

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Propuesta de un sistema de gestión para la optimización del
mantenimiento de equipos de línea amarilla de una empresa
de servicio de reparaciones**

Aldo Julian Riega Carazas
Jhonsons Antonio Arias Nuñez

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 : Julio Cesar Alvarez Barreda
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 14 de Setiembre 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 un sistema de gestión para la optimización del mantenimiento de equipos de línea amarilla de una empresa de servicio de reparaciones

Autores:

1. Aldo Julian Riega Carazas – EAP. Ingeniería Industrial
2. Jhonsons Antonio Arias Nuñez – 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 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (PALABRAS): 10 palabras SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

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

Mg. Julio Cesar Alvarez Barreda

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y al Divino Niño, por guiar mi camino, dándome el bienestar y la fortaleza necesarios para avanzar en mis metas y dar continuidad a mis trascendentales. A mis padres, mis hermanos, mi esposa e hijos, quienes son mi mayor impulso y apoyo, su felicidad es mi mayor logro, por creer siempre en mí y ser parte de este crecimiento personal y profesional.

A la Universidad Continental, mi agradecimiento por permitirme continuar con mi educación personal. De igual manera, al Ing. Julio Cesar Alvarez Barreda y a la Ing. Polhett Corali Begazo Velásquez, les expreso sinceramente mi gratitud por su dedicación y respaldo durante este proceso.

Por último, expreso mi infinita gratitud a los profesores de ingeniería industrial por compartir sus amplios conocimientos a lo largo de estos años.

Aldo Julián Riega Carazas

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la alegría de lograr cumplir todos mis objetivos en el transcurso de mi vida y seguir creciendo como persona. A mi familia, a mis Padres y hermana, por el esfuerzo y sacrificio durante el trayecto por su impulso, motivación y confianza brindado incondicionalmente.

Jhonsons Antonio Arias Nuñez

DEDICATORIA

Agradezco a mi familia por motivarme a perseverar en este camino. Dedicó este logro a mi madre Idelsa Carazas de Riega, y mi padre Julián Riega Salazar, por el apoyo brindado al inicio de esta fase de desarrollo.

Con profundo amor, reconozco a mis hijos, Orianna Riega Duran y Vasco Riega Duran, por ser elementos esenciales en mi existencia y fundamentales en mi día a día. Los valores que he adquirido en mi formación profesional serán transmitidos en su educación, y agradezco por darme la fortaleza para seguir adelante con mis objetivos.

Aldo Julián Riega Carazas

Dedico este proyecto a Dios, por ser una fuente de motivación en este extenso proceso, para lograr vencer y superar los momentos difíciles y así culminar mi meta con éxito.

A mis padres, siendo fundamental en mi vida, enseñarme valores y una buena educación, por darme el apoyo desde el comienzo de mi carrera profesional, tanto económico, moral, experiencias y enseñanzas como su apoyo incondicional, a mi hermana por estar ahí siempre.

A mi hija Julia Massiel por ser mi motivación para seguir siempre adelante y cumplir mis metas siendo un ejemplo.

A mi familia por siempre estar ahí cuando más lo necesitaba.

A mi compañero de tesis por ser un equipo para culminar este proyecto.

Jhonsons Antonio Arias Nuñez

ÍNDICE

ASESOR	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Pregunta general.....	2
1.2.2 Preguntas específicas	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación e importancia	3
1.4.1 Justificación práctica.....	3
1.4.2 Justificación económica	3
1.4.3 Justificación legal.....	4
1.5 Delimitación del proyecto.....	4
1.5.1 Delimitación temporal.....	4
1.5.2 Delimitación espacial	4
1.6 Variables	5
1.6.1 Descripción de variables	5

1.6.2	Operacionalización de variables	5
CAPÍTULO II.....		6
MARCO TEÓRICO.....		6
2.1	Antecedentes del problema	6
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2	Antecedentes nacionales	9
2.2	Bases teóricas.....	11
2.2.1	Gestión de mantenimiento	11
2.2.2	Tipos de mantenimiento.....	11
2.2.3	Gestión de repuestos	12
2.2.4	Costes que suponen las existencias.....	13
2.2.5	Coste de las compras.....	13
2.2.6	Costes de materia prima.....	15
2.2.7	Costes de mantenimiento	17
2.2.8	Inventario cero	20
2.2.9	Análisis de equipos para modelo de mantenimiento.....	20
2.2.10	Gestión de abastecimiento	21
2.2.11	Análisis basado en el ratios e indicadores.....	22
2.2.12	Plan de mantenimientos RCM (Reliability Centered Maintenance).....	22
2.2.13	Mantenimiento total de la producción (TPM).....	22
2.2.14	Teoría del mantenimiento predictivo	24
2.3	Definición de términos básicos.....	25
CAPÍTULO III.....		27
METODOLOGÍA.....		27
3.1	Método y alcance de la investigación	27
3.2	Diseño de la investigación	27
3.3	Población y muestra.....	28
3.3.1	Población.....	28
3.3.2	Muestra	28

3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.4.1	Técnicas de recolección de datos	29
3.4.2	Instrumentos de recolección de datos	31
3.5	Instrumentos de análisis de datos.....	32
CAPÍTULO IV		34
DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS		34
4.1	Descripción de la empresa	34
4.1.1	Misión	34
4.1.2	Visión.....	34
4.1.3	Políticas de Calidad.....	34
4.2	Diagnóstico de la situación actual.....	35
4.2.1	Análisis de la situación interna	35
4.2.2	Análisis de la situación externa.....	36
4.2.3	Diagnóstico general	37
4.3	Según objetivo específico 2	38
4.4	Según objetivo específico 3	39
4.4.1	Propuesta.....	40
4.4.2	Implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento y su impacto en los indicadores clave.....	70
CAPÍTULO V.....		75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		75
5.1	Conclusiones.....	75
5.2	Recomendaciones	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		77
ANEXOS		83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables.	5
Tabla 2.	Especificaciones técnicas para mantenimientos.....	60
Tabla 3.	Repuestos de mayor porcentaje en valor monetario para el año 2024.	63
Tabla 4.	Indicadores de variables.....	68
Tabla 5.	Variable dependiente.....	68
Tabla 6.	Análisis económico.....	69
Tabla 7.	Indicadores.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Procesos de la compra.....	14
Figura 2.	Costos de mantenimiento.....	19
Figura 3.	Niveles de mantenimiento.....	19
Figura 4.	Fallos potenciales.....	24
Figura 5.	Organigrama actual.....	37
Figura 6.	Propuesta de organigrama.....	41
Figura 7.	Ishikawa.....	43
Figura 8.	Pareto.....	44
Figura 9.	Análisis de regresión.....	44
Figura 10.	Gráfico de barras.....	45
Figura 11.	Gráfico de líneas.....	45
Figura 12.	Flujo grama del proceso de Check List diario.....	46
Figura 13.	Registro de un Check List para mantenimiento rápido.....	47
Figura 14.	Flujo grama del proceso de Check List mantenimiento.....	48
Figura 15.	Registro de un Check List para mantenimiento preventivos.....	49
Figura 16.	Actividades en la construcción del historial de fallas.....	51
Figura 17.	Esquema de implementación y ventajas de un software de mantenimiento.....	52
Figura 18.	Diagrama de flujo para la asignación de prioridades.....	54
Figura 19.	Flujo grama para detener una máquina en proceso.....	56
Figura 20.	Flujo grama de abastecimiento de repuestos e insumos.....	57
Figura 21.	Flujo Grama para el procedimiento de mantenimiento correctivo.....	58
Figura 22.	Esquema de mantenimiento preventivo.....	61
Figura 23.	Flujo grama del proceso de mantenimiento preventivo.....	62
Figura 24.	Repuestos económicamente más significativos para el año 2024.....	64
Figura 25.	Gráfica ilustrativa respecto la demanda de insumos o repuestos de cada Máquina.....	65
Figura 26.	Modelo de cantidades de pedido fija.....	66

Figura 27.	Modelo Matriz de Kraljic.....	66
Figura 28.	Indicador de inoperatividad en operaciones.....	67

RESUMEN

El mantenimiento de equipos de línea amarilla es un factor crítico en la operatividad de empresas de construcción, minería y transporte, ya que una gestión deficiente puede generar altos costos operativos, tiempos de inactividad prolongados y una reducción en la vida útil de la maquinaria. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo diseñar una propuesta de sistema de gestión para optimizar el mantenimiento de estos equipos en una empresa de servicio de reparaciones, a fin de mejorar su disponibilidad y eficiencia operativa.

El estudio se basa en un enfoque metodológico cuantitativo y cualitativo, aplicando técnicas de recolección de datos como encuestas, entrevistas y análisis documental de registros históricos de mantenimiento. Se identificaron diversas deficiencias en la gestión actual, entre ellas, la falta de una planificación estructurada, la carencia de mantenimiento preventivo y predictivo, la ineficiencia en el manejo de repuestos y la ausencia de indicadores clave de desempeño (KPI) que permitan evaluar la efectividad del mantenimiento. Asimismo, se evidenció que los costos por mantenimiento correctivo superan significativamente a los costos de un mantenimiento preventivo bien organizado, impactando negativamente en la rentabilidad de la empresa.

Como solución, se propone un sistema de gestión basado en la integración de mantenimiento preventivo y predictivo, apoyado en herramientas tecnológicas como software de mantenimiento asistido por ordenador (CMMS) y sensores IoT para el monitoreo en tiempo real de los equipos. Además, se recomienda la implementación de la Matriz de Kraljic para la gestión estratégica de repuestos y la estandarización de procedimientos mediante el uso de listas de control y auditorías internas. También se destaca la importancia de un programa de capacitación continua para el personal técnico, con el fin de mejorar sus competencias y optimizar la ejecución de las labores de mantenimiento.

Los resultados esperados con la aplicación de este sistema incluyen una reducción significativa de tiempos de inactividad, una optimización en el uso de recursos, una mejora en la seguridad laboral y el cumplimiento de normativas vigentes. Asimismo, se prevé una disminución en los costos operativos mediante una mejor planificación y control de las actividades de mantenimiento. Finalmente, se concluye que la implementación de este modelo no solo beneficiará a la empresa objeto de estudio, sino que puede ser replicado en otras organizaciones del sector, contribuyendo a la mejora de la gestión del mantenimiento de maquinaria pesada en el ámbito industrial.

Palabras claves: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, repuestos.

ABSTRACT

The maintenance of yellow-line equipment is a critical factor in the operations of construction, mining, and transportation companies, as poor management can lead to high operating costs, prolonged downtime, and a reduction in the useful life of the machinery. In this context, this research aims to design a proposed management system to optimize the maintenance of this equipment in a repair service company, thereby improving its availability and operational efficiency.

The study is based on a quantitative and qualitative methodological approach, applying data collection techniques such as surveys, interviews, and documentary analysis of historical maintenance records. Several deficiencies in current management were identified, including a lack of structured planning, a lack of preventive and predictive maintenance, inefficient spare parts management, and a lack of key performance indicators (KPIs) to assess maintenance effectiveness. Furthermore, it was found that corrective maintenance costs significantly exceed the costs of well-organized preventive maintenance, negatively impacting the company's profitability. As a solution, a management system based on the integration of preventive and predictive maintenance is proposed, supported by technological tools such as computer-aided maintenance software (CMMS) and IoT sensors for real-time equipment monitoring. Furthermore, the implementation of the Kraljic Matrix for strategic spare parts management and the standardization of procedures through the use of checklists and internal audits is recommended. The importance of an ongoing training program for technical personnel is also highlighted, aimed at improving their skills and optimizing the execution of maintenance tasks.

The expected results of implementing this system include a significant reduction in downtime, optimized resource use, improved workplace safety, and compliance with current regulations. A decrease in operating costs is also expected through better planning and control of maintenance activities. Finally, it is concluded that the implementation of this model will not only benefit the company under study but can also be replicated in other organizations in the sector, contributing to the improvement of heavy machinery maintenance management in the industrial setting.

Keywords: corrective maintenance, preventive maintenance, spare parts.

INTRODUCCIÓN

El cuidado meticuloso de los artilugios amarillos es la piedra angular en la operativa de compañías dedicadas a la edificación y la extracción minera. La mala administración de estos procesos puede desembocar en elevados gastos operativos, prolongados intervalos de inactividad y una merma en la longevidad de los dispositivos. En este escenario, esta investigación busca idear un sistema de mantenimiento que acelere los procedimientos y asegure una eficiencia superior en una compañía de servicios de reparaciones.

El mantenimiento eficiente de los equipos de línea amarilla es un factor fundamental en sectores como la construcción, minería y transporte, donde la maquinaria pesada juega un papel clave en la ejecución de proyectos. La falta de un sistema de gestión adecuado puede generar problemas como tiempos de inactividad prolongados, costos operativos elevados y una disminución en la vida útil de los equipos. En muchas empresas, el mantenimiento se realiza de manera reactiva, atendiendo las fallas solo cuando ocurren, lo que conlleva interrupciones no planificadas y gastos innecesarios en reparaciones urgentes.

La presente investigación tiene como objetivo diseñar una propuesta de sistema de gestión de mantenimiento para optimizar el rendimiento y disponibilidad de los equipos de línea amarilla en una empresa de servicio de reparaciones. Este sistema busca integrar estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo, así como mejorar la planificación y administración de los recursos utilizados en las intervenciones técnicas. La adecuada gestión del mantenimiento no solo impacta en la operatividad de los equipos, sino que también mejora la seguridad de los trabajadores, evita sanciones regulatorias y optimiza los costos asociados a las paradas imprevistas.

El mantenimiento correctivo, que se basa en la reparación de fallas cuando estas ocurren, es el método más costoso y menos eficiente, ya que provoca interrupciones inesperadas en las operaciones y un desgaste acelerado de los equipos. En contraste, el mantenimiento preventivo permite programar intervenciones periódicas para evitar fallas, mientras que el mantenimiento predictivo, apoyado en tecnologías como sensores IoT y software de monitoreo, permite detectar fallas potenciales antes de que afecten el funcionamiento de la maquinaria. A través de la implementación de un modelo de gestión estructurado, se pretende mejorar la eficiencia de estos procesos, optimizando el uso de repuestos, reduciendo costos y garantizando una mayor disponibilidad de los equipos.

En el sector de mantenimiento de maquinaria pesada, uno de los principales desafíos es la administración de repuestos y suministros. La falta de un control adecuado sobre los inventarios puede generar demoras en las reparaciones y aumentar los costos debido a compras urgentes o acumulación innecesaria de piezas. En este sentido, la presente investigación propone la utilización de la Matriz de Kraljic para categorizar los repuestos según su criticidad y diseñar un plan de abastecimiento eficiente. Además, se sugiere la implementación de un software de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (CMMS), que permita registrar y controlar todas las actividades de mantenimiento, optimizando la planificación y facilitando la toma de decisiones basadas en datos reales.

Otro aspecto clave en la optimización del mantenimiento es la capacitación del personal técnico. La falta de formación en nuevas metodologías y tecnologías de mantenimiento impacta negativamente en la calidad y rapidez de las intervenciones. Por ello, esta investigación también plantea la necesidad de un programa de capacitación continua que fortalezca las competencias del equipo de mantenimiento en técnicas avanzadas como el mantenimiento basado en confiabilidad (RCM) y el análisis de fallas mediante herramientas digitales.

Este estudio cobra especial relevancia en el contexto actual, donde la eficiencia operativa y la reducción de costos son factores determinantes para la competitividad de las empresas. Un sistema de gestión de mantenimiento bien estructurado no solo beneficiará a la empresa objeto de estudio, sino que también servirá como referencia para otras organizaciones del sector que enfrentan problemas similares en la administración de sus equipos de línea amarilla.

La implementación de un modelo integral de mantenimiento permitirá reducir los tiempos de inactividad de los equipos, mejorar la seguridad en las operaciones y garantizar el cumplimiento de normativas vigentes en el sector industrial. Además, la optimización de los procesos de mantenimiento contribuirá a una mejor administración de los recursos y una mayor satisfacción de los clientes, al ofrecer tiempos de respuesta más eficientes y una mayor confiabilidad en la operatividad de los equipos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento del problema

En el ámbito mundial, la maquinaria pesada, especialmente las excavadoras, retroexcavadoras y cargadores frontales, juega un papel vital en ámbitos como la edificación, la minería y la agricultura. La correcta administración del mantenimiento de estos dispositivos es crucial, pues las averías o interrupciones imprevistas pueden desencadenar elevados gastos operativos (MORAD, 2022). Según OIT, las ineficiencias en el mantenimiento pueden reducir la productividad en un 20-30%. En este contexto, empresas de servicio y reparación de maquinaria pesada enfrentan el desafío de optimizar sus sistemas de mantenimiento para garantizar un rendimiento continuo y minimizar los costos asociados a fallas imprevistas. En muchos casos, la falta de una adecuada gestión de mantenimiento ha sido señalada como una de las principales causas de las interrupciones en las operaciones productivas a nivel mundial (Ruiz, 2013).

En Perú, Ruiz (2013) señala que la industria de maquinaria pesada ha florecido de manera constante, impulsada por el florecimiento de la minería y la edificación. En 2022, se reveló que el universo de maquinaria pesada en nuestra nación rondó los 1,000 millones de dólares, siendo el mantenimiento y la reparación de los pilares fundamentales de su eficiencia. A pesar de su expansión, Perú se topa con desafíos considerables en la administración del mantenimiento de estas máquinas. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) ha anunciado que los desperfectos en maquinaria de edificación y minería, principalmente debido a un mantenimiento deficiente, pueden desencadenar pérdidas económicas de hasta un 15% en proyectos de infraestructura. Esto subraya la urgencia de instalar sistemas de mantenimiento más eficientes, que no solo disminuyan las interrupciones, sino que también reduzcan los gastos y garanticen una longevidad prolongada de los dispositivos (Bravo, 2012).

En el territorio local, una compañía especializada en la reparación de maquinaria pesada se topa con obstáculos particulares para perfeccionar el mantenimiento de sus equipos de línea amarilla. A pesar de una trayectoria sólida, LA EMPRESA ha descubierto que los actuales métodos de mantenimiento correctivo y preventivo exhiben fallas que merman la operatividad de los equipos, incrementan los gastos en reparaciones frecuentes y merman la felicidad del cliente. En particular, uno de los principales desafíos detectados es la carencia de un esquema de mantenimiento meticulosamente orquestado, lo que ha provocado una descoordinación en la planificación de las intervenciones, tiempos de respuesta alargados y un manejo ineficaz de

los recursos. De acuerdo con reportes internos de la compañía, un 20% de los equipos restaurados experimenta fallos reiterativos en los primeros seis meses tras el mantenimiento, indicando que los procedimientos actuales no están en sintonía con las normas más recientes del sector.

En este contexto, es imperativo diseñar un sistema de administración de mantenimiento que posibilite optimizar la conservación de sus dispositivos amarillos. Este mecanismo debe centrarse en minimizar las interrupciones, potenciar la eficacia operativa y garantizar un manejo eficiente de recursos y repuestos, pilares esenciales para mantener la competitividad en el ámbito de las reparaciones.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Pregunta general

¿Cómo se podría optimizar un sistema de gestión para el mantenimiento de equipos de línea amarilla de una empresa de servicio de reparaciones?

1.2.2 Preguntas específicas

- a) ¿Qué ineficiencias se identifican en los procesos actuales de mantenimiento de equipos de línea amarilla?
- b) ¿Cuáles son las causas problema encontradas en la gestión de mantenimiento?
- c) ¿Cómo influye la capacitación y formación del personal técnico en la eficiencia de las reparaciones de los equipos de línea amarilla?
- d) ¿De qué manera la gestión de repuestos y recursos afecta los tiempos de inactividad de los equipos?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de un sistema de gestión para la optimización del mantenimiento de equipos de línea amarilla en una empresa de servicio de reparaciones

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Reconocer las principales ineficiencias en los procesos actuales de mantenimiento de equipos de línea amarilla.
- b) Identificar las causas de los problemas encontrados en la gestión de mantenimiento.

- c) Determinar el impacto de la capacitación y formación del personal técnico en la eficiencia de las reparaciones de los equipos.
- d) Identificar el efecto de la gestión de repuestos y recursos para los tiempos de inactividad de los equipos línea amarilla.

