadena un plan de reacción menor; productos defectuosos adicionales poco probables; no es necesaria la selección de material. | Apariencia, sonido, vibración, aspereza o aspectos visuales moderadamente objetables. | |
| 2 | | Leve inconveniencia para el proceso, la operación o el operador. | El producto defectuoso no desencadena un plan de reacción; productos defectuosos adicionales poco probables; no es necesaria la selección de material; se requiere retroalimentación del proveedor. | Apariencia, sonido, vibración, aspereza o aspectos visuales levemente objetables. | |
| 1 | Muy Baja | Sin efecto discernible. | Sin defecto discernible o sin efecto | Sin efecto discernible. | |

| TABLA DE OCURRENCIA | | | | |
|---|------------------------------------|--|--|---|
| OCURRENCIA POTENCIAL PARA EL PROCESO (O) | | | | |
| <p>Posibles causas de falla calificadas de acuerdo con los criterios a continuación. Considere los controles de prevención al determinar la mejor estimación de ocurrencia. La ocurrencia es una calificación cualitativa predictiva realizada en el momento de la evaluación y puede no reflejar la ocurrencia real. El número de calificación de ocurrencia es una calificación relativa dentro del alcance del FMEA (proceso que se está evaluando). Para los controles de prevención con múltiples valoraciones de ocurrencia, use el valor que mejor refleje la solidez del control.</p> | | | | <p>En blanco hasta ser llenado por el usuario</p> |
| O | Predicción de la causa de la falla | Tipo de Control | Controles de Prevención | Ejemplos de la Corporación o Línea de Producción |
| 10 | Extremadamente Alta | Ninguno | No existen controles de prevención | |
| 9 | Muy Alta | Conductual/Visual | Los controles de prevención tendrán poco efecto en la prevención de la causa de la falla. | |
| 8 | | | | |
| 7 | Alta | Conductual/Visual ó Técnica | Controles de prevención algo efectivos en la prevención de la causa de la falla. | |
| 6 | | | | |
| 5 | Moderada | | Los controles de prevención son efectivos para prevenir la causa de la falla. | |
| 4 | | | | |
| 3 | Baja | Mejores Prácticas: Conductual/Visual ó Técnico | Los controles de prevención son altamente efectivos para prevenir la causa de la falla. | |
| 2 | Muy Baja | | | |
| 1 | Extremadamente Baja | Técnico | Los controles de prevención son extremadamente efectivos para evitar que ocurra una causa de falla debido al diseño (por ejemplo, la geometría de la pieza) o al proceso (por ejemplo, el diseño de accesorios o herramientas). Intento de controles de prevención. El modo de falla no se puede producir físicamente debido a la causa de la falla. | |