1.4 Justificación e importancia

Este estudio pretende idear una estrategia de mantenimiento que posibilite a una compañía optimizar el cuidado de los artilugios amarillos, con el propósito de potenciar la eficiencia, abaratar gastos y ampliar la disponibilidad de los dispositivos. La propuesta es crucial no solo para robustecer la ventaja de la compañía en el ámbito de reparaciones, sino también para fomentar prácticas sostenibles y eficientes que favorezcan tanto a la empresa como a sus clientes y empleados. Asimismo, se aspira a que este enfoque de gestión sea un faro para otras compañías del ámbito, lo que podría elevar la calidad de la reparación de maquinaria pesada en la nación.

1.4.1 Justificación práctica

Desde una óptica práctica, este proyecto surge de la urgencia imperiosa de perfeccionar los procedimientos de mantenimiento en una compañía. En la actualidad, la compañía navega en mares turbulentos de planificación y ejecución de las labores de mantenimiento, provocando jornadas interminables de inactividad y un desaprovechamiento desmedido de los recursos. La compañía podrá minimizar los errores habituales y afinar la planificación de las acciones preventivas y correctivas, asegurando así una mayor presencia de los equipos de línea amarilla. Asimismo, el sistema sugerido posibilitará instaurar controles más estrictos y perfeccionar la rastreabilidad de las labores realizadas a cabo, lo que permitirá decisiones fundamentadas en cifras y estadísticas exactas.

1.4.2 Justificación económica

En términos económicos, perfeccionar el mantenimiento mediante un sistema de administración eficaz puede aportar grandes beneficios a la compañía. La disminución de intervalos de espera y la optimización de las reparaciones se traducen en menor gasto operativo y una administración más eficiente de los recursos disponibles. De acuerdo con INEI, las obras de edificación y extracción minera en Perú tienden a desembolsar hasta un 15% de su presupuesto debido a errores en la gestión del equipo. Al instalar un sistema de administración corporativa. Podrá disminuir estos gastos, aumentar sus ganancias y brindar servicios más eficientes en el mercado. Asimismo, la propuesta optimizará la administración de repuestos y

recursos, evitando gastos desmedidos por adquisiciones repentinas o retrasos por ausencia de insumos vitales.

1.4.3 Justificación legal

En cuanto al fundamento jurídico, la propuesta de un sistema de administración para la conservación de una compañía. Está en sintonía con las directrices actuales sobre seguridad industrial y bienestar laboral. De acuerdo con la Ley N° 29783, que regula la Seguridad y Salud Laboral en el Perú, las compañías tienen la responsabilidad de asegurar un entorno laboral seguro, incluyendo la correcta operación y mantenimiento de las máquinas empleadas en sus operaciones. Un sistema de mantenimiento meticuloso permitirá a una compañía adherirse a las normativas de seguridad laboral, minimizando así los incidentes derivados de fallos técnicos en sus equipos.

Además, al asegurar el cumplimiento de los estándares de seguridad industrial, la empresa evitará posibles sanciones o multas derivadas de la falta de mantenimiento adecuado de su maquinaria, protegiendo así su reputación y operaciones.

1.5 Delimitación del proyecto

1.5.1 Delimitación temporal

Se desplegará a lo largo de seis lunas, comenzando en enero y concluyendo en junio de 2024. Este esquema ha sido confeccionado teniendo en cuenta las fases esenciales para la recolección de información, análisis de datos, creación del sistema de gestión y la exposición de los hallazgos.

1.5.2 Delimitación espacial

Este análisis se centra en la metrópolis de Arequipa. La elección de esta sede surge de la urgencia de concentrar los estudios en un área concreta, posibilitando un estudio minucioso y detallado de los procedimientos de cuidado. La elección de dejar fuera a Lima, Callao y Cajamarca se fundamenta en la necesidad de alcanzar una exactitud en los resultados y asegurar la operatividad del proyecto.

Al confinar el estudio a la sede de Arequipa, se pretende asegurar una investigación más exhaustiva y una comprensión más profunda de las peculiaridades del entorno local. Esta definición abrirá la puerta a un sistema de mantenimiento a la medida de esta oficina, el cual podrá servir como brújula para futuras aplicaciones en otras áreas.

1.6 Variables

1.6.1 Descripción de variables

- a) Variable independiente: propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento.
- b) Variable dependiente: optimización del mantenimiento de equipos.

1.6.2 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente		
Propuesta de un Sistema de gestión de mantenimiento	Planificación y programación de mantenimiento	Porcentaje de tareas planificadas versus correctivas.
		Cumplimiento del plan de mantenimiento programado.
	Seguimiento y control	Frecuencia de mantenimiento preventivo versus correctivo.
		Frecuencia de auditorías internas de mantenimiento.
		Cumplimiento de indicadores clave de rendimiento (KPI) de mantenimiento.
Variable dependiente		
Optimización del mantenimiento de equipos	Eficiencia operativa	Tiempos de inactividad (horas de parada no programada de los equipos).
		Tiempo medio entre fallas (MTBF - Mean Time Between Failures).
		Tiempo medio de reparación (MTTR - Mean Time To Repair).
	Costos de mantenimiento	Ratio de disponibilidad operativa de los equipos
		Costos directos de mantenimiento (mano de obra, repuestos, herramientas).
		Costos indirectos asociados a las paradas de equipos (pérdida de productividad).
		Reducción del costo por intervención correctiva.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

De Chandu (2024), el IoT se usa ampliamente en la actualidad y los dispositivos IoT son frecuentes en muchas industrias diferentes. Para garantizar que las máquinas y los procesos funcionen con la máxima eficiencia, el IIoT industrial utiliza sensores y dispositivos IoT para controlar su entorno. Una estrategia para el IIoT que está ganando popularidad en este momento es el mantenimiento predictivo (PM), que rastrea el estado de las máquinas para estimar la probabilidad de que se averíen los componentes. Para lograr un mantenimiento predictivo que funcione, los algoritmos de aprendizaje automático deben recopilar, procesar y, finalmente, analizar grandes volúmenes de datos. Esta investigación sugiere el uso de dispositivos IoT y algoritmos de aprendizaje automático para ofrecer mantenimiento predictivo. En el proceso de mantenimiento predictivo sugerido se utilizan diversos métodos de aprendizaje automático. Se utilizan la recuperación, la exactitud, la precisión y una matriz de confusión para evaluar el rendimiento de estos modelos. Según los datos de comparación, el modelo ANN tiene un mejor desempeño que los otros modelos, con una precisión del 98 %. RF ocupa el segundo lugar con un 92 %, CART con un 90,18 % y LR con un 82.

El estudio de Caceres et al. (2024), sobre la “Gestión de mantenimiento de maquinaria y equipos en diferentes sectores agroindustriales”, se centra en examinar la literatura científica relacionada con la administración efectiva del mantenimiento de equipos y maquinaria en diversos sectores de la agroindustria. Para ello, se aplicó el enfoque PRISMA, lo que permitió minimizar posibles sesgos mediante una revisión sistemática de fuentes como Scopus y Google Scholar, inicialmente identificando 535 publicaciones. Posteriormente, tras un riguroso proceso de selección, se eligieron 14 trabajos relevantes que ofrecieron información sobre aspectos como análisis económicos, sistemas de registro, clasificación de riesgos y evaluación de tiempos de inactividad por fallas. Los resultados obtenidos destacan la relevancia de estrategias como la gestión basada en procesos, el mantenimiento predictivo, la utilización de modelos de Markov, la subcontratación de tareas especializadas, la medición de la capacidad eléctrica, la formación continua del personal y la administración eficiente de los recursos técnicos. Asimismo, la incorporación de herramientas digitales y tecnologías de vanguardia contribuye significativamente a mejorar la operatividad, disminuir los costos y elevar la productividad en el sector agroindustrial.

De Chica et al. (2024), en la investigación “Sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir índices de fallas en el proceso productivo empresarial”, examinaron cómo la aplicación de un sistema de mantenimiento preventivo puede disminuir los índices de fallas dentro de los procesos productivos empresariales. Para ello, se recurrió a una metodología basada en la revisión de literatura, consultando diversas fuentes académicas y científicas a través de Google Académico. Los resultados muestran que muchas organizaciones han adoptado planes de mantenimiento preventivo, los cuales consisten en la ejecución periódica y programada de actividades destinadas a evitar averías en la maquinaria y los equipos. Se concluye que la adopción de este enfoque preventivo permite reducir los periodos de inactividad, prolongar la vida útil de los activos.

De Vera & Torres (2023), en “Análisis técnico económico del tiempo de vida útil de la maquinaria pesada Komatsu GD555-A3”, emprendieron un estudio económico detallado enfocado en determinar la duración operativa de la motoniveladora KOMATSU GD-555, una pieza fundamental en el ámbito de la construcción vial, especialmente para labores de nivelación y desplazamiento de suelos. El análisis incluye la revisión de los costos totales de propiedad, los gastos asociados a la operación y la vida útil económica del equipo. Para lograr una estimación precisa de estos aspectos, se emplean fórmulas respaldadas por diversas fuentes bibliográficas. La obtención de datos sobre el funcionamiento de la maquinaria se basó en el análisis minucioso de los registros de mantenimiento proporcionados por la empresa, considerando los factores que inciden en su desempeño y permitiendo así identificar los valores residuales de componentes específicos. Este procedimiento resulta esencial para anticipar el momento en que será necesario reemplazar la maquinaria. El cálculo de la depreciación se realizó utilizando el método de doble saldo decreciente, lo que facilita la estimación del periodo óptimo para el reemplazo del equipo. Además, la investigación toma en cuenta tanto los periodos de inactividad como la obsolescencia tecnológica como elementos determinantes. Finalmente, se presenta una tabla que muestra la evolución de los costos a lo largo de la vida útil del equipo, lo que permite identificar el momento adecuado para su sustitución. Este análisis integral brinda a las empresas una base sólida para tomar decisiones estratégicas en cuanto a inversión, operación y mantenimiento, asegurando así la eficiencia y continuidad de las actividades en el sector de la construcción vial.

De Jin et al. (2023), analizan la normativa que integra eventos de impulsos, fallas, mantenimiento y regresiones, considerando la evolución natural de las condiciones. Además, se desarrolla un modelo matemático junto con un algoritmo de simulación para la evolución del estado del equipo. Posteriormente, teniendo en cuenta aspectos como la seguridad, disponibilidad y economía, se establece el umbral óptimo de mantenimiento en función del

proceso de evolución del estado, brindando un nuevo soporte técnico en la toma de decisiones de mantenimiento. Finalmente, se demuestra la efectividad del modelo y el algoritmo propuestos. Así, se evidencia una mayor concordancia del proceso estocástico con situaciones reales.

Morad en el 2022, realizó la investigación “Estudio de factibilidad para la creación de una línea de servicios en mantenimiento preventivo, a partir de un plan de negocios para la empresa Tornirepuestos Macko” con la finalidad de determinar la factibilidad de establecer la línea de servicios de mantenimiento sobre prevención para “Tornirepuestos Macko”. Basado en un programa de actividades planificadas y el uso de manuales técnicos específicos para maquinaria pesada, incluyó una encuesta a 154 empresas y personas relacionadas con la industria de maquinaria pesada en Colombia. Los resultados mostraron que, aunque la región no es altamente productiva y los clientes potenciales son pocos (menos del 4%), existe una demanda significativa en sectores clave como la minería, el transporte público y la construcción. Se concluyó que la creación de esta línea de servicios es viable, ya que satisface necesidades cruciales para el mantenimiento a largo plazo de las industrias del área respectiva.

Flores (2022), desarrolló el tema “Plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad de la Maquinaria Pesada en la Empresa Servicios Generales “Viviana EIRL, Distrito Huarmaca–Piura”, el cual es un estudio realizado en el gobierno municipal de Motavita, Boyacá, tuvo como objetivo crear un plan preventivo para el artefacto y transportes amarillos. Se verificó el estado y comportamiento de la maquinaria durante su operación, seguido de un análisis de criticidad. Formatos de preparación para la operación fueron creados según el tipo de maquinaria, se diseñó el plan de prevención programado. La ejecución del plan optimizó el funcionamiento de las máquinas, reduciendo tiempos de producción perdidos y fallas no programadas. Finalmente, el plan prolongaría la vida útil de los artefactos de las maquinarias, aumentaría su disponibilidad y reduciría costos de mantenimiento a mediano y largo plazo, con mayores gastos observados en sistemas mecánicos en comparación con sistemas eléctricos y de lubricación.

De Nota et al. (2022), proponen un enfoque hacia el mantenimiento predictivo de máquinas-herramienta, integrando un algoritmo de minería de texto con el sistema ciber-físico de una industria manufacturera. El sistema realiza análisis a partir de datos almacenados en archivos de registro generados por las máquinas, emitiendo alertas sobre posibles fallos futuros. Posteriormente, se desarrolla un modelo de sistema ciber-físico. La herramienta implementada asiste al responsable de mantenimiento cuando se detecta una alerta de posible falla en la máquina.

Según Hardt (2021), determinar el instante y el lugar ideal para llevar a cabo el mantenimiento preventivo no resulta sencillo, ya que las operaciones del PM son tan intrincadas y estocásticas como un rompecabezas. Adoptando una metamorfosis singular en la metodología. Este concepto despliega una técnica revolucionaria para orquestar el mantenimiento integralmente, desde su fundamentación teórica hasta su implementación tangible. El enfoque revolucionario en la administración del cuidado preventivo. Uno de los mayores retos es reunir y desmenuzar de manera holística los datos operativos de múltiples dispositivos y usuarios en diversas circunstancias. Esta misión posibilita la creación de servicios revolucionarios de mantenimiento para los usuarios. La propuesta adopta una perspectiva innovadora para el cuidado preventivo de dispositivos preferidos.

En su trabajo (Modeling a predictive maintenance management architecture to meet industry 4.0 requirements: A case study., 2020), NORDAL, H. y EL-THALJI, I. propone una arquitectura de referencia para un sistema de gestión de mantenimiento inteligente alineado con las visiones y los requisitos de la Industria 4.0. Se emplearon enfoques de ingeniería de sistemas para traducir las necesidades. Destaca las adaptaciones necesarias para alinearse con la visión y las demandas de la Industria 4.0.

2.1.2 Antecedentes nacionales

De Rioja & Vásquez (2023), en “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la disponibilidad de la maquinaria de la empresa Maestro Constructor SRL”, desarrollaron un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria. Se diseñó un plan preventivo fundamentado en los intervalos de tiempo recomendados por el fabricante. Durante el año evaluado, se registraron 42 interrupciones por mantenimiento correctivo y 37 por mantenimiento preventivo realizado fuera de tiempo, lo que situó la disponibilidad de los equipos entre 85% y 88%, mientras que la confiabilidad osciló entre 81% y 85%. Tras la implementación del plan preventivo, la disponibilidad mejoró alcanzando entre 91% y 93%, y la confiabilidad aumentó a un rango de 83% a 87%. Además, el análisis económico reflejó un beneficio de S/ 73,056.16 entre el año evaluado y el propuesto. El plan de mantenimiento preventivo el VAN ascendió a S/ 226,479.84.

Morad (2022), en “Estudio de factibilidad para la creación de una línea de servicios en mantenimiento preventivo, a partir de un plan de negocios para la empresa Tornirepuestos Macko”, establecieron un Plan de Mantenimiento Integral para los frenos, suspensión y dirección en vehículos de transporte pesado, con el objetivo de implementar un control efectivo y anticipar posibles fallas, mejorando así la operatividad de las unidades. La reducción de costos y la seguridad en la entrega, entre otras, los camiones son lo más común para el transporte de

productos. La evaluación regular y continua de las unidades de transporte está relacionada con su rendimiento óptimo. Se establecieron criterios fundamentales para la creación confiable del Plan de Mantenimiento a través de una evaluación de riesgos preliminares, que se utilizó para la intervención preventiva de las unidades. Esto prolonga la vida de los elementos de la unidad.

De Alcántara (2021), en “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar los índices de confiabilidad en la Empresa Kusimayu SAC”, se orienta a la implementación de un plan de mantenimiento preventivo con el fin de mejorar los niveles de confiabilidad en la empresa KUSIMAYU S.A.C. Se diseñó un estudio experimental de enfoque cuantitativo y alcance correlacional, considerando como población y muestra las 51 máquinas que forman parte del parque industrial de la empresa. Para el análisis de la situación actual, se emplearon herramientas como listas de verificación, presenta deficiencias significativas, principalmente por la ausencia de una metodología adecuada en la programación de las actividades. Asimismo, los indicadores de confiabilidad mostraron resultados insatisfactorios, evidenciando una alta frecuencia diaria de fallas. La planificación de cronogramas de mantenimiento y la evaluación sistemática de repuestos. Como resultado de estas acciones, se logró un incremento aproximado del 20% en la confiabilidad de la maquinaria, lo que permite concluir que la aplicación de un programa de mantenimiento bien estructurado tiene un impacto positivo.

García (2021) planteó el tema “Plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para incrementar la disponibilidad de las maquinarias pesadas de la empresa Ingenieros Contratistas EIRL” en el cual se tuvo como objetivo evaluar cómo la ejecución del plan de mantenimiento de prevención afecta la disposición mecánica de los equipos de línea blanca y amarilla. Adoptando una perspectiva cuantitativa mediante un enfoque experimental en el ámbito de la investigación. Se escogió un grupo de ocho equipos. Entre octubre y diciembre de 2018, el departamento de control revisó el rendimiento del equipo, mientras que el grupo experimental analizó su rendimiento entre enero y marzo de 2019. Antes de la puesta en marcha del plan, la capacidad de volquetes y maquinaria pesada se encontraba en un 77 % y 87 %, respectivamente. El inventario se disparó, superando el 94 % en volquetes y el 95 % en maquinaria pesada. Estos hallazgos muestran un aumento significativo en ambas categorías, lo que conduce a la conclusión de que los planes preventivos mejoran la disposición mecánica.

Macedo y López (2020) desarrollaron el tema “Modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad en equipos subterráneos en una empresa de mediana minería en Ayacucho-Perú, utilizando RCM”. La investigación se realizó utilizando un diseño preexperimental. Las máquinas de Concremax formaron tanto la muestra como la población.

Se utilizaron diagramas de “Ishikawa” y “Pareto” evaluando la situación inicial, lo que reveló el problema principal de la industria es la carencia de prevención y enseñanza del personal. La primera auditoría tuvo como resultado del 50.2%, lo que indica que es aceptable pero potencialmente se puede mejorar. El 79% de las máquinas estaban disponibles al principio. Se implementó el plan de prevenciones y capacitaciones a los trabajadores, lo que resultó en una disponibilidad final del 89,87% de las máquinas. Con un valor estadístico de $t=-3.24$, se observó un aumento de la disponibilidad del 10.12% después de implementar el plan.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Gestión de mantenimiento

Conjunto de actividades destinadas a evitar retrasos en los procesos debido a fallos en máquinas y equipos. Esta gestión es crucial porque ayuda a reducir costos al optimizar el manejo de los materiales. Para lograrlo, es fundamental analizar el modelo organizativo que mejor se ajuste a las características específicas de cada empresa. También es necesario evaluar cómo cada equipo impacta en los resultados generales, de modo que se dirijan la mayoría de los recursos hacia aquellos equipos que tienen un mayor efecto. Además, se debe investigar el consumo y el inventario de los materiales utilizados en mantenimiento, así como aumentar la disponibilidad de los equipos, no al máximo posible, sino hasta un nivel que no afecte el Plan de Producción (Murillo, 2021).

2.2.2 Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento correctivo:** se basa en una premisa simple: arreglar los equipos cuando se descomponen. Este método es adecuado para equipos no esenciales o de bajo costo, ya que las reparaciones no se planifican con anticipación (Ochoa, 2018). Sin embargo, si no se emplea de manera estratégica, el mantenimiento correctivo puede resultar en paradas inesperadas debido a fallos en componentes críticos. En resumen, depender exclusivamente de este enfoque puede conllevar a mayores tiempos de inactividad y costos de mantenimiento elevados (Ochoa, 2018).
- **Mantenimiento preventivo (mantenimiento programado):** el mantenimiento preventivo, enfoque que implica la inspección regular de los equipos, y realizar el mantenimiento programado a intervalos específicos. Su principal propósito es extender la vida útil de los activos y evitar la ocurrencia de fallos o averías. Muchas organizaciones que implementan este tipo de mantenimiento utilizan el software de “Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador” para recibir notificaciones sobre órdenes de trabajo cuando es necesario ejecutar un plan preventivo. Este sistema

permite a las empresas automatizar gran parte de los procesos de programación, lo cual es fundamental para el éxito de este enfoque preventivo (Ochoa, 2018).

- **Mantenimiento predictivo:** el mantenimiento predictivo se enfoca en detectar fallas antes de que ocurran, lo que permite el mantenimiento oportuno. Cuando un equipo está en riesgo de avería, este método utiliza datos de sensores instalados en máquinas y tecnología avanzada para enviar alertas al personal técnico. Un sensor, por ejemplo, puede analizar las vibraciones para determinar que una parte está a punto de fallar, lo que indica que debe inspeccionarse y repararse. Dado que facilita el seguimiento de las lecturas de los contadores, implementar un software de mantenimiento (GMAO) es una forma efectiva de establecer una estrategia de mantenimiento predictivo. Uno de los principales beneficios de este enfoque es reducción de costos, gracias a un mejor entendimiento del rendimiento y los problemas potenciales del equipo. En lugar de depender de suposiciones, el mantenimiento se basa en el estado real del equipo con acceso a los datos de los sensores (Ochoa, 2018).
- **Mantenimiento centrado en la fiabilidad:** se enfoca en abordar esta complejidad porque las fallas de equipo no siempre siguen un patrón lineal. Se crea un plan de mantenimiento predictivo más eficiente. Es la más complicada porque requiere un análisis exhaustivo de cada equipo para asignarles prioridades según sus críticas. Los activos más importantes son aquellos que tienen más probabilidades de fallar o tener consecuencias más graves en caso de falla. Este enfoque individualizado puede requerir una variedad de planes de mantenimiento diferentes (Ochoa, 2018).

2.2.3 Gestión de repuestos

Desde el inicio, tenemos claridad en cuanto al coste, ya que este se encuentra determinado por la factura emitida por el proveedor al adjudicatario.

Sin embargo, para Norma (1999) podría parecer poco usual que el licitador no comparta con nosotros una parte de los descuentos obtenidos en su compra, considerando que los almacenistas suelen ofrecerlos como práctica común. Por ello, será importante analizar cómo las ofertas reflejan el concepto de “precio facturado” y, si fuera necesario, aclarar si dicho precio corresponde al de catálogo o incluye algún tipo de descuento.

Asimismo, no debemos olvidar que asumimos el pago de una cuota fija en ciertos contratos, la cual cubre los costes asociados a la gestión de los repuestos.

El segundo aspecto a considerar es la seguridad en el suministro, que puede evaluarse revisando los proveedores habituales y el volumen de compras. Aunque resulta relativamente sencillo

acceder a la lista de proveedores, recopilar información sobre el volumen de compras por cada uno suele ser más complejo. Será necesario insistir en obtener estos datos, aunque sea de manera aproximada. Además, parte de esta información podría conseguirse a través de otros clientes.

2.2.4 Costes que suponen las existencias

El diseño para Palacios (2013). por existencias identificadas abarca los gastos previamente contemplados en la valoración de los bienes vendidos, además de los costos indirectos de producción no previstos y las cantidades extraordinarias de costos de existencias vinculadas a la fabricación. Dependiendo del contexto específico de cada compañía, podrían surgir otros gastos, como los de logística.

Algunas empresas optan por presentar el estado de resultados de una manera diferente, lo que puede llevar a la revelación de cantidades distintas en lugar del gasto por existencias reconocido. Con este enfoque alternativo, se muestran los costos operativos relacionados con los ingresos del período. En este caso, se detallan los costos reconocidos como gasto por materiales y suministros, mano de obra y otros gastos operativos, junto con la variación neta de existencias durante el período.

2.2.5 Coste de las compras

Uno de los pilares fundamentales en las entidades es el análisis, elección y perfeccionamiento constante de los proveedores, debido a la importancia crucial de las adquisiciones para las compañías. El departamento de adquisiciones es el pilar fundamental del engranaje comercial de una compañía, y si no se maneja con maestría, las estrategias de ventas, marketing y distribución se verán entorpecidas. En este escenario, se explorará la relevancia de las adquisiciones en las compañías. La meta primordial del ámbito de adquisiciones en una entidad es forjar una red sólida de proveedores y representantes, facilitando así la adquisición de productos y servicios en las mejores condiciones posibles. Asimismo, las estrategias de adquisición deben enfocarse en la economía, buscando minimizar los gastos vinculados a los pedidos, el almacenamiento y las cantidades requeridas a los proveedores, con el propósito de minimizar los gastos totales del proceso. La clave para alcanzar esta meta radica en contestar: ¿Cuánto solicitar y en qué momento solicitar?

El manejo de las adquisiciones y los proveedores debe ser meticuloso, considerando la importancia de los bienes o servicios adquiridos, su influencia en la excelencia de los productos finales de la compañía y el peligro de no cumplir con los plazos establecidos. Una compañía y sus proveedores están intrínsecamente ligados, y cuando ambas partes cultivan una conexión

beneficiosa, su capacidad para crear valor se potencia, considerando las demandas y exigencias de los clientes al idear tácticas y estrategias para los productos o servicios requeridos. Las compras de bienes tangibles y servicios se rigen por la ISO 9001:2008, para asegurar la excelencia.

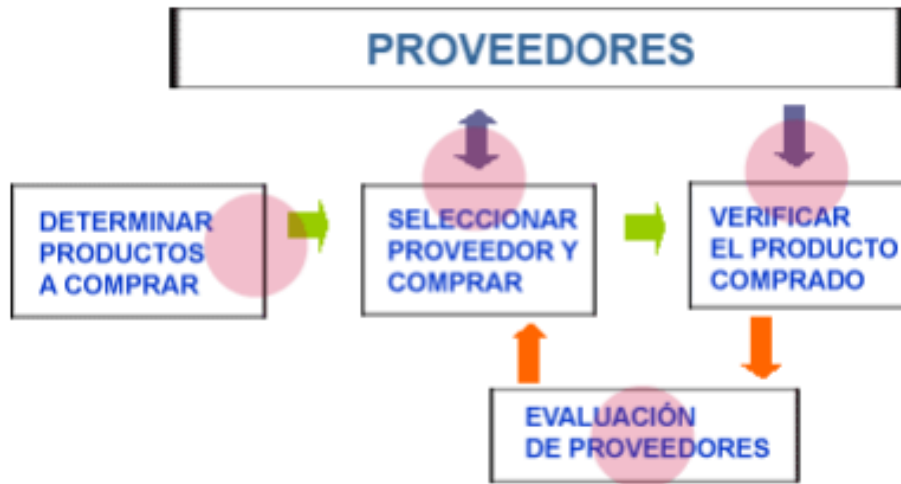


Figura 1. *Procesos de la compra. Tomada de Pereiro (2005). www.portacalidad.com*

En el esquema, los círculos rojos resaltan los requisitos:

- Es crucial trazar con exactitud las necesidades de los artículos que deseamos adquirir. Frecuentemente, los departamentos o individuos encargados de detectar las necesidades de compra no comparten los detalles del producto con el proveedor, por lo que es crucial detallar con precisión lo que se necesita.
- La elección de proveedores debe fundamentarse en su habilidad para brindar productos que satisfagan las expectativas de la entidad. Utilizando un mecanismo que asegure una comunicación impecable y eficiente.
- La entidad debe garantizar que los artículos adquiridos se alineen con las especificaciones requeridas. Para ello, la normativa dicta que es imprescindible llevar a cabo las inspecciones pertinentes. La severidad de estas revisiones variará según la importancia del producto en la excelencia y la confiabilidad del proveedor (registro de entregas). Desde una mera comprobación administrativa (verificación de cantidades y características del producto) hasta la ejecución de inspecciones oculares o el análisis de muestras en un laboratorio.
- Es importante llevar a cabo una evaluación continua de los proveedores, que incluya tanto una evaluación inicial como re-evaluaciones periódicas. La información utilizada para evaluar a los proveedores proviene de las inspecciones, pero también puede

obtenerse de otros procesos que proporcionen datos sobre el proveedor y sus productos. Más adelante se detallará este proceso. Si no se gestiona correctamente, puede generar costos adicionales y desproporcionados en relación con el valor de la compra inicial, lo que también puede afectar las relaciones entre los diferentes departamentos de la organización (Martinez, 2013).

2.2.6 Costes de materia prima

La producción se refiere al procedimiento mediante el cual las materias primas se convierten en productos finales. Los materiales constituyen un elemento fundamental en el costo de producción. Se investigan los métodos empleados para el costeo de los materiales y los procedimientos implementados para su control. Los materiales constituyen los elementos fundamentales que se convierten en productos finales.

Los materiales directos se refieren a aquellos que son claramente identificables con un producto finalizado y constituyen el material de gasto principal. Un caso ilustrativo es el acero empleado en la fabricación de vehículos. (Palacios, 2013).

En contraposición, los materiales indirectos se refieren a aquellos que, a pesar de su necesidad en el proceso productivo, no pueden ser identificados de manera directa con el producto final. Ejemplos de materiales indirectos comprenden el proceso de pegamento empleado en la fabricación de mobiliario y los remaches utilizados en el ensamblaje de un vehículo.

- **Compra de materiales:** en la mayoría de las entidades fabricante, se encuentra establecido un departamento de adquisiciones responsable de la ejecución de los pedidos de materias primas y recursos esenciales para la producción. El director de adquisiciones tiene la obligación de garantizar que los materiales adquiridos satisfagan los estándares de calidad preestablecidos y se adquieran al precio más competitivo posible. Se pueden identificar tres formatos habituales en el proceso de adquisición.
- **Requisición de compra:** se trata de un documento redactado, comúnmente transmitido por otros empleados, destinado a informar al departamento de adquisiciones acerca de la demanda de determinados materiales o recursos. Por ejemplo, si un trabajador del almacén requiere un pedido particular, complete una requisición con los detalles requeridos y la remita al departamento de adquisiciones.
- **Orden de compra:** al ser aprobada la requisición, el departamento de adquisiciones emite una orden de compra. Este documento constituye una petición formal dirigida a un proveedor para la adquisición de materiales a un precio pactado y con condiciones

precisas de entrega y reembolso. La orden de compra actúa como un permiso para que el proveedor proporcione los bienes requeridos.

- Informe de recepción: Una vez recibidos los materiales, el departamento de recepción inspecciona y verifica que los productos estén completos y en buen estado. Después, se emite un informe de recepción que documenta detalles como el número de orden de compra, la cantidad recibida y cualquier discrepancia con la orden original.
- Salida de materiales: el encargado del almacén tiene la obligación de asegurar que los materiales sean almacenados y distribuidos de manera apropiada. La emisión de materiales debe ser autorizada mediante una solicitud de materiales. Esta solicitud debe especificar el volumen, la descripción y el costo de los materiales proporcionados, y el valor total de los materiales empleados se registra en el costo de producción (Palacios, 2013).
- Métodos de costeo de materiales: cuando los precios experimentan variaciones, la distribución de los costos de los materiales puede efectuarse de múltiples formas. Se distinguen principalmente dos sistemas para el costeo de materiales.
- Costeo mediante el uso del sistema de inventario periódico: este mecanismo registra las adquisiciones de recursos en una cuenta específica llamada "Compra de recursos esenciales". Si hay un inventario inicial de materiales, se registra de forma autónoma. Finalizando el lapso, se realiza una revisión tangible para determinar el inventario definitivo de recursos disponibles.
- Costeo por sistema de inventario perpetuo: este mecanismo exige un registro constante de las adquisiciones de materiales en una cuenta llamada "Inventario de materiales". Cada vez que se emplean materiales, el inventario se renueva y el costo se traslada a la fabricación. Este mecanismo ofrece información constante sobre el precio de los materiales empleados y el remanente en el inventario.

Identificación específica: Detallado para calcular el costo de los materiales, pero también el más lento. Implica registrar el precio de cada unidad específica y la cantidad utilizada. Este método es más adecuado para materiales costosos y únicos, como diamantes. (Palacios, 2013).

Costo promedio: El costo de los materiales se calcula tomando un precio promedio de todas las unidades disponibles. Este método es útil cuando no es práctico distinguir entre diferentes lotes de materiales. (Palacios, 2013).

2.2.7 Costes de mantenimiento

Los costes de mantenimiento están asociados directamente con la tenencia de un inventario, es decir, son los gastos que la empresa debe asumir por el simple hecho de mantener existencias.

El inventario, independientemente del tipo de productos o materiales que lo conformen, representa un capital que permanece inmovilizado por un período más o menos prolongado. Aunque dicho valor forma parte del activo de la empresa, presenta una particularidad: a diferencia de otras partidas del activo, el estado físico de lo que representa ese valor está sujeto a cambios constantes.

Estos costes de mantenimiento, también conocidos como costes de posesión, se dividen en dos grandes grupos:

- a) Costes financieros.
- b) Costes de almacenaje: Los costes financieros pueden clasificarse en cinco tipos:
 - Intereses.
 - Costes de oportunidad.
 - Combinación de intereses y costes de oportunidad.
 - Costes financieros nulos.
 - Otros costes financieros.

Cualquier producto almacenado implica una inmovilización de capital, lo que conlleva un gasto financiero. Este coste puede variar dependiendo del origen de los recursos utilizados para financiar el inventario. Si el capital proviene de un préstamo otorgado por una entidad financiera con el objetivo de financiar las existencias, el coste se reflejará en los intereses, que serán proporcional al volumen almacenado. Por otro lado, si los fondos provienen de recursos propios que podrían haberse destinado a otras actividades, el gasto se denomina coste de oportunidad.

El coste total derivado de almacenar inventarios se denomina coste de mantenimiento y puede calcularse de tres maneras:

- Como un porcentaje del valor monetario promedio del inventario durante un período determinado.
- En unidades monetarias por cada artículo en el inventario.
- Dividido en una parte fija y otra proporcional al volumen de existencias.

La última forma de cálculo considera que ciertos costes, como el alquiler, la calefacción o la iluminación, son independientes del nivel de inventario. Aunque estos costes son constantes, generalmente se estiman como proporcionales al volumen de existencias, ya que un espacio ocupado por un artículo deja de estar disponible para otro.

Dado que el nivel de existencias en un almacén no es constante, debido al flujo continuo de entradas y salidas, el coste de mantenimiento se calcula tomando como referencia el stock promedio disponible durante un período específico. (Bona, 1999).

Los gastos directos del mantenimiento abarcan el valor total de los productos y servicios empleados para realizar una labor de mantenimiento. Estos gastos abarcan tanto los materiales como el talento humano, incluyendo también los gastos de operación.

Costos de suministros: Se entiende como los gastos relacionados con los elementos físicos esenciales durante las actividades, ya que el término "suministro" es más general y abarca tanto repuestos específicos como materiales más comunes. Aunque estos elementos pueden ser considerados repuestos, tienen una aplicabilidad mucho más amplia que los repuestos específicos. Calcular el costo real de un repuesto puede ser complicado debido a diversos factores. Es común en la gestión de costos incluir en los suministros los contratos externos relacionados con tareas de mantenimiento, ya que estos generalmente requieren equipo y material, y se facturan como un único suministro. Entre estos contratos se incluyen servicios como mano de obra, asesorías, montajes, entre otros.

Costos de mano de obra (C.M.O.): este concepto engloba el salario y las prestaciones sociales correspondientes a los técnicos del departamento encargados del mantenimiento. Además, dentro del C.M.O., se consideran los costos operativos, que son aquellos gastos que no pueden clasificarse ni como suministros ni como mano de obra, y cuya asignación a una tarea de mantenimiento específica es difícil de determinar. Estos costos se valoran durante un período de tiempo determinado. Una vez comprados se consideran consumidos y forman parte de los gastos de mantenimiento.

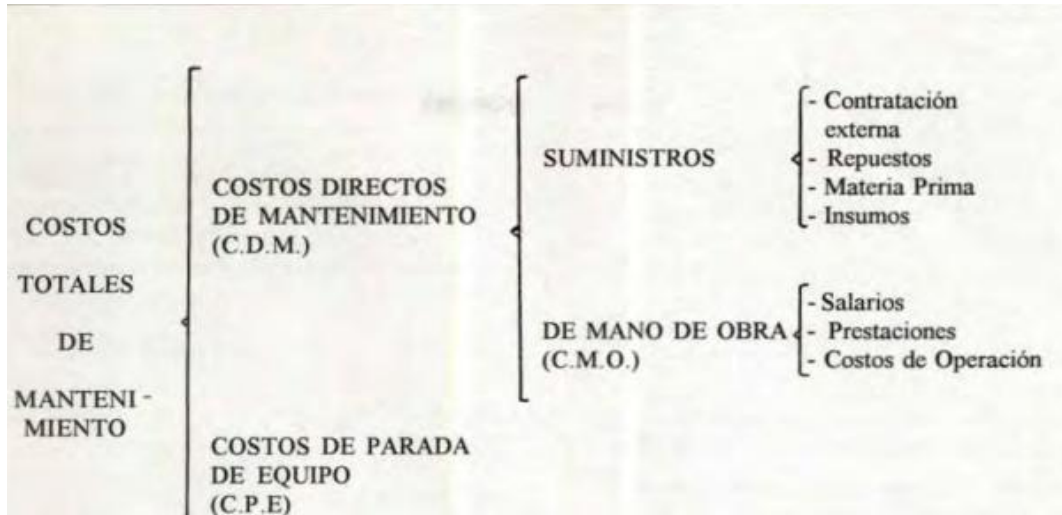


Figura 2. *Costos de mantenimiento. Tomada de: Botero (1995).*

Niveles de mantenimiento: la tendencia actual se enfoca en reducir la cantidad de horas-hombre necesarias para producir una unidad de producto. Es importante destacar que definir el nivel exacto de mantenimiento es complicado, ya que no es posible generalizar los resultados de una planta o de un período específico.

Nivel óptimo: el nivel óptimo de mantenimiento se alcanza con la combinación de los costos. Si, en una planta determinada, los costos totales de mantenimiento se encuentran a la izquierda del punto mínimo en la gráfica de costos totales, se puede concluir que el mantenimiento es insuficiente (submantenimiento). En cambio, si los costos están a la derecha del punto mínimo, se estaría ante un mantenimiento excesivo (sobremantenimiento). Esta diferencia es visible al observar la gráfica y notar la magnitud de la contribución de los costos de mantenimiento al total. Para efectos prácticos, se asume que el costo mínimo total de mantenimiento de costos.

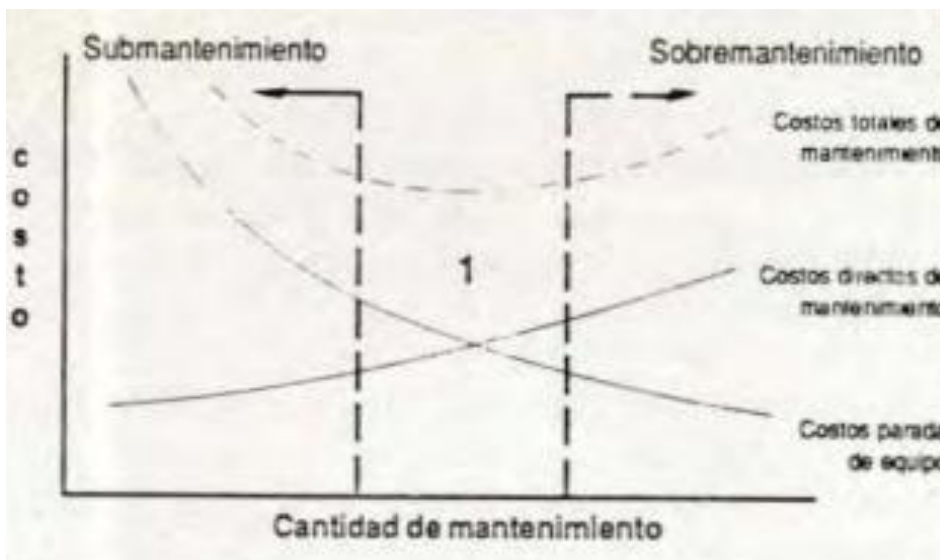


Figura 3. *Niveles de mantenimiento. Tomada de; Botero (1995).*

Control de los gastos de mantenimiento: para Botero (1995), es crucial instaurar mecanismos de monitoreo sobre los gastos en el área de mantenimiento. El mecanismo para manejar esta información debe ser ágil e intuitivo, permitiendo que cada nivel administrativo pueda examinar los datos sin complicaciones.