| TABLA DE DETECCIÓN | | | | |
|---|---------------------------|--|--|--|
| DETECCIÓN POTENCIAL PARA LA VALIDACIÓN DEL DISEÑO DEL PROCESO (D) | | | | |
| Controles de detección clasificados según la madurez del método de detección y la oportunidad de detección. | | | | En blanco hasta ser llenado por el usuario |
| D | Probabilidad de Detección | Madurez del Método de Detección | Oportunidad para Detección | Ejemplos de la Corporación o Línea de Producción |
| 10 | Muy Baja | No está establecido algún método de prueba o inspección o no es conocido. | El modo de falla no puede ser detectado. | |
| 9 | | Es muy poco probable que el método de prueba o inspección detecte el modo de falla. | El modo de falla no es fácilmente detectado a través de auditorías aleatorias o esporádicas. | |
| 8 | Baja | No se ha demostrado que el método de prueba o inspección sea efectivo y confiable (p. ej., la planta tiene poca o ninguna experiencia con el método, los resultados de Gage R&R son marginales en un proceso comparable o en esta aplicación, etc.). | Inspección (visual, táctil, audible) o uso de gages manuales (atributos o variables) podría detectar el modo de falla o la causa de la falla. | |
| 7 | | El método de prueba o inspección ha sido probado para ser efectivo y confiable (p. ej., la planta tiene experiencia con el método, los resultados de Gage R&R son aceptables en un proceso comparable o en esta aplicación, etc.). | Detección basada en máquina (automatizada o semiautomatizada con notificación por luz, zumbador, etc.), o uso de equipo de inspección como una máquina de medición de coordenadas que podría detectar el modo de falla o la causa de la falla. | |
| 6 | Moderada | El método de prueba o inspección ha sido probado para ser efectivo y confiable (p. ej., la planta tiene experiencia con el método, los resultados de Gage R&R son aceptables en un proceso comparable o en esta aplicación, etc.). | Inspección (visual, táctil, audible) o uso de gages manuales (atributos o variables) detecta el modo de falla o la causa de la falla (incluyendo controles de las muestras de producto). | |
| 5 | | El método de prueba o inspección ha sido probado para ser efectivo y confiable (p. ej., la planta tiene experiencia con el método, los resultados de Gage R&R son aceptables en un proceso comparable o en esta aplicación, etc.). | Detección basada en máquina (semiautomatizada con notificación por luz, zumbador, etc.), o uso de equipo de inspección como una máquina de medición de coordenadas que detecta el modo de falla o la causa de la falla (incluyendo controles de las muestras de producto). | |



| D | Probabilidad de Detección | Madurez del Método de Detección | Oportunidad para Detección | Ejemplos de la Corporación o Línea de Producción |
|---|---------------------------|--|--|--|
| 4 | Alta | El Sistema ha sido probado para ser efectivo y confiable (p. ej., la planta tiene experiencia con el método en procesos idénticos o en esta aplicación), los resultados de Gage R&R son aceptables, etc. | El método de detección automatizado basado en máquina que detectará el modo de falla en el flujo, evitará un mayor procesamiento o el sistema identificará el producto como discrepante y permitirá que avance automáticamente en el proceso hasta el área de descarga de rechazo designada. El producto discrepante será controlado por un sistema robusto que evitará la salida del producto de la instalación. | |
| 3 | | | El método de detección automatizado basado en máquina que detectará el modo de falla en la estación, evitará un mayor procesamiento o el sistema identificará el producto como discrepante y permitirá que avance automáticamente en el proceso hasta el área de descarga de rechazo designada. El producto discrepante será controlado por un sistema robusto que evitará la salida del producto de la instalación. | |
| 2 | | El método de detección ha sido probado para ser efectivo y confiable (ej. La planta tiene experiencia con el método, verificaciones de poka yokes, etc.). | El método de detección basado en máquina detecta la causa y previene el modo de falla (parte discrepante) antes de ser producido. | |
| 1 | Muy Alta | El modo de falla no puede ser físicamente producido como resultado del diseño o proceso, o el método de prevención ha sido probado y siempre detecta el modo de falla o la causa de la falla. | | |

| TABLA DE ACCIÓN PRIORITARIA PARA PFMEA | | | | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------|------------------------|----------|-------------------------|--|
| Acción Prioritaria para el AMEF de Proceso (AP) | | | | | | | |
| La Acción Prioritaria en basada en la combinación de los valores de la Severidad, Ocurrencia y Detección con el fin de priorizar acciones para reducir los riesgos. | | | | | | | En blanco hasta ser llenado por el usuario |
| Efecto | S | Predicción de la causa de la falla que ocurre | O | Habilidad de Detección | D | ACCIÓN PRIORITARIA (AP) | Comentarios |
| Efecto de producto o planta muy alto | 9 - 10 | Muy Alto | 8 - 10 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Alta | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Alta | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Alta | |
| | | | | Muy Alta | 1 | Alta | |
| | | Alto | 6 - 7 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Alta | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Alta | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Alta | |
| | | | | Muy Alta | 1 | Alta | |
| | | Moderada | 4 - 5 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Alta | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Alta | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Alta | |
| | | | | Muy Alta | 1 | Moderada | |
| | Baja | 2 - 3 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Alta | | |
| | | | Moderada | 5 - 6 | Moderada | | |
| | | | Alta | 2 - 4 | Baja | | |
| | | | Muy Alta | 1 | Baja | | |
| Muy Baja | 1 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Baja | | | |
| Efecto de producto o planta Alto | 7 - 8 | Muy Alto | 8 - 10 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Alta | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Alta | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Alta | |
| | | | | Muy Alta | 1 | Alta | |
| | | Alto | 6 - 7 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Alta | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Alta | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Alta | |
| | | | | Muy Alta | 1 | Moderada | |
| | | Moderada | 4 - 5 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Alta | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Moderada | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Moderada | |
| | | | | Muy Alta | 1 | Moderada | |
| | Baja - Muy Baja | | | 7 - 10 | Moderada | | |