Existen múltiples sistemas desarrollados para identificar los puntos en los que se generan los gastos, aunque algunos de estos pueden ser bastante complejos. Una de las formas más prácticas es el método de acumulación de costos por trabajo realizado, utilizando códigos contables específicos de la sección o área donde se llevó a cabo la labor.

Este sistema debe ser gestionado mediante instrumentos tecnológicos, lo que agiliza la gestión de datos y se adapta a las demandas del departamento. El informe de costos se fragmentará en dos grandes secciones: una dedicada a la mano de obra humana y otra a los equipos y productos. Asimismo, se estructurará según las áreas de producción y las labores más intrincadas, tales como montajes, traslados, edificaciones y reparaciones monumentales.

El informe incluirá una descripción del equipo, las horas-hombre y los materiales utilizados. De esta forma, será más fácil identificar en qué se está gastando el dinero, y también se podrán analizar los factores que influyen en los costos de mantenimiento.

2.2.8 Inventario cero

El Plan de Inventario Cero se refiere a una estrategia en la que la producción se ajusta al ritmo de la demanda, de tal forma que el inventario se mantiene en cero de manera planificada. Este enfoque implica un manejo dinámico de la fuerza laboral, que incluye tanto contrataciones como despidos, o en algunos casos, la reubicación de empleados. El objetivo principal de este plan es equilibrar la producción mensual con la demanda del mercado, garantizando que la producción (Pt) se iguale a la demanda (Dt), lo que se logra mediante ajustes continuos en el personal productivo. (Domínguez & Choque, 2005).

2.2.9 Análisis de equipos para modelo de mantenimiento

Es esencial para desentrañar en detalle el engranaje de las máquinas. Solo desplegando un análisis meticuloso será posible instaurar un mantenimiento óptimo. Es crucial desentrañar el propósito de la máquina y cada uno de sus elementos vitales. El propósito primordial del mantenimiento es conservar la operatividad de los artilugios. Aunque parezca una exageración, la expresión "la función trasciende la máquina" subraya la importancia crucial de la función para asegurar un mantenimiento adecuado. La evaluación de los dispositivos es una herramienta

que determina el peligro que un aparato puede tener para su compañía, orientando así la atención al mantenimiento. Así, descubrir las vulnerabilidades de los dispositivos es vital para que los responsables de mantenimiento puedan orquestar con maestría. Este análisis clasifica los efectos y riesgos que pueden causar los equipos disfuncionales, basándose en estudios de riesgo, la confiabilidad de los proyectos y la importancia de las herramientas y plantas en operación. De esta manera, permite identificar cuáles dispositivos tienen el mayor impacto en el desempeño de su negocio, optimizando el cumplimiento de los objetivos organizacionales (PÉREZ, 2019).

2.2.9.1. Análisis de criticidad por tipo de equipo

El análisis de criticidad se lleva a cabo mediante dos enfoques: cuantitativo y cualitativo. El método cuantitativo se basa en obtener datos numéricos confiables sobre las tasas de falla, mientras que el cualitativo clasifica la criticidad de manera subjetiva, utilizando el conocimiento táctico del equipo en ausencia de datos numéricos (Reynoso, 2021).

2.2.10 Gestión de abastecimiento

Incluye las siguientes actividades: adquisición, reposición, administración y envío de productos, con el objetivo de optimizar las operaciones, asegurando calidad, cantidad y costos reducidos. Además, busca mejorar la calidad del servicio mientras disminuye los gastos relacionados; aprovisionamiento, producción y distribución de productos (Pinto y Uyén, 2023)

2.2.10.1. Inventarios

Un inventario es un registro que documenta todos los bienes físicos y disponibles de una empresa, los cuales pueden ser utilizados para alquiler, uso, transformación, consumo o venta. Este documento debe ofrecer una lista detallada que incluya, además de los activos tangibles, los derechos y obligaciones de la empresa.

2.2.10.2. Identificación de repuestos inventariables bajo la matriz Kraljic

Herramienta empleada en el manejo de adquisiciones para analizar el riesgo asociado a los proveedores. Facilita una colaboración más eficiente con los proveedores actuales, permite entender cómo cada producto o servicio adquirido afecta nuestros resultados y también evalúa el riesgo de los terceros involucrados. Este modelo se basa en representar en un eje el impacto que tiene un producto en las ganancias y en el otro eje la confianza depositada en el proveedor de dicho producto (Reynoso, 2021).

2.2.10.3. Costos de inventarios

Denominado método híbrido, que combina diversas estrategias para establecer la cantidad y el momento adecuados para realizar un nuevo pedido. A través de un caso ilustrativo, se lleva a cabo un análisis de sensibilidad para identificar las variables que afectan el costo del inventario. Las variables ofrecidas y el precio asociado a cada falta de stock. Esto ha resultado en que la cantidad de pedido y el punto de reabastecimiento alcancen sus niveles máximos, con el objetivo de aprovechar los descuentos proporcionados por el proveedor y evitar posibles agotamientos de productos (RUIZ, 2013).

2.2.11 Análisis basado en el ratios e indicadores

Los directores financieros utilizan índices para evaluar la situación de su empresa. El análisis de estas ratios puede revelar si una empresa ha sido administrada de manera efectiva. Esto facilita la toma de decisiones al permitir la realización de proyecciones económicas y financieras confiables. Además, ayuda a garantizar una gestión de inventarios eficiente (Rubio, 2019).

2.2.12 Plan de mantenimientos RCM (Reliability Centered Maintenance)

El RCM es una metodología basada en la elaboración de los deberes. El objetivo de este proceso es identificar las operaciones necesarias para que un equipo o sistema funcione al máximo en su entorno operativo, siempre y cuando estas sean económicamente viables para la empresa (Sacristán, 2002).

2.2.12.1. Principios del RCM

El RCM es una metodología que no requiere procedimientos complicados para su implementación, sino que se basa en la determinación y la disciplina. Es un proceso ampliamente validado, sustentado por un marco metodológico que es estructurado, sistemático y replicable. Con más de 30 años de implementación en la industria y numerosos casos de éxito, el RCM ha demostrado ser efectivo (SHUPINGAHUA, 2021).

2.2.13 Mantenimiento total de la producción (TPM)

Basado en la filosofía que los empleados deben ayudar a mantener su ambiente de trabajo. Significando que varios de los miembros del equipo de los diferentes niveles y categorías de gestión deben estar como participantes en las inspecciones, mantenimiento de prevenciones y revisiones de la maquinaria o equipo utilizado en el trabajo. Además, adquiere nuevos métodos

para identificar problemas potenciales, como mantenimiento predictivo a través del análisis de tendencias de rendimiento o el análisis de datos de la máquina para implementar medidas de prevención (Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento, 2021).

2.2.13.1. Necesidades para implementar TPM

Para implementar el programa, es esencial considerar varias necesidades clave. A continuación, se detalla algunas de las más importantes (al., 2022):

- Compromiso de la Alta Dirección: la Dirección debe estar comprometida con la filosofía TPM y ser un modelo para seguir para fomentar la cultura de mantenimiento proactivo.
- Capacitación del personal: es necesario proporcionar formación adecuada a todos los empleados, incluidos operadores y personal de mantenimiento, sobre los principios y prácticas del TPM.
- Cultura organizacional: fomentar una cultura que valore la mejoraría y el trabajo en grupos, donde todos los empleados se sientan responsables del mantenimiento y la eficiencia de los equipos.
- Estandarización de procesos: desarrollar y documentar procedimientos estándar para las actividades de mantenimiento y operación, asegurando que todos los empleados sigan las mismas pautas.
- Herramientas y recursos: proporcionar las herramientas y recursos necesarios, como software de gestión de mantenimiento, para facilitar los planes iniciales y seguimiento de las actividades de mantenimiento.
- Análisis de datos: implementar sistemas para recolectar y estudiar datos basados en la efectividad de los equipos y el historial de fallos, lo que permite identificar áreas de mejora.
- Mantenimiento autónomo: fomentar la participación de los trabajadores en los planes de mantenimiento diario de los instrumentos y equipos, lo que incluye limpieza, lubricación y pequeños ajustes.
- Planes de mantenimiento: desarrollar planes de mantenimiento preventivo y predictivo basados en la criticidad de los equipos.
- Evaluación continua: establecer métricas y KPIs para analizar las efectividades del programa TPM y actuar a los ajustes en lo requerido.
- Involucramiento de todos los niveles: asegurar que todas las categorías de la corporación, comprendido de la dirección hasta el personal operativo, estén involucrados en la implementación y mejora continua del TPM.

- Implementar TPM requiere un enfoque integral y un compromiso continuo para lograr una mejora sostenible en la eficacia de las actividades y operaciones.

2.2.14 Teoría del mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo se define como una estrategia que orienta las intervenciones en equipos o instalaciones basándose en la evolución de una variable específica. Esta variable debe ser representativa del estado operativo del sistema y, además, fácil de medir. La principal distinción entre este tipo de mantenimiento y el mantenimiento sistemático, ambos clasificados como preventivos según la normativa EN 13306, radica en su enfoque. Mientras que el mantenimiento sistemático programa intervenciones de manera periódica según intervalos preestablecidos, como kilómetros recorridos, horas de operación u otros parámetros, el mantenimiento predictivo no sigue una periodicidad fija (Fernández, 2005).



Figura 4. Fallos potenciales. Tomada de: Fernández (2005).

Numerosos estudios describen el mantenimiento predictivo utilizando la curva P-F (Figura 4), que representa cómo una variable comienza a mostrar indicios de deterioro a partir del punto P. Este punto marca el inicio del deterioro funcional, y el objetivo es intervenir antes de que se alcance el punto F, donde ocurre la falla total. La implementación de este enfoque enfrenta desafíos importantes, como identificar la variable más adecuada para monitorear y establecer límites precisos que indiquen estados aceptables o críticos del equipo, los cuales deben ser fácilmente medibles. Existen diversas técnicas disponibles en el mercado para llevar a cabo este tipo de mantenimiento. Sin embargo, su aplicación no es inmediata, ya que requiere un periodo de adaptación para el equipo técnico, además de una formación especializada. Este mantenimiento representa una alternativa valiosa frente a los métodos periódicos tradicionales, ya que prioriza la eficiencia y la rentabilidad. Antes de adoptar cualquier estrategia de mantenimiento preventivo, especialmente dentro de enfoques organizativos modernos como el

RCM, es esencial analizar si puede ser sustituido por un mantenimiento basado en condiciones específicas (FERNÁNDEZ, 2005).

El mantenimiento predictivo no se fundamenta únicamente en la experiencia o intuición del personal técnico, sino que se apoya en un análisis riguroso de las variables operativas (Fernández, 2005).

2.3 Definición de términos básicos

- a) **Mantenimiento mecánico:** Se puede definir como el conjunto de tareas realizadas a equipos e instalaciones con el objetivo de corregir o prevenir fallas, garantizando que sigan funcionando de acuerdo con su propósito original (Cuartas, 2008).
- b) **MTBF (Tiempo medio entre fallas):** promedio de tiempo transcurrido entre fallas en un sistema reparable que presenta una tasa constante de fallos. Un MTBF más elevado indica una mayor confiabilidad del producto (Silva, 2024).
- c) **MTTR (Tiempo medio para reparar):** la disponibilidad se refiere al tiempo durante el cual una máquina está operativa y apta para realizar un trabajo. Esta se evalúa mediante indicadores, el MTTR, lo que permite comprobar su desempeño y eficacia (Cuartas, 2008).
- d) **MTBS (Tiempo Medio entre paralizaciones):** este indicador refleja el tiempo promedio que una máquina opera antes de detenerse debido a un fallo mecánico. Ofrece información clave sobre la eficacia en la gestión del mantenimiento, ya que una planificación adecuada contribuye a obtener un valor óptimo de MTBS (Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. 2016, 2016).
- e) **Disponibilidad mecánica:** probabilidad de que un activo cumpla con su función asignada cuando se le requiere. Este concepto está relacionado con la frecuencia de fallas que ocurren bajo ciertas condiciones y el tiempo necesario para corregir dichas fallas (Davila, 2017).
- f) **Confiabilidad:** secuencia de pasos diseñados para producir un bien o servicio. Un proceso es considerado confiable si es capaz de ofrecer resultados consistentes en cada ocasión. El objetivo principal identificar y analizar estos modos de fallo, así como calcular la probabilidad de funcionamiento continuo en función de diferentes unidades de uso (ASTM International, 2018).
- g) **Mantenibilidad:** capacidad de un elemento para ser mantenido o restaurado a un estado operativo, bajo condiciones específicas de uso y mediante procedimientos y recursos establecidos. Esto implica que, al realizar el mantenimiento en las condiciones

adecuadas, el equipo puede volver a funcionar correctamente en un tiempo determinado (AEC. Mantenibilidad. Asociación Española para la Calidad, 2023).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método y alcance de la investigación

En esta investigación se utilizará un enfoque deductivo que permitirá comenzar con premisas esenciales y fundamentos teóricos sobre la administración de mantenimiento y confiabilidad de equipos, para luego, mediante un viaje lógico, llegar a conclusiones concretas y pertinentes al contexto analizado. A través de este enfoque, se podrán descubrir las técnicas más innovadoras y recursos para crear un sistema de mantenimiento que optimice la operatividad y la eficiencia.

La investigación se enfocará en desentrañar y desentrañar las fallas contemporáneas en los procedimientos, valorando aspectos esenciales como la eficacia operativa, los tiempos de inactividad, el empleo de recursos y la formación del equipo técnico. Se llevará a cabo una minuciosa inspección de los procedimientos internos, recolectando datos históricos, conversando con el equipo y desmenuzando los registros de mantenimiento. A partir de estos datos, se descubrirán las áreas clave para optimizar.

Este análisis se enfocará en el ámbito de una compañía peruana especializada en la reparación de maquinaria pesada, con el propósito de provocar un cambio significativo en sus procesos internos, con la posibilidad de que los hallazgos sean replicables en otras compañías del ámbito en circunstancias similares.

3.2 Diseño de la investigación

La investigación adoptará un enfoque no experimental y transversal. Se utilizará un enfoque no experimental, donde las variables no se alterarán directamente, sino que se contemplarán y evaluarán las condiciones actuales de los procesos de mantenimiento, tal como se presentan. La investigación se llevará a cabo de manera transversal, recolectando datos en un lapso específico para tener una perspectiva nítida y contemporánea de los desafíos actuales, sin necesidad de un análisis longitudinal (Sampieri, 2022).

Se emplearán tanto datos de origen como datos de origen secundario. Las fuentes primordiales abarcarán sondeos y conversaciones con el equipo técnico y administrativo involucrado en los procesos de mantenimiento, además de examinar los registros internos de la compañía (registros de mantenimiento, informes de fallos, entre otros). Además, se llevarán a cabo encuestas meticulosamente diseñadas para evaluar la efectividad del sistema actual y la

excelencia en las reparaciones. Las fuentes secundarias abarcarán textos sobre sistemas de mantenimiento, normas globales y estudios de casos en compañías similares.

En última instancia, se llevará a cabo un análisis cuantitativo de la información recabada. La evaluación cuantitativa se centrará en cuantificar los indicadores críticos, tales como periodos de inactividad, gastos de mantenimiento, frecuencia de fallos y productividad del equipo técnico.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Abarca a 50 equipos que trabajan en una compañía especializada en la restauración de dispositivos de línea amarilla.

La investigación tomará en cuenta a todos estos dispositivos, pues cada empleado, en su mayor o menor grado, está involucrado en los procedimientos de mantenimiento de los equipos de línea amarilla. Explorar sus puntos de vista y vivencias revelará las carencias presentes y forjará un sistema de administración que satisfaga las demandas operativas y organizacionales.

3.3.2 Muestra

Para llevar a cabo la recolección de datos, se seleccionará una muestra representativa de 50 equipos que funcionan para la empresa que conforman la población. Esta muestra incluye a los equipos motoniveladora, cargadores frontales, excavadoras, tractor sobre orugas que son los más directamente involucrados en los procesos de mantenimiento. Se utilizará un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a aquellos empleados que tienen un conocimiento más profundo y relevante de los problemas de mantenimiento en la empresa.

La muestra de 30 personas permitirá recolectar información suficiente para identificar las principales ineficiencias en los procesos actuales de mantenimiento y proponer mejoras que optimicen la operación de los equipos de línea amarilla. Se utilizarán encuestas y entrevistas para obtener datos cualitativos y cuantitativos sobre la gestión del mantenimiento, la formación del personal y la gestión de recursos. Estos insumos servirán como base para desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento más eficiente, alineado con las mejores prácticas del sector.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Esta información y adquirir una perspectiva holística de la actualidad de la administración del mantenimiento en la sede Arequipa, se utilizarán las siguientes estrategias de recolección de información:

- a) Revisión documental: se llevará a cabo una minuciosa inspección de los documentos almacenados en la compañía, a incluir:
 - Manuales de procedimientos: se desentrañarán las guías de cuidado, reparación y uso de los dispositivos de línea amarilla para detectar los procedimientos establecidos y las anomalías presentes.
 - Historia de conservación: se analizarán los archivos históricos de las intervenciones a los equipos, lo cual revelará patrones de fallos, intervalos de mantenimiento y los gastos vinculados.
 - Informes de gestión: se examinarán los informes de gestión de la compañía para desentrañar los indicadores de rendimiento vinculados al mantenimiento, tales como las interrupciones, los gastos de reparación y la ubicación de los equipos.

- b) Encuesta: Se aplicará una encuesta a una muestra de 30 técnicos de mantenimiento de la sede de Arequipa. Esta encuesta estará diseñada para obtener información cuantitativa y cualitativa sobre diversos aspectos relacionados con el mantenimiento, como:
 - Satisfacción con las herramientas y equipos disponibles.
 - Percepción sobre la capacitación recibida.
 - Dificultades en la ejecución de las tareas de mantenimiento.
 - Sugerencias para mejorar los procesos.

- c) Observación directa: se realizarán observaciones directas de los procesos de mantenimiento en campo, a través del instrumento de check list, con el objetivo de:
 - Verificar la aplicación de los procedimientos establecidos.
 - Identificar posibles desviaciones o ineficiencias en el trabajo.
 - Evaluar las condiciones de trabajo de los técnicos.

La integración de estas metodologías de recolección de datos facilitará la obtención de una perspectiva holística y minuciosa sobre la situación actual de la administración del mantenimiento, ubicada en Arequipa. La información recolectada constituirá el fundamento para el análisis y la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento optimizado.

Para analizar la información recopilada en esta investigación, se emplearán diversos instrumentos y herramientas que permitirán interpretar los datos de manera estructurada y objetiva. A continuación, se detallan algunos de los principales instrumentos que se utilizarán:

- Se emplearán los diagramas de Pareto para identificar las causas primordiales de fallos y problemas recurrentes en los equipos de línea amarilla. Este tipo de diagrama, fundamentado en el principio 80/20, facilitará una visualización precisa y rápida de las áreas con mayor incidencia en el proceso de mantenimiento, posibilitando la priorización de las medidas correctivas en función de su periodicidad o repercusión económica.
- Los diagramas de flujo se emplearán para ilustrar los procesos actuales de mantenimiento en la organización. Estos esquemas facilitarán la detección de potenciales cuellos de botella, ineficiencias y etapas superfluas en los procedimientos de mantenimiento, con la finalidad de optimizarlos e incrementar su eficiencia.

Por otro lado, se realizarán entrevistas semiestructuradas con personal clave de la empresa, como supervisores y gerentes del área de mantenimiento. Este instrumento complementará la información obtenida mediante las encuestas al profundizar en aspectos específicos, como la gestión de recursos, la planificación de mantenimientos y el análisis de las fallas recurrentes. Las entrevistas estarán guiadas por un conjunto de preguntas previamente definidas, pero también permitirán explorar temas emergentes durante la conversación, asegurando así una comprensión más amplia y detallada de los problemas.

Se empleará el Diagrama de Ishikawa para identificar y examinar las causas primordiales de los problemas de mantenimiento. Este instrumento facilitará la categorización de los problemas en categorías tales como individuos, procesos, equipos, materiales y entorno, lo que permitirá la detección de los elementos que inciden en la eficiencia de los procedimientos de mantenimiento.

El análisis de regresión se empleará para determinar la evaluación entre variables fundamentales, tales como los periodos de inactividad, la prevalencia de fallos y los costos vinculados al mantenimiento. Este tipo de análisis facilitará la identificación de patrones o

relaciones significativas entre estos factores, contribuyendo así a la predicción y atenuación de periodos de inactividad y a la optimización de la distribución de recursos.

Se utilizarán diagramas de barras y líneas para representar los resultados de la encuesta y los indicadores de desempeño, tales como los períodos de parada, la eficacia de las reparaciones y los costos asociados al mantenimiento. Estos diagramas ofrecerán una representación gráfica precisa que facilitará la interpretación y comparación de los datos recolectados a lo largo del proceso de investigación.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Se diseñan herramientas de recolección de datos que posibilitan la captura de información relevante acerca de las percepciones, experiencias y recomendaciones de los participantes en los procesos de conservación. Estas herramientas han sido meticulosamente seleccionadas y organizadas para asegurar su validez y confiabilidad, en consonancia con el objetivo general y los objetivos específicos del estudio.

Inicialmente, se llevará a cabo la implementación de un sondeo estructurado fundamentado en la escala Likert, que abarca interrogantes vinculados a diversos aspectos del mantenimiento, tales como la satisfacción con los recursos disponibles, la percepción sobre las formaciones proporcionadas, la coordinación de los procesos de mantenimiento y las dificultades enfrentadas por el personal técnico. Este instrumento ha sido concebido basándose en investigaciones anteriormente validadas en el campo de la administración de mantenimiento y se ha ajustado al contexto particular de la organización. La escala de Likert facilita la evaluación de la intensidad de las percepciones de los participantes, ofreciendo un análisis cuantitativo de las áreas fundamentales que exigen optimización.

Además, se incluirán preguntas abiertas en la encuesta para capturar información cualitativa, lo que permitirá identificar propuestas de mejora desde la perspectiva de los técnicos y otros actores involucrados en los procesos. Estas preguntas buscan recoger opiniones sobre las principales deficiencias observadas en los procedimientos actuales, así como sugerencias prácticas para abordar las problemáticas detectadas.

Finalmente, se llevará a cabo una revisión documental de los registros históricos de mantenimiento, tiempos de inactividad, costos asociados y reportes internos de fallas. Este análisis permitirá identificar patrones y tendencias en los procesos actuales, así como evaluar el impacto de las prácticas actuales de gestión de mantenimiento en la productividad y los costos operativos.

En conjunto, estos instrumentos proporcionarán una visión integral del estado actual de los procesos de mantenimiento de los equipos de línea amarilla, facilitando la identificación de las ineficiencias y la propuesta de soluciones basadas en datos objetivos y perceptuales.

3.5 Instrumentos de análisis de datos

Seleccionados para este estudio facilitan el procesamiento, la interpretación y la extracción de conclusiones a partir de la información recopilada en relación con los procedimientos de mantenimiento de equipos de línea amarilla. Estas herramientas están diseñadas para asegurar una metodología rigurosa y sistemática en la gestión de datos, integrando técnicas cualitativas y cuantitativas que promuevan una comprensión holística del problema.

El software estadístico SPSS, será utilizado para procesar y analizar los resultados derivados de las encuestas estructuradas. Este software facilitará la ejecución de análisis descriptivos, tales como frecuencias, promedios y desviaciones estándar, con el objetivo de identificar tendencias y comportamientos generalizados en los datos. Además, se implementarán pruebas inferenciales, tales como el análisis de evaluación o ANOVA, en función de la naturaleza de las variables, con el objetivo de identificar relaciones significativas entre factores tales como la formación técnica, la administración de recursos y los periodos de inactividad de los equipos.

Además, para la gestión de los datos cualitativos recolectados a través de entrevistas semiestructuradas y cuestionarios abiertos, se empleará el método de análisis de contenido. Este método facilita la identificación de patrones temáticos, clasificando las respuestas en base a las áreas fundamentales del mantenimiento, tales como la eficiencia operativa, los recursos disponibles y las recomendaciones para la mejora. Se empleará la herramienta Atlas.ti para codificar y estructurar las respuestas, lo que facilitará la detección de tendencias y contribuciones recurrentes entre los participantes en la entrevista.

En relación con los datos documentales examinados, cuentos como los históricos de fallos, periodos de inactividad y costos de mantenimiento, se realizará un análisis comparativo fundamentado en indicadores clave de rendimiento (KPI). Estos indicadores comprenden la disponibilidad de equipos, el tiempo medio entre fallos (MTBF, por sus siglas en inglés) y el tiempo medio para reparar (MTTR, por sus siglas en inglés). La contrastación de estos datos con los estándares industriales facilitará la evaluación del rendimiento actual de la administración de mantenimiento e identificará oportunidades para la optimización.

Finalmente, los resultados de los análisis cuantitativos y cualitativos se integrarán mediante un procedimiento de triangulación de datos. Esta metodología asegurará la coherencia y la validez

de las conclusiones, a través de la integración de múltiples perspectivas y fuentes de información. La triangulación facilitará no solo la identificación de los desafíos predominantes en los procedimientos de mantenimiento, sino también la formulación de propuestas robustamente fundamentadas y ajustadas a las demandas específicas de la organización.

Estas herramientas de análisis asegurarán una gestión meticulosa y objetiva de los datos recolectados, proporcionando datos robustos para la toma de decisiones en la optimización de los sistemas de mantenimiento de equipos de línea amarilla.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Descripción de la empresa

Se trata de una corporación preeminente en el ámbito de las soluciones integrales, con una trayectoria que se remonta a su fundación en 1980. Se dedica a la producción, reparación y reconstrucción de componentes y piezas para una variedad de sectores industriales. La organización se distingue por su dedicación a la calidad, evidenciado por nuestra certificación ISO 9001 / 2015. Esta circunstancia ha establecido como un aliado confiable para las principales corporaciones de sectores como la minería, pesca, hidrocarburos, agroindustria, industria cementera, construcción, energía, manufactura, entre otros. Se dispone de un conjunto de expertos altamente capacitados y comprometidos, respaldados por nuestras instalaciones de alta calidad. Con una sucursal propia en Callao y dos filiales estratégicamente ubicadas en Arequipa y Cajamarca, está preparada para atender las demandas de sus clientes a nivel nacional.

4.1.1 Misión

El objetivo es ofrecer a sus clientes una gama completa de servicios y productos multimarca a precios increíbles para sus maquinarias y componentes en el ámbito minero e industrial.

4.1.2 Visión

Nuestros clientes nos ven como la opción más idónea, superando sus expectativas.

4.1.3 Políticas de Calidad

Es una compañía que ofrece soluciones completas con servicios y productos de diversas marcas. Se dedica a cumplir con los deseos de nuestros clientes, superando sus expectativas, siguiendo las normativas actuales, ofreciendo operativas y brindando servicios y productos de excelencia, fundamentados en la constante evolución de nuestros procesos. Para ello, se cuenta con personal experto, impulsando los principios y el crecimiento personal mediante una formación constante.

a) Objetivos de calidad

- Incrementar el grado de satisfacción de los clientes.

- Incrementar permanentemente la eficacia y eficiencia en los procesos.
- Incrementar el desempeño de nuestro personal.

4.2 Diagnóstico de la situación actual

4.2.1 Análisis de la situación interna

a) Mantenimiento de equipos

- Estado de los equipos: en la actualidad, LA EMPRESA posee una flota de maquinaria pesada con un promedio de 50 equipos. Algunos equipos presentan fallas frecuentes debido a desgaste natural, lo que genera tiempos de inactividad imprevistos. El mantenimiento correctivo se realiza cuando los equipos ya presentan fallas, lo que ha ocasionado altos costos y tiempos muertos prolongados.
- Estrategia de mantenimiento: LA EMPRESA actualmente realiza un mantenimiento reactivo, es decir, únicamente cuando se presentan fallas. Esta estrategia ha llevado a que los equipos de línea amarilla estén fuera de servicio con frecuencia, lo que afecta la productividad. Además, el mantenimiento preventivo no se ha implementado de manera sistemática, lo que aumenta los costos operativos.
- Recursos humanos: el equipo de mantenimiento está formado por expertos con una sólida formación técnica; sin embargo, la carencia de innovaciones en mantenimiento preventivo y la escasez de herramientas digitales ha complicado la perfección de los procedimientos. Asimismo, el equipo de mantenimiento se encuentra un poco escaso para la multitud de maquinaria que opera.

b) Gestión administrativa y operativa

- Procesos internos: no existen procedimientos estandarizados para la gestión de mantenimiento de los equipos. Cada técnico lleva un registro manual de las reparaciones y los repuestos, lo que ha dado lugar a problemas de organización, pérdida de información importante y retrasos en la planificación de las intervenciones. Esto también ha causado que los tiempos de respuesta a fallas sean más largos de lo esperado.
- Software de gestión: LA EMPRESA no utiliza un software de gestión integrado para el control de los equipos y las reparaciones. Actualmente, los datos sobre el estado de los equipos y el historial de mantenimiento se gestionan en hojas de cálculo, lo que dificulta la obtención de información precisa y actualizada.

c) Eficiencia operativa

Tiempo de inactividad: el tiempo promedio de inactividad de los equipos debido a fallas inesperadas es de 4 a 5 días por mes, lo que representa una pérdida significativa de productividad. Además, cuando se presentan fallas críticas, los tiempos de reparación pueden extenderse aún más debido a la falta de repuestos disponibles o la falta de personal adecuado para repararlos rápidamente.

Costos operativos: los costos asociados al mantenimiento correctivo han aumentado en un 20% en los últimos dos años. Además, la falta de un control adecuado sobre los inventarios de repuestos ha ocasionado compras de piezas a precios más elevados debido a la urgencia de conseguirlas.

4.2.2 Análisis de la situación externa

a) Competencia y mercado

- Competencia: en el mercado de mantenimiento de maquinaria pesada en Perú, existen varias empresas competidoras que ofrecen servicios similares. Algunas de estas empresas han adoptado sistemas de mantenimiento preventivo más avanzados, lo que les permite reducir tiempos de inactividad y ofrecer un servicio más eficiente. LA EMPRESA aún se enfrenta a la competencia de empresas que utilizan tecnología más moderna para la gestión de mantenimiento.
- Demanda del mercado: la demanda de equipos de maquinaria pesada sigue siendo estable, especialmente en sectores como la construcción y la minería. Sin embargo, muchas empresas en este sector buscan servicios que les permitan reducir costos operativos y aumentar la disponibilidad de sus equipos, lo que hace que la oferta de mantenimiento preventivo sea cada vez más atractiva.

b) Tendencias del sector

- Innovación tecnológica: el sector de mantenimiento de maquinaria pesada está adoptando tecnologías como los sistemas de monitoreo remoto, el Internet de las cosas (IoT) para la predicción de fallas, y software de gestión para optimizar las operaciones. LA EMPRESA aún no ha implementado estas tecnologías, lo que la coloca en desventaja frente a competidores que utilizan estos sistemas para mejorar la eficiencia operativa.

- Normativas y regulaciones: Existen regulaciones en el país que exigen el mantenimiento adecuado de maquinaria pesada para cumplir con normas de seguridad y medioambientales. LA EMPRESA ha cumplido con las regulaciones actuales, pero podría enfrentar nuevas normativas que requieran mayor inversión en mantenimiento y renovación de equipos, lo que podría afectar su capacidad de competitividad.

Se tiene el organigrama actual de la empresa:

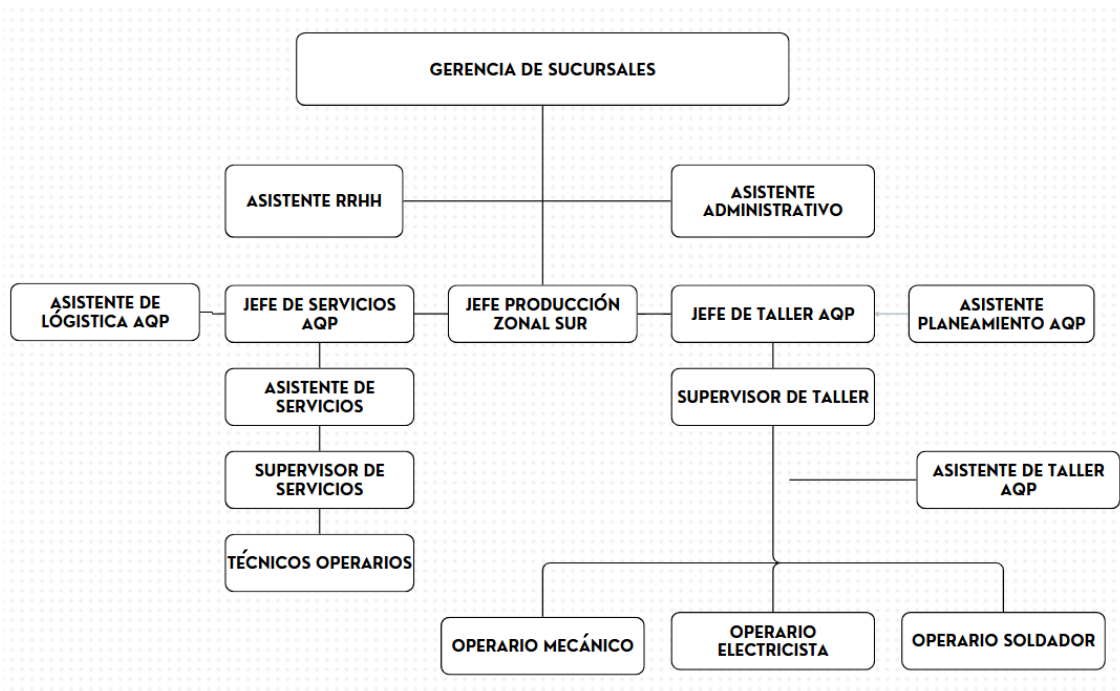


Figura 5. *Organigrama actual.*

4.2.3 Diagnóstico general

a) Fortalezas:

- Experiencia en el sector: LA EMPRESA tiene más de 40 años de experiencia en el mantenimiento de maquinaria pesada, lo que le ha permitido conocer bien las necesidades de sus clientes.
- Capacitación del personal: el personal tiene un buen conocimiento técnico en la reparación de equipos, lo que les ha permitido mantener un nivel adecuado de servicio en muchas ocasiones.

b) Oportunidades:

- Implementación de mantenimiento preventivo: al adoptar un enfoque preventivo, LA EMPRESA podría reducir los costos operativos y mejorar la disponibilidad de sus equipos, lo que aumentaría la competitividad en el mercado.
- Adopción de tecnologías de monitoreo remoto: incorporar sistemas de monitoreo remoto e IoT para prever fallas antes de que ocurran podría mejorar la eficiencia operativa y reducir el tiempo de inactividad.

c) Debilidades:

- Falta de un sistema de gestión integrado: la falta de un software de gestión y el uso de registros manuales generan ineficiencias operativas y dificultan el control de los costos y los tiempos de mantenimiento.
- Dependencia del mantenimiento correctivo: la estrategia de mantenimiento reactivo genera altos costos y tiempos de inactividad prolongados.

c) Amenazas:

- Competencia más avanzada tecnológicamente: organizaciones competidoras que utilizan mantenimiento predictivo y software de gestión integrado pueden atraer a los clientes de LA EMPRESA si no mejora sus procesos.
- Aumento de la presión regulatoria: nuevas normativas podrían aumentar los costos de operación, lo que afectaría la rentabilidad de LA EMPRESA si no se gestionan adecuadamente.

4.3 Según objetivo específico 2

Identificar las causas de los problemas encontrados en la gestión de mantenimiento.

Se encontraron los siguientes problemas dentro de la compañía bajo la herramienta de Ishikawa.

- Falta de un enfoque proactivo en el mantenimiento: la falta de mantenimiento preventivo genera que los equipos tengan una vida útil más corta y que la empresa incurra en gastos adicionales de reparación y reemplazo de piezas. Además, se reduce la disponibilidad de los equipos, afectando la productividad y la rentabilidad.
- Falta de un sistema de gestión eficiente: esto desvanece datos vitales, como el registro de mantenimiento de los equipos, complicando así la identificación de patrones

repetitivos de fallos y la toma de decisiones fundamentadas. Asimismo, incrementa la probabilidad de fallos humanos y complica la realización de análisis predictivos.

- Recursos humanos insuficientemente capacitados o actualizados: la carencia de formación adecuada puede provocar fallos en las intervenciones de mantenimiento y equivocaciones en la detección de fallos. Un reducido grupo de expertos también puede alargar la reacción ante fallos, prolongando así la ausencia.
- Control deficiente de inventarios y repuestos: la carencia de piezas o la deficiente gestión de inventarios pueden retrasar las reparaciones o incluso mermar la calidad del servicio, resultando en costos elevados y una prolongada ausencia de funcionamiento de los equipos.
- Costos elevados debido a la falta de un enfoque preventivo: los gastos operativos se disparan notablemente debido a los imprevistos de reparación, la sustitución de componentes dañados y la inutilidad de los dispositivos.

4.4 Según objetivo específico 3

Determinar cómo la instrucción y el adiestramiento del equipo técnico influyen en la eficacia en las reparaciones de los dispositivos.

- Administración de personal: además de realizar reparaciones y mantenimientos, la empresa también se encarga de proporcionar equipos como empleados, mecánicos, supervisores de tareas, administrador de maquinaria y personal idóneo para respaldar las áreas pertinentes. La logística, la contabilidad, el talento humano, entre otras áreas específicas.
- Reducción de tiempos de reparación: la constante actualización brinda a los técnicos una comprensión más profunda de las máquinas que reparan, los métodos adecuados para cada tipo de mantenimiento y las herramientas particulares. Los colaboradores más experimentados pueden detectar y solucionar problemas con mayor rapidez y eficiencia, disminuyendo así la latencia de los equipos.
- Prevención de daños adicionales: los expertos especializados pueden detectar indicios de fallos precoces o problemas que podrían agravar los equipos si no se solucionan a tiempo. Esto no solo optimiza las reparaciones, sino que también evita inconvenientes mayores que podrían desembocar en reparaciones costosas o la sustitución de dispositivos.
- Mejora en la calidad de las reparaciones: la instrucción técnica dota a los trabajadores de las destrezas esenciales para efectuar reparaciones de excelencia, asegurando así que

los dispositivos queden impecablemente restaurados y funcionen a la perfección. Esto reduce la posibilidad de fallos repetitivos causados por reparaciones deficientes.

4.4.1 Propuesta

Administrar el mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo y la distribución de recursos. Estas tres entidades serán sustentadas y entrelazadas con instrumentos de gestión de mantenimiento. Este sistema busca armonizar y elevar la excelencia en la gestión del mantenimiento. La optimización aceleraría las respuestas, salvaría los equipos y maximizaría el uso de recursos humanos y materiales.

4.4.1.1. Herramientas de gestión de mantenimiento

- a) Organigrama propuesto: mostraremos nuestro organigrama propuesto, este define más áreas que son fundamentales para nuestra gestión integral de mantenimiento.