| Efecto | S | Predicción de la causa de la falla que ocurre | O | Habilidad de Detección | D | ACCIÓN PRIORITARIA (AP) | Comentarios | | |
|--------------------------------------|-------|---|--------|------------------------|--------|-------------------------|-------------|----------|--|
| | | Baja | 2 - 3 | Moderada | 5 - 6 | Moderada | | | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Baja | | | |
| | | | | Muy Alta | 1 | Baja | | | |
| | | Muy Baja | 1 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Baja | | | |
| Efecto de producto o planta Moderado | 4 - 6 | Muy Alto | 8 - 10 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Alta | | | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Alta | | | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Moderada | | | |
| | | | | Muy Alta | 1 | Moderada | | | |
| | | Alto | 6 - 7 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Moderada | | | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Moderada | | | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Moderada | | | |
| | | Muy Baja | 1 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Muy Alta | 1 | Baja | |
| | | | | | | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Moderada | |
| | | | | | | Moderada | 5 - 6 | Baja | |
| | | | | | | Alta | 2 - 4 | Baja | |
| | | Moderada | 4 - 5 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Muy Alta | 1 | Baja | |
| | | | | | | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Moderada | |
| | | | | | | Moderada | 5 - 6 | Baja | |
| | | | | | | Alta | 2 - 4 | Baja | |
| | | Baja | 2 - 3 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Baja | |
| Moderada | 5 - 6 | | | | | Baja | | | |
| Alta | 2 - 4 | | | | | Baja | | | |
| Muy Baja | 1 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Baja | | | | | |
| Efecto de producto o planta Bajo | 2 - 3 | Muy Alto | 8 - 10 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Moderada | | | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Moderada | | | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Baja | | | |
| | | | | Muy Alta | 1 | Baja | | | |
| | | Alto | 6 - 7 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Baja | | | |
| | | | | Moderada | 5 - 6 | Baja | | | |
| | | | | Alta | 2 - 4 | Baja | | | |
| | | Muy Baja | 1 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Muy Alta | 1 | Baja | |
| | | | | | | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Baja | |
| | | | | | | Moderada | 5 - 6 | Baja | |
| | | | | | | Alta | 2 - 4 | Baja | |
| | | Moderada | 4 - 5 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Muy Alta | 1 | Baja | |
| | | | | | | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Baja | |
| | | | | | | Moderada | 5 - 6 | Baja | |
| | | Baja | 2 - 3 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Baja - Muy Baja | 7 - 10 | Baja | |
| | | | | | | Moderada | 5 - 6 | Baja | |
| Alta | 2 - 4 | | | | | Baja | | | |
| Muy Alta | 1 | | | | | Baja | | | |



| Efecto | S | Predicción de la causa de la falla que ocurre | O | Habilidad de Detección | D | ACCIÓN PRIORITARIA (AP) | Comentarios |
|-----------------------|---|---|--------|------------------------|--------|-------------------------|-------------|
| | | Muy Baja | 1 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Baja | |
| Efecto no discernible | 1 | Muy Baja - Muy Alta | 1 - 10 | Muy Alta - Muy Baja | 1 - 10 | Baja | |