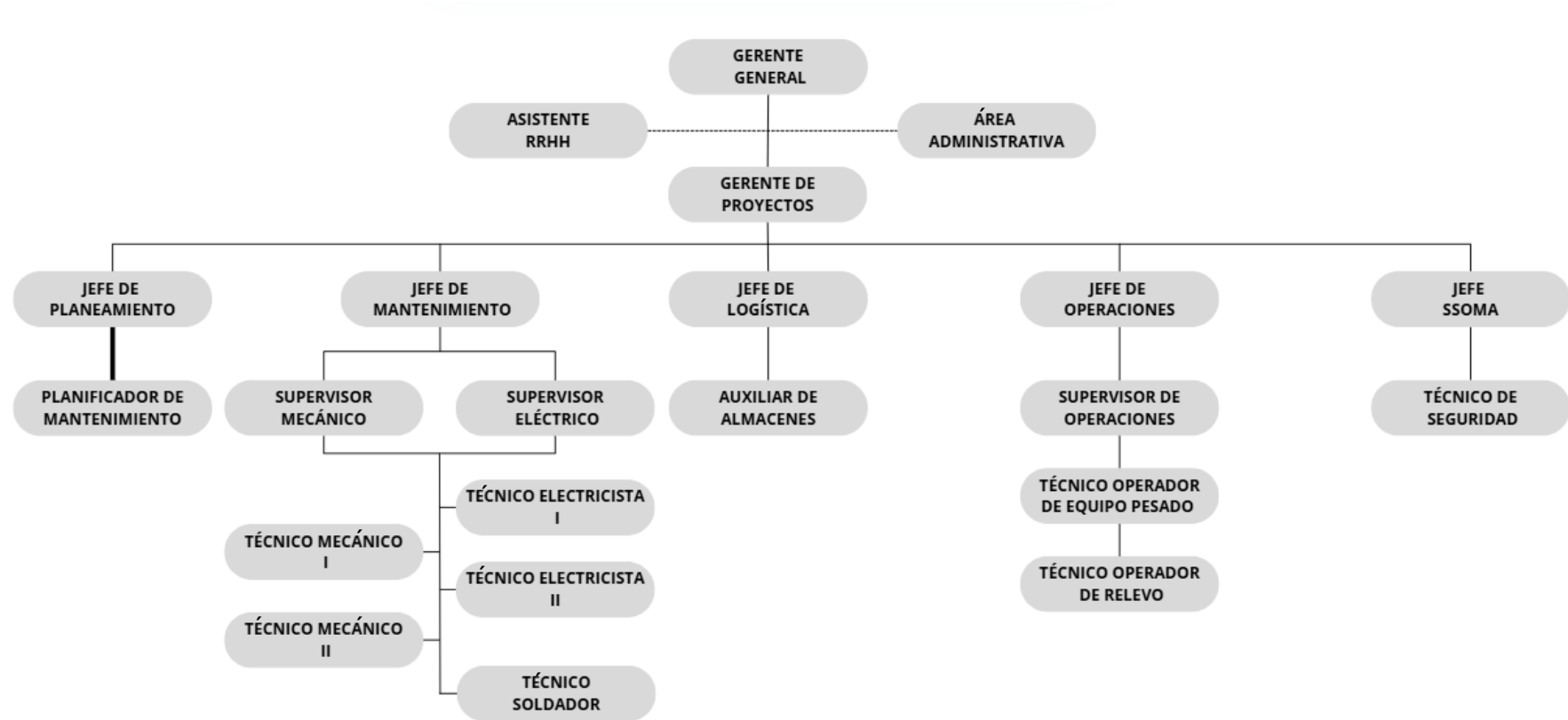


Figura 6. Propuesta de organigrama.

En nuestra propuesta, definimos: el ámbito operativo, el ámbito ecológico y de seguridad, el ámbito de preservación y el área de mantenimiento. Asimismo, se está erigir un almacén en la edificación, bajo la tutela del encargado del área de mantenimiento del departamento.

- b) Implementación del organigrama propuesto: para la puesta en marcha requeriremos la participación de todo el equipo de maquinaria.

Se identificaron 6 etapas para una implementación exitosa:

1. Formación del trabajador. mientras más eficiente sea la formación, menos repercutirán las nuevas relaciones entre el superior y el subordinado.
 2. Claridad en la transferencia de poder. la gestión delegará de manera explícita autoridad para llevar a cabo una tarea claramente establecida a un trabajador bien preparado.
 3. Transparencia de los planes. si se ha confiado la responsabilidad de realizarlos y el subordinado entiende lo que se anticipa, se requerirá menos supervisión.
 4. Aplicación de normas objetivas. el director de la división de máquinas tiene la responsabilidad de verificar, mediante observación personal, si los planes están siendo implementados.
 5. Métodos de expresión. es necesario formar a todos los trabajadores que tengan personal bajo su responsabilidad para que puedan transmitir sus ideas y instrucciones. Para ello, se requieren conversaciones de comunicación.
 6. Interacción personal requerida. uno de los beneficios del entorno de trabajo es que la interacción entre los empleados sea fluida y sin obstáculos. La compañía debe amalgamar esto con actividades de hermandad.
- c) Check List: los entornos laborales fluctúan, reflejando las destrezas de los operadores, el estado de la máquina, el entorno laboral o la mano de obra realizada. Si capturamos estos datos diariamente, podremos llevar a cabo un monitoreo más eficaz en nuestra gestión. Estos componentes, aunque poco explorados, desempeñan un papel crucial en la conservación y administración de las máquinas.
 - d) Objetivos de la implementación de check list: es crucial comprender los propósitos de esta implementación y, especialmente, que quienes participan en el proceso estén al tanto de cuál es la mejora con esta herramienta.

- e) Logros de la implementación: confiamos en que, al inspeccionar las máquinas a través del proceso de chequeo. Los operarios o los mecánicos desvelan las fallas ocultas que rara vez se revelan a simple vista.
- f) Predicción de fallas: una de las bondades de contar con este sistema fiscal. Es posible vigilar el deterioro de las piezas y prever futuras reparaciones o ajustes.
- g) Planificar mantenimiento: los cuidados preventivos se organizan conforme al reloj de las máquinas. Un check list se encarga de registrar la hora actual del reloj.
- h) Identificación de mejores proveedores: con el registro, podemos rastrear los repuestos empleados. Esto nos permite llevar a cabo un análisis económico de cada repuesto y descubrir los componentes más efectivos económicamente.
- i) Check list diario: los operarios la utilizarán diariamente al iniciar su labor. El supervisor de operaciones será el artífice de la digitalización de estos hallazgos, mientras que los mecánicos se dedicarán a desentrañar los datos para ofrecer un diagnóstico sobre el estado de los equipos.
- j) Diagrama de actividades del proceso de llenado del Check List diario: en la imagen se muestra una secuencia de tareas para completar el calendario diario. En esta travesía, participan tres individuos: los operadores, los supervisores y el jefe de mantenimiento.

4.4.1.2. Evaluación

Se realizó la evaluación a través de las siguientes herramientas:

- a) Diagrama de Ishikawa

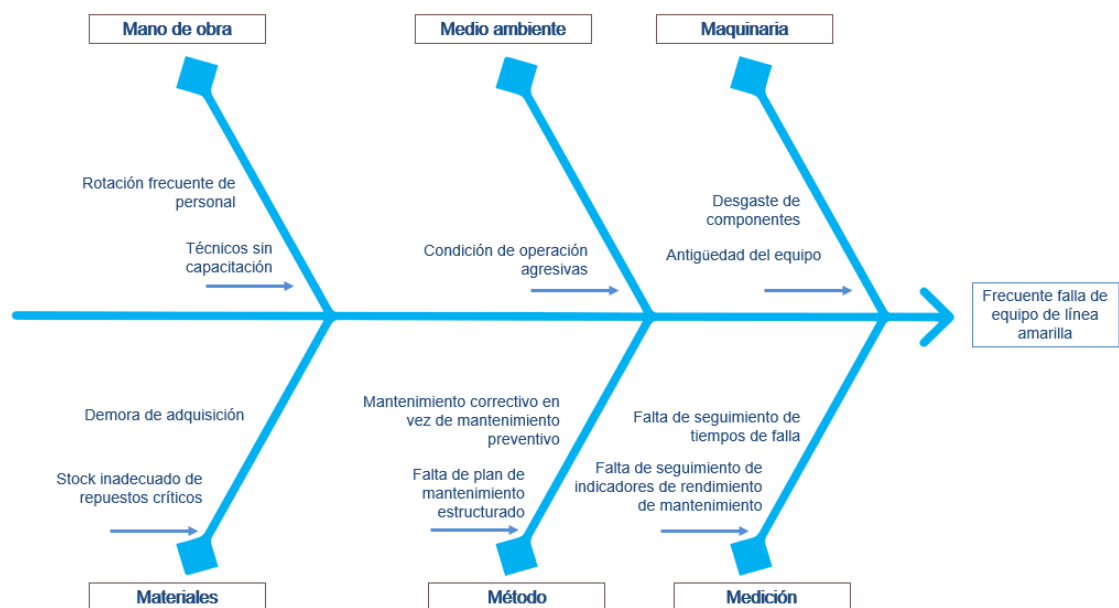


Figura 7. Ishikawa.

El diagrama de Ishikawa identifica seis categorías clave: máquina, método, mano de obra, medición, materiales y medio ambiente, cada categoría contiene causas específicas que contribuyen a las fallas de mantenimiento.

b) Diagrama de Pareto

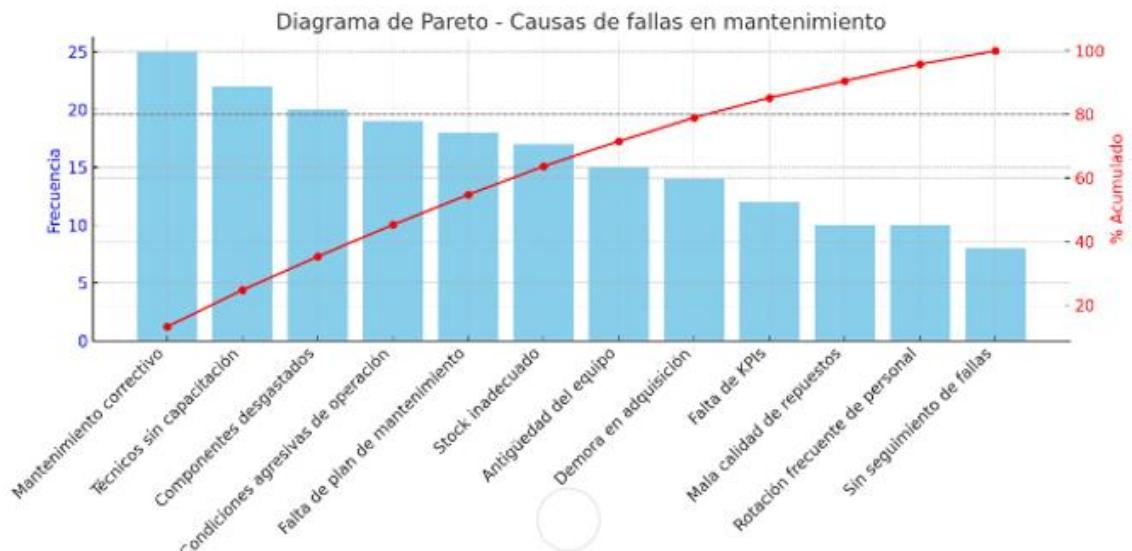


Figura 8. Pareto.

El análisis de Pareto muestra que pocas causas concentran la mayoría de los problemas, el mantenimiento correctivo y la falta de capacitación representan el mayor impacto, priorizar estas causas puede reducir significativamente las fallas.

c) Análisis de regresión

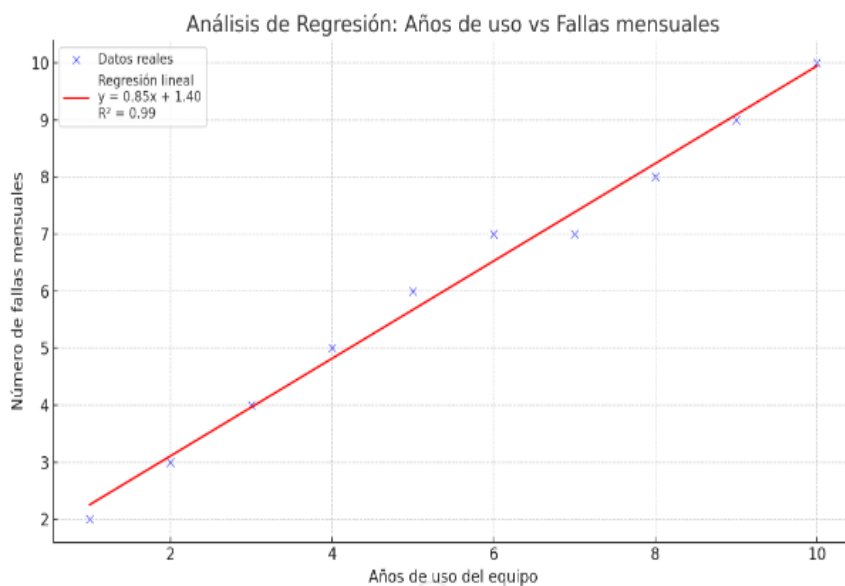


Figura 9. Análisis de regresión.

Ecuación de la recta: $y = 0.96x + 1.27$

Coefficiente de determinación (R^2): 0.98

Existe una fuerte correlación positiva entre la antigüedad de los equipos y la frecuencia de fallas, esto sugiere que, a mayor tiempo de uso, mayor es la probabilidad de que ocurran fallas, justificando la necesidad de reforzar el mantenimiento preventivo en equipos más antiguos.

d) Diagrama de barras

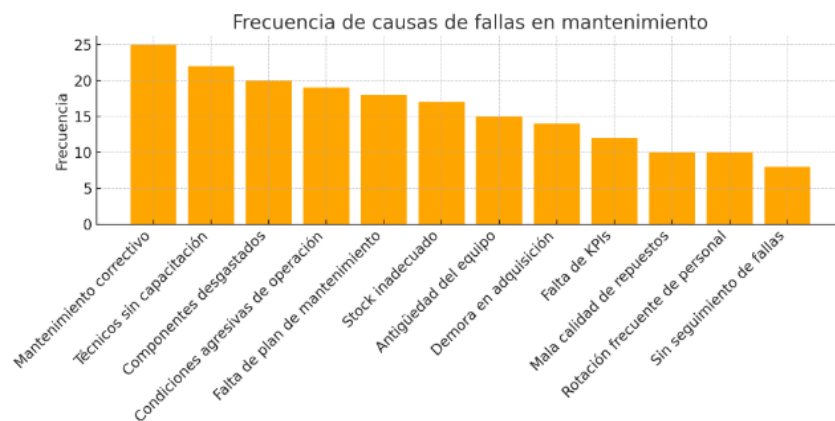


Figura 10. Gráfico de barras.

El gráfico de barras muestra que las causas más frecuentes de fallas en el mantenimiento son el mantenimiento correctivo, técnicos sin capacitación y condiciones agresivas de operación, estas áreas deben priorizarse en el plan de mejora, el gráfico facilita una rápida comparación

e) Diagrama de líneas

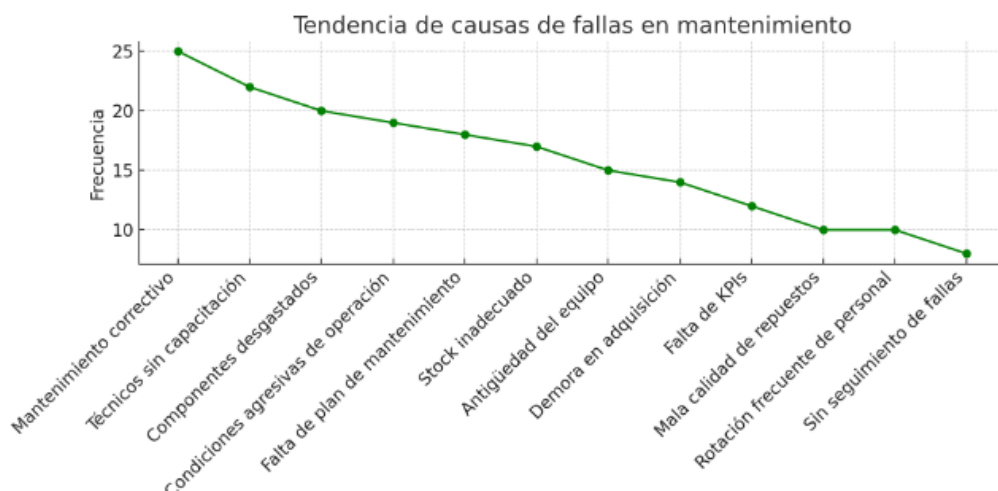


Figura 11. Gráfico de líneas.

El gráfico de líneas muestra la tendencia ascendente en la frecuencia de causas de fallas, se observa una progresión clara en ciertos puntos críticos como el mantenimiento correctivo y falta de capacitación, es útil para visualizar la evolución o impacto acumulado de las causas.

4.4.1.3. Flujo grama del proceso de Check List diario

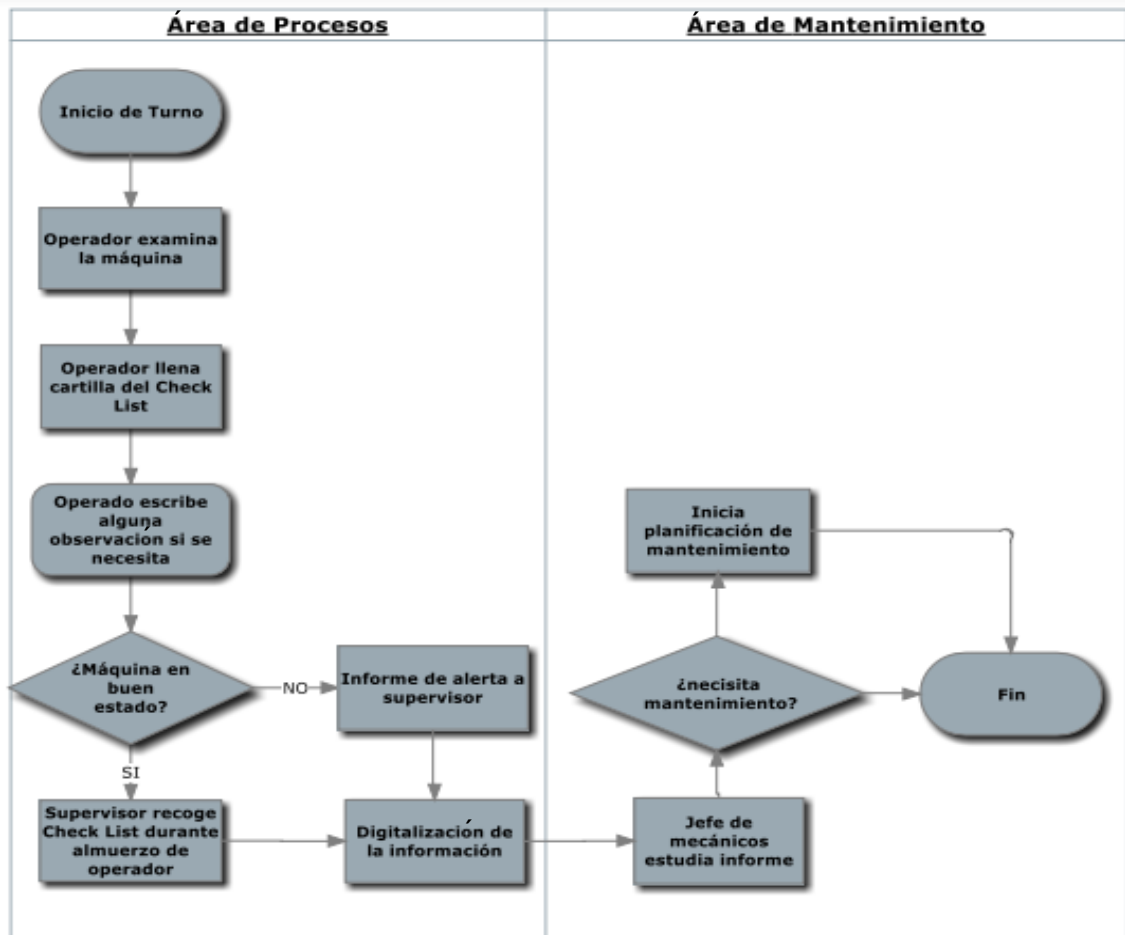


Figura 12. Flujo grama del proceso de Check List diario.

Con el diagrama sugerido, los participantes serán maestros del procedimiento.

- a) Propuesta de Check List diario: En la imagen se despliega una lista de control para el cuidado cotidiano. Es crucial que este formulario sea accesible, pues los operadores no deben invertir más de tres minutos en completarlo y 15 minutos en completar el proceso completo.

Registro de Máquina			
Operador:		Fecha:	
Nro Máquina:		Turno:	
Horómetro Inicio			
Horómetro Fin			
Tipo de trabajo			
Tipo de trabajo:	Excavación	Demolición	Movimiento
Descripción:			
Inspección Máquina			
Supervisión	Eléctrico	Mecánico	Controles
	Electrónica	Hidráulica	Otros
Observación			
Detección de falla			
Localización de falla	Eléctrico	Mecánico	Controles
	Electrónica	Hidráulica	Otros
Observación			

Figura 13. *Registro de un Check List para mantenimiento rápido.*

Deberá completarse al inicio de cada jornada. Este documento incluirá puntos clave como: las horas de trabajo, el operador responsable, el trabajo realizado y las posibles fallas en alguno de los sistemas.

- b) Check list en mantenimiento: se empleará al concluir las revisiones preventivas. El equipo de asistencia completará esta tabla.

Se anticipa que se descubrirán y documentarán los enigmas internos de la máquina, los cuales, por su intrincada naturaleza, resultan invisibles para los operadores. El escrutinio minucioso de esta ficha es llevado a cabo por los expertos mecánicos.

- c) Diagrama de actividades del proceso de llenado del Check List de mantenimiento: Se despliega una secuencia metódica para emplear el check list en el ámbito del mantenimiento

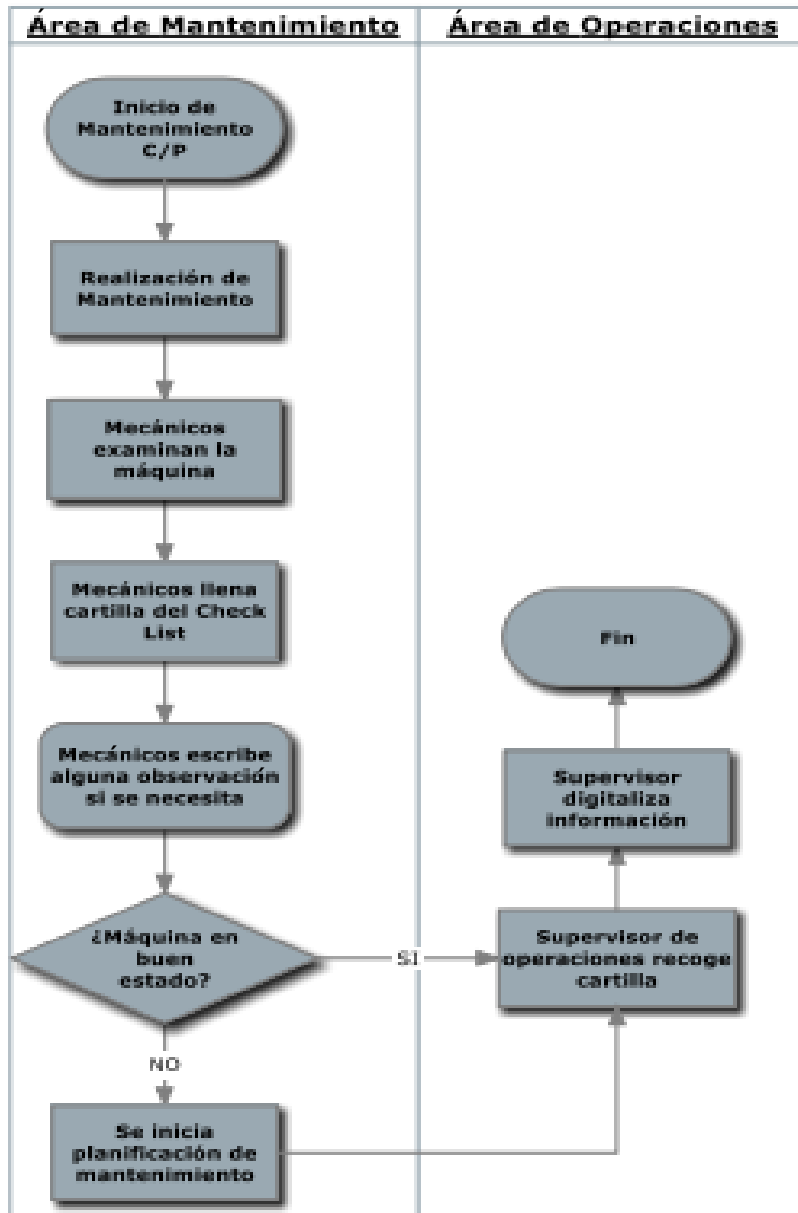


Figura 14. *Flujo grama del proceso de Check List mantenimiento.*

Se anticipa que, con el diagrama sugerido, los participantes tendrán una comprensión completa del proceso, desde el principio hasta el diseño.

- d) Propuesta de Check List Mantenimiento: Se despliega una lista de verificaciones para el departamento de mantenimiento. Este listado debe ser más minucioso y preciso. La máquina será inspeccionada minuciosamente por los expertos mecánicos. La duración de este procedimiento será indefinida.

Registro de Máquina					
Mecánico:		Fecha:		Horómetro:	
Nro Máquina:		Turno:			
Mantenimiento Preventivo					
Pieza de Mant.	Reemplazo	Lubricación	Calibración	Limpieza	Otros
1. AAAA	X				
Observación:					
2. BBBB		X		X	
Observación:					
3. CCCC			X		
Observación:					
4.					
Observación:					
5.					
Observación:					
Mantenimiento Predictivo Zona Amarilla					
Pieza de Mant.	Reemplazo	Buen estado	Observación		
1. AAAA		X	SSSSSS		
Pieza de Mant.	Reemplazo	Buen estado	Observación		
2. BBBB		X	LLLLLL		
Pieza de Mant.	Reemplazo	Buen estado	Observación		
3. CCCC		X	ZZZZZ		
Pieza de Mant.	Reemplazo	Buen estado	Observación		
Mantenimiento Predictivo Zona Roja					
Pieza de Mant.	Reemplazo	Buen estado	Observación		
1. AAAA	X				
Pieza de Mant.	Reemplazo	Buen estado	Observación		
2. BBBB		X	LLLLLL		
Pieza de Mant.	Reemplazo	Buen estado	Observación		
3. CCCC	X				
Pieza de Mant.	Reemplazo	Buen estado	Observación		

Figura 15. Registro de un Check List para mantenimiento preventivos.

Historial de máquinas: esencial para la administración de mantenimiento la creación de un registro de todos los incidentes que se han producido en las máquinas. Este historial nos permitirá retroalimentar nuestros procesos, facilitando así una mejora continua.

Objetivos: el propósito primordial de la creación de un historial radica en la administración de información relevante en el campo de las máquinas. La documentación exhaustiva de todos los eventos permitirá una gestión eficaz de la información. La organización tendrá la oportunidad de familiarizarse con los eventos ocurridos (fallas, reparaciones, calidad de los repuestos/insumos, operadores, entre otros), lo que permitirá una respuesta más eficaz y rápida ante cualquier contingencia potencial.

4.4.1.4. Logros de la implementación

Historial de reparaciones: Es crucial conocer la forma en que la máquina ha estado fallando y las causas de esas averías. Cada máquina tendrá su propio historial, en el cual se detallará cuándo, cómo y por qué fue reparada. Se espera que, al contar con antecedentes de fallas similares, las reparaciones en los mantenimientos correctivos se conviertan en un proceso rutinario.

- a) Historial de repuestos/insumos: en consecuencia, todas las adquisiciones serán documentadas. Los equipos emplean siempre los mismos componentes de repuesto; Sin embargo, en el mercado se encuentra una diversidad considerable de alternativas. La distinción entre estas frecuentemente se caracteriza por factores como la calidad y el precio. Este historial permitirá identificar, mediante la experiencia de uso, los repuestos de mayor eficiencia económica. Esta información se anticipa que permitirá a la organización tomar decisiones más acertadas en la selección de sus proveedores.
- b) Historial de operadores: todas las máquinas están operadas por operadores designados que desempeñan sus funciones en horarios preestablecidos. Mediante un historial, se podrán discernir las competencias y limitaciones de cada trabajador en relación con sus respectivas tareas. Se anticipa que, mediante esta implementación, seremos capaces de evaluar y definir con precisión las capacidades de los operadores, facilitando así su desarrollo mediante programas de formación tanto internos como externos.
- c) Historial de operaciones: Los equipos asignados a los frentes llevan a cabo diversas actividades u operan sobre diversos tipos de suelos. Mediante un historial laboral, será posible discernir cuáles actividades resultan más beneficiosas o más agotadoras para los equipos. Esta información permitirá a la organización una preparación más eficaz para abordar las tareas más desafiantes que se requieran ejecutar.
- d) Implementación del historial de máquina: para la implementación de la mano de obra con el historial de máquinas, hemos elaborado un esquema que representa el circuito de dicha actividad.

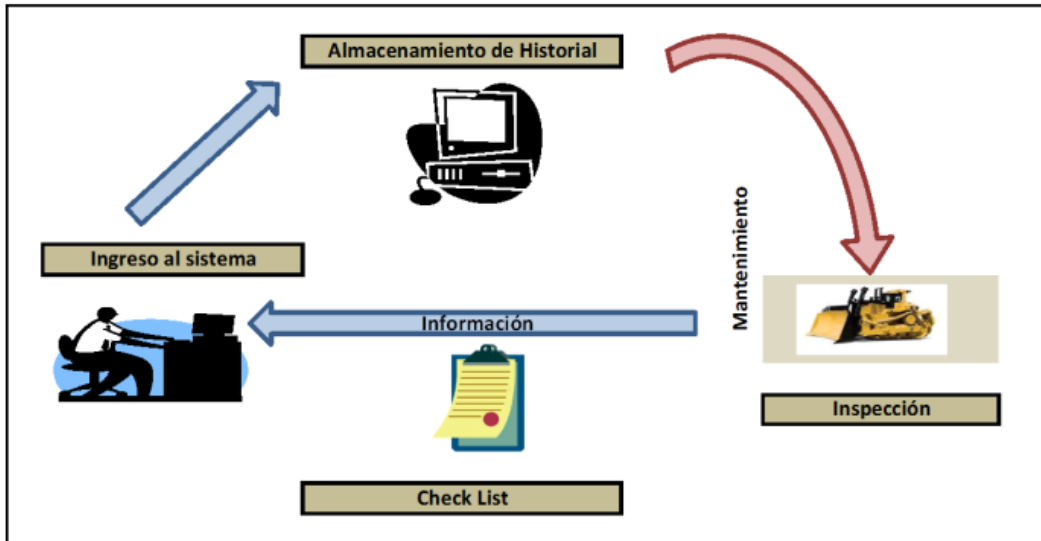


Figura 16. *Actividades en la construcción del historial de fallas.*

En la figura anterior, se puede apreciar cómo se maximiza el mantenimiento implementando un sistema de retroalimentación, implementando un check list y, luego, revisando el registro de fallos.

- e) Sistema de información para mantenimiento: Para llevar a cabo un mantenimiento holístico, la computadora y el software de gestión del mantenimiento son pilares esenciales. Ambos serán esenciales para que el departamento de mantenimiento pueda realizar su trabajo con eficiencia.

Con esta implementación, se fusionará el mantenimiento con otros procesos esenciales, tales como la planificación.

- f) Implementación de software: Para poner en marcha un software, primero debemos determinar el proyecto en cuestión. Este programa demanda un capital de S/.4,000.00 y brinda una plataforma especializada en la administración del mantenimiento. Hemos considerado factible obtener la licencia del software FacilitiesDesk. En esta plataforma, los datos recolectados en operaciones, mantenimiento y logística serán archivados.

El software debe ser instalado por expertos especializados. Se incorporará un equipo provisional por un lapso de seis meses. Este equipo contará con la sinergia de toda la compañía, a incluir tanto al equipo administrativo como al operativo. Su misión será trazar los procedimientos e instruir a toda la compañía en el manejo y puesta en marcha del software.

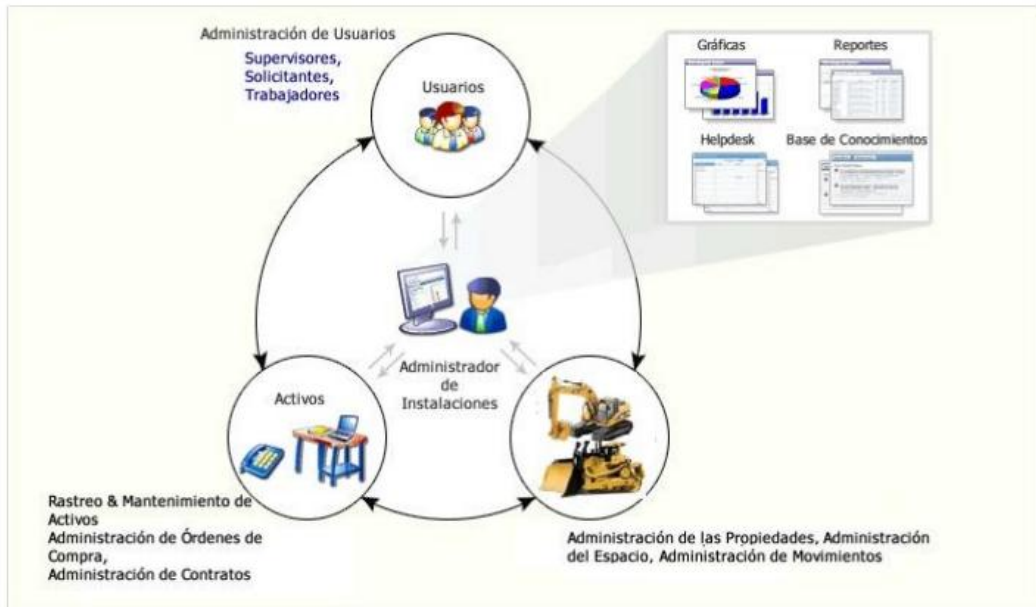


Figura 17. Esquema de implementación y ventajas de un software de mantenimiento.

g) Gestión de mantenimiento correctivo: Es una piedra angular en la administración del mantenimiento. A pesar de ser el más antiguo, ha sido paulatinamente sustituido por innovadoras técnicas y tecnologías. Aunque se intenta erradicar las reparaciones causadas por fallos, ninguna compañía puede funcionar con la premisa de que jamás se presentará una falla mecánica. Al comenzar una administración de mantenimiento, es crucial crear un mecanismo que pueda enfrentar y resolver posibles errores.

h) Asignación de prioridades:

Son obstáculos en el arte del mantenimiento. Por esta razón, resulta vital discernir qué defectos requieren atención inmediata y cuáles pueden ser archivados para su solución futura.

En ese sentido, resulta crucial definir escalas de prioridad para cada anomalía detectada. Para llevar a cabo estas asignaciones, es crucial considerar lo siguiente: ¿Cuáles son las repercusiones de la demora en la reparación? ¿Qué impacto tiene la avería en el funcionamiento de la máquina? ¿Qué sucede si no se soluciona el inconveniente? ¿Cuánto tiempo se calcula antes de que una falla o un pronóstico de falla desencadene una situación más grave?

Como propuesta tenemos que las fallas serán separadas en cuatro niveles, y están definidas a continuación:

- Nivel 1: Reparaciones urgentes. Desastre total o amenaza de seguridad, donde la avería desactiva completamente la máquina. Es imperativo reparar de inmediato para prevenir futuros extravíos.
- Nivel 2: Reparaciones importantes. Desgaste parcial del aparato. Entre los efectos inmediatos destacan un deterioro acelerado del equipo, problemas para su funcionamiento y la imposibilidad de funcionar en las horas habituales.
- Nivel 3: Reparaciones para programar. Desperfectos que no causan complicaciones instantáneas, pero que podrían escalar a una falla de "Nivel 1" o "Nivel 2" si no se abordan oportunamente.
- Nivel 4: Reparación pendiente a parada. Desperfectos que no perturban el funcionamiento ni provocan peligros. Generalmente, se trata de un cuidado meticuloso destinado a reemplazar componentes por deterioro. Estas reparaciones se orquestan con precisión milimétrica.

Es imposible categorizar todas las imperfecciones en nuestros niveles, pues las máquinas pueden exhibir un caleidoscopio de fallos, cada uno con su propio grado de severidad. La magnitud de la anomalía de "escape de aceite" variará según la cantidad de aceite que la máquina esté liberando. Así, se pueden atribuir diversas escalas a una misma anomalía, dependiendo de su repercusión y severidad.

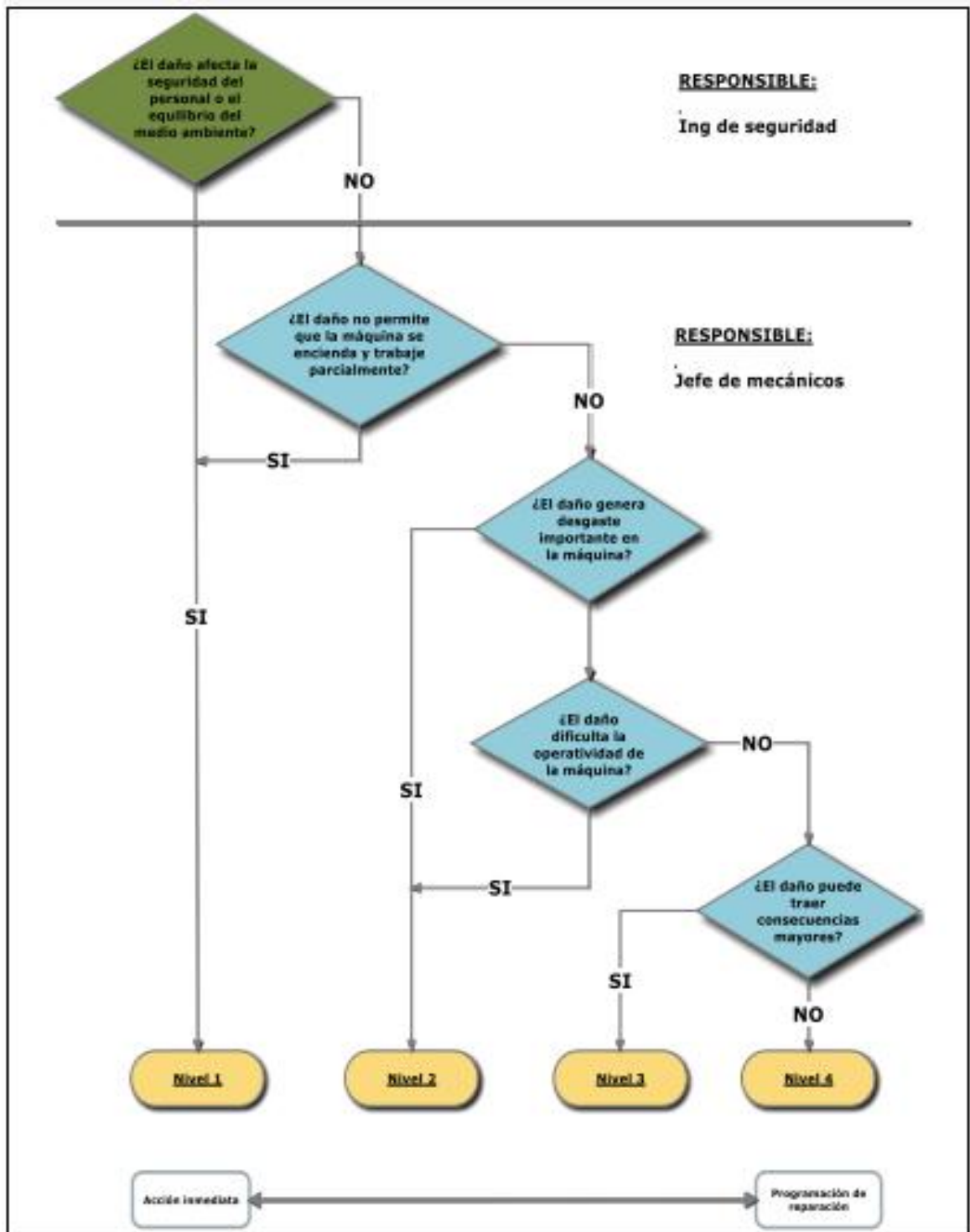


Figura 18. Diagrama de flujo para la asignación de prioridades.

Este esquema es la única brújula que ilumina a quienes deben asignar los niveles de prioridad. Es crucial que los encargados sean exactos y que este proceso se lleve a cabo con rapidez y eficiencia.

4.4.1.5. Procesos del mantenimiento correctivo

Sigue un camino, aunque jamás ha sido delineado con precisión. Uno de los desafíos de esta falta de planificación es que, a menudo, los pasos se repiten, las instrucciones se pierden en algún rincón del proceso o, por último, los encargados del mantenimiento correctivo no encuentran la solución adecuada.

Para iniciar el proceso de mantenimiento correctivo, es crucial delinear subprocesos que nos faciliten la optimización y la visualización nítida de cada acción implicada.

a) Subprocesos del mantenimiento correctivo

- Identificación de la falla.

La detección de errores se inicia en la elaboración del diario de revisión. El operador tiene la oportunidad de inspeccionar tanto el estado externo como el interno de la máquina. Si observa alguna anomalía, debe notificar al supervisor de operaciones de inmediato.

Descubrimiento del fallo durante el cuidado. Una de las tareas esenciales del mantenimiento es asistir en la detección de fallos o posibles errores mientras se realiza la labor. Si el especialista en mantenimiento descubre un fallo, deberá notificarlo al jefe de operaciones. Para lograrlo, los ingenieros mecánicos deben elaborar un inventario especializado.

Los operadores tienen la potestad de frenar en cualquier instante si creen que la máquina no responde adecuadamente. Podrán emplear el cerebro digital de la máquina para desentrañar el misterio de la falla. Si detectan un inconveniente, deberán notificar al supervisor de operaciones y parar sus actividades hasta que se solucione el problema.

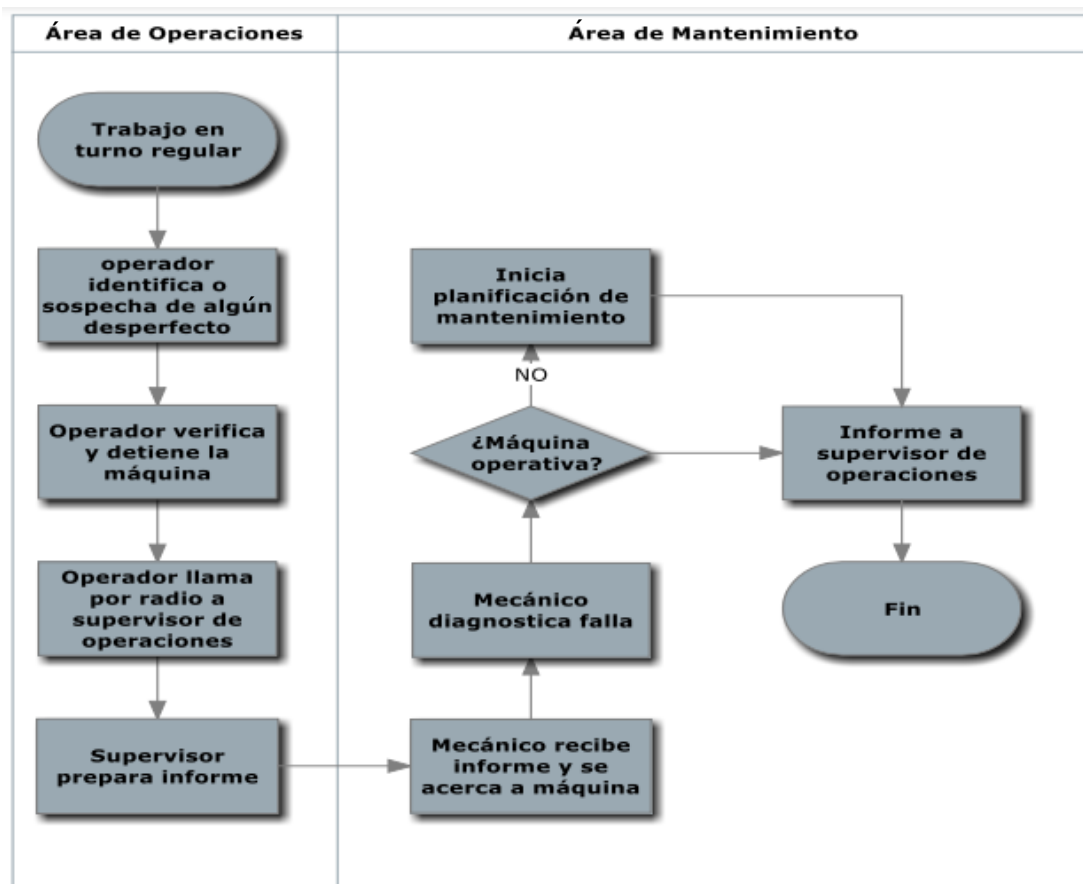


Figura 19. Flujo grama para detener una máquina en proceso.

El operador, el supervisor y el jefe de mecánico son los protagonistas de este viaje. Al percibir una anomalía, el operador la comunica al supervisor, quien, si es necesario, orquesta la acción de los mecánicos para resolver el inconveniente.

- Abastecimientos de repuestos

El departamento de logística se encarga de garantizar la disponibilidad de repuestos. El procedimiento abarca el aprovisionamiento y registro de todos los materiales y repuestos que la compañía ofrece a sus diversas áreas de acción.

El área de logística recibe la solicitud y la procesa. Primero, verifique si el recambio o el insumo está en existencia, ya sea en la planta o en Lima, y si no lo está, envíe una solicitud de compra a los proveedores. El departamento de logística contará con una caja diminuta para piezas económicas. Para adquisiciones de mayor cantidad, será necesario crear una solicitud que será aprobada por la gerencia antes de proceder con la adquisición.

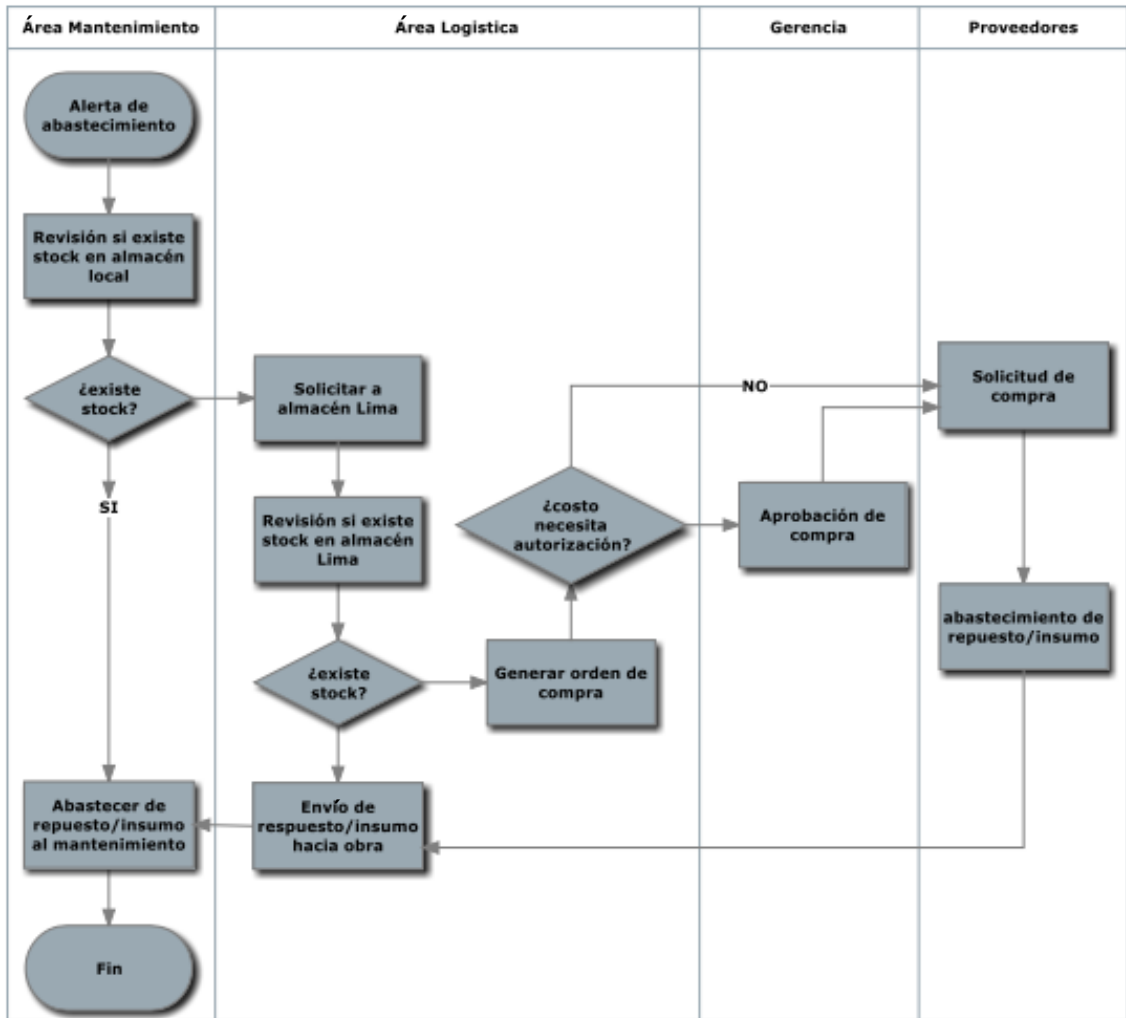


Figura 20. Flujo grama de abastecimiento de repuestos e insumos.

Propuesta del proceso general de un mantenimiento correctivo: Para concluir, en la imagen se definirá el procedimiento completo de un mantenimiento correctivo.

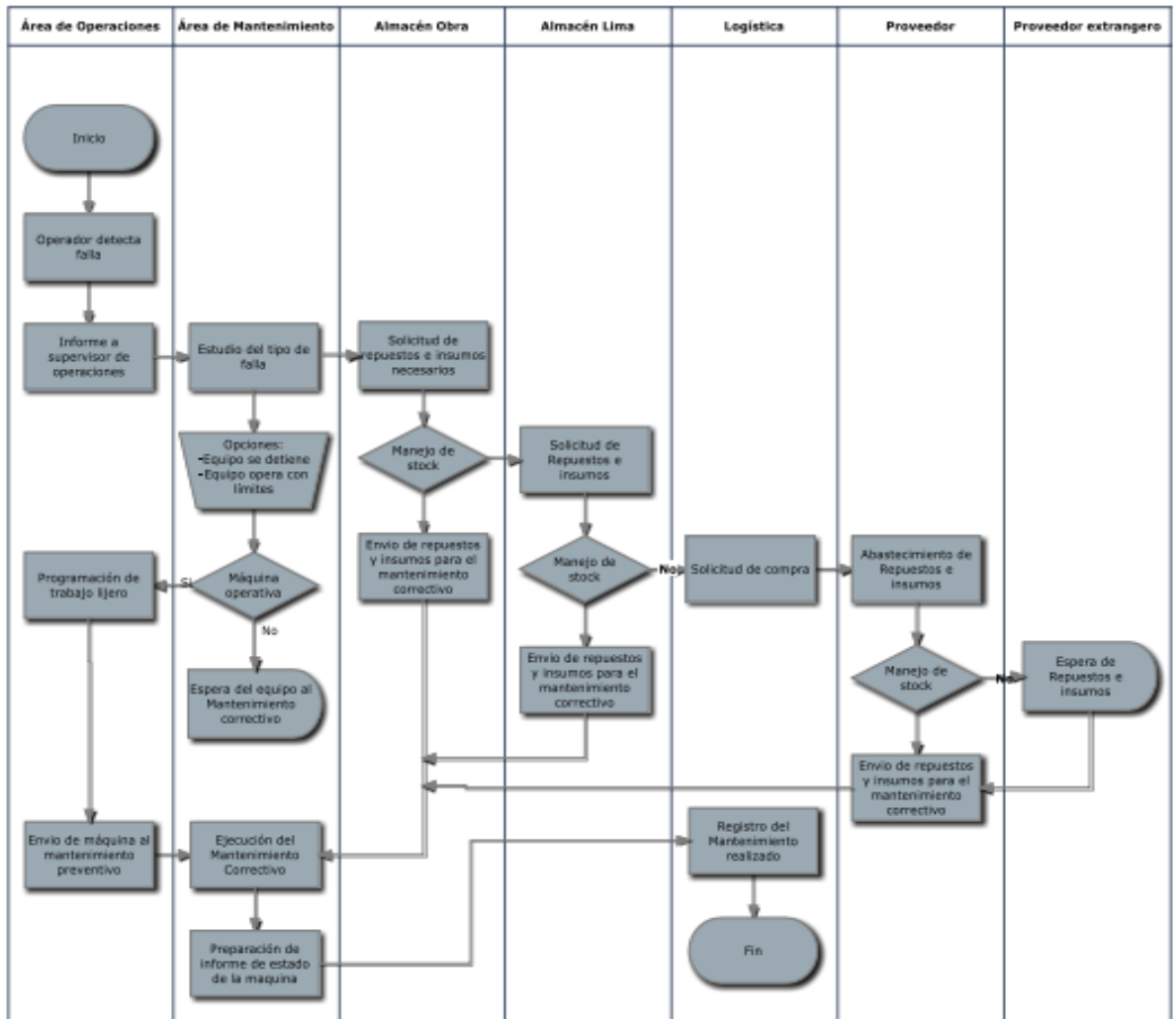


Figura 21. Flujo Grama para el procedimiento de mantenimiento correctivo.

Descripción: El procedimiento comienza al detectar el operario logístico una anomalía en la máquina. El operador alerta al supervisor de operaciones sobre los inconvenientes y, a su vez, al asistente de mantenimiento sobre la naturaleza de la anomalía. Sin embargo, si la anomalía no impide que la máquina funcione, se planifica una tarea modesta y se destina a un mantenimiento preventivo. Si la avería bloquea la máquina, el técnico solicita las piezas y materiales necesarios al almacén de la obra. El responsable del almacén de obras inspeccionando el inventario de piezas. Si los repuestos están disponibles, los envía al departamento de mantenimiento; Si no, pídelos al almacén de Lima. El responsable del almacén de Lima inspeccionando su inventario. Si posee repuestos, los envía al departamento de mantenimiento para su reparación correctiva; de lo contrario, solicita al especialista en logística la adquisición del repuesto. El proveedor verifica la disponibilidad del recambio. Si lo posee, lo envía al almacén de la obra; si no lo tiene, pide el reemplazo al proveedor foráneo. Al arribar el repuesto al área de mantenimiento, se lleva a cabo el cuidado preventivo de la máquina.

Finalmente, se elabora un informe detallado sobre el estado de la máquina y se documenta el cuidado llevado a cabo.

Gestión de mantenimiento preventivo: En este instrumento, encontramos dos procesos esenciales. Se fundamenta en la planificación de actividades conforme a los lineamientos de los manuales de mantenimiento, donde se incluyen tanto las especificaciones técnicas como las sugerencias de los ingenieros diseñadores del equipo. El segundo método se dedica al análisis del pasado y la interpretación estadística de una posible anomalía. Este tipo de mantenimiento anticipa los fallos mediante inspecciones regulares y precisas, llevadas a cabo con herramientas especializadas, permitiendo así realizar reparaciones antes de que la falla se manifieste.

Plan de mantenimiento preventivo: El manual de las máquinas detalla minuciosamente el plan de mantenimiento preventivo. La vigilancia de los mantenimientos se lleva a cabo conforme a las horas de funcionamiento acumuladas por la máquina. Procedimientos imprescindibles para asegurar que el equipo funcione impecablemente.

El propósito primordial del mantenimiento preventivo es preservar el equipo, garantizando su estado impecable y una eficiencia aceptable. Una de las bondades de este tipo de mantenimiento radica en su capacidad para detectar fallos desde el principio. A través del "Catálogo de mantenimiento", los mecánicos podrán avisar sobre cualquier anomalía no detectada durante las maniobras.

En la Tabla siguiente, se especifican las actividades a realizarse en intervalos de horas de operación.

Tabla 2. Especificaciones técnicas para mantenimientos.

	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
CADA 10	Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Comprobar
	Nivel de aceite del motor	Comprobar
	Separador de agua del sistema de combustible	Drenar
	Agua y sedimentos del tanque de combustible	Drenar
	Nivel de aceite del sistema hidráulico	Comprobar
	Indicadores y medidores	Probar
	Cinturón de seguridad	Inspeccionar
	Ajuste de la cadena	Inspeccionar
	Alarma de desplazamiento	Comprobar
	Tren de rodaje	Comprobar
	Varillaje del cucharón	Lubricar
CADA 50	Acoplador Rápido	Lubricar
	Varillaje de la pluma y del brazo	Lubricar
CADA 250	Muestra de refrigerante el sistema de enfriamiento (Nivel 1)	Obtener
	Muestra de aceite del motor	Obtener
	Muestra de aceite de los mandos finales	Obtener
	Correa-Inspeccionar/Ajuste/Reemplazar	Inspeccionar/Ajuste/Reemplazar
	Condensador (del refrigerante)	Limpiar
	Nivel de aceite de los mandos finales	Comprobar
	Cojines de la rotación	Lubricar
	Nivel del aceite del mando de la rotación	Comprobar
	Filtro de aceite del sistema hidráulico (caja de drenaje)	Reemplazar
	Filtro de aceite del sistema hidráulico (piloto)	Reemplazar
Filtro de aceite del sistema hidráulico (remoto)	Reemplazar	
CADA 500	Muestra de aceite del sistema hidráulico	Obtener
	Muestra de aceite del mando de rotación	Obtener
	Varillaje de la pluma y del brazo	Lubricar
	Respiradero del cárter	Limpiar
	Aceite y filtro del motor	Cambiar
	Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)	Reemplazar
	Filtro secundario del sistema de combustible	Reemplazar
	Tapa de colador del tanque de combustible	Limpiar
CADA 600	Aceite del sistema hidráulico	Cambiar
CADA 1000	Batería	Limpiar
	Sujetador de batería	Apretar
	Juego de válvulas del motor	Comprobar
	Nivel de aceite de mandos finales	Comprobar
	Aceite del mando de la rotación	Cambiar
	Aceite del sistema hidráulico	Cambiar
CADA 2000	Aceite de los mandos finales	Cambiar
	Rejilla del tanque hidráulico	Limpiar
	Receptor-secador (refrigerante)	Reemplazar
	Cada año muestra del sistema de enfriamiento (Nivel 2)	Obtener
CADA 6000	Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento	Añadir
CADA 12000	Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	Cambiar

Como se puede apreciar, el manual sugiere que la máquina reciba un cuidado diario para tareas simples como lubricaciones, inspecciones, ajustes y otros procedimientos esenciales. En el transcurso de 250 horas de funcionamiento, surgen mantenimientos que demandan repuestos y técnicos especializados, lo que demanda mecánicos especializados para ejecutar estos trabajos.

Por motivos antes mencionados, los mantenimientos de 10 y 50 horas serán llevados a cabo por los mismos operadores y se realizarán durante las jornadas de cambio de turno. En contraste, cada 250 horas se establecerá un plan detallado que involucrará de manera sincronizada a las áreas de Mantenimiento y Logística.

Área de Logística: su responsabilidad es asegurarse de que los repuestos e insumos estén disponibles en el almacén local en el momento en que se programe el mantenimiento.

Área de Mantenimiento: su tarea consiste en la programación y ejecución del mantenimiento preventivo.

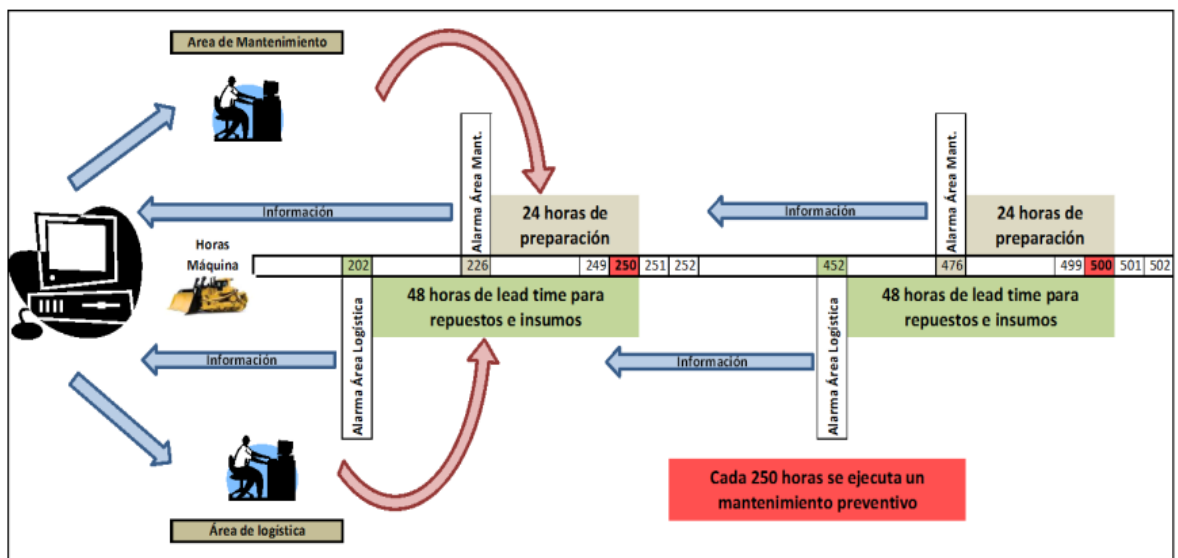


Figura 22. Esquema de mantenimiento preventivo.

b) Proceso de mantenimiento preventivo

Es fundamental definir el proceso de manera clara para evitar dudas entre los participantes. De no hacerlo, se corre el riesgo de generar reprocesos, confusión en las actividades, pérdida de información, entre otros problemas.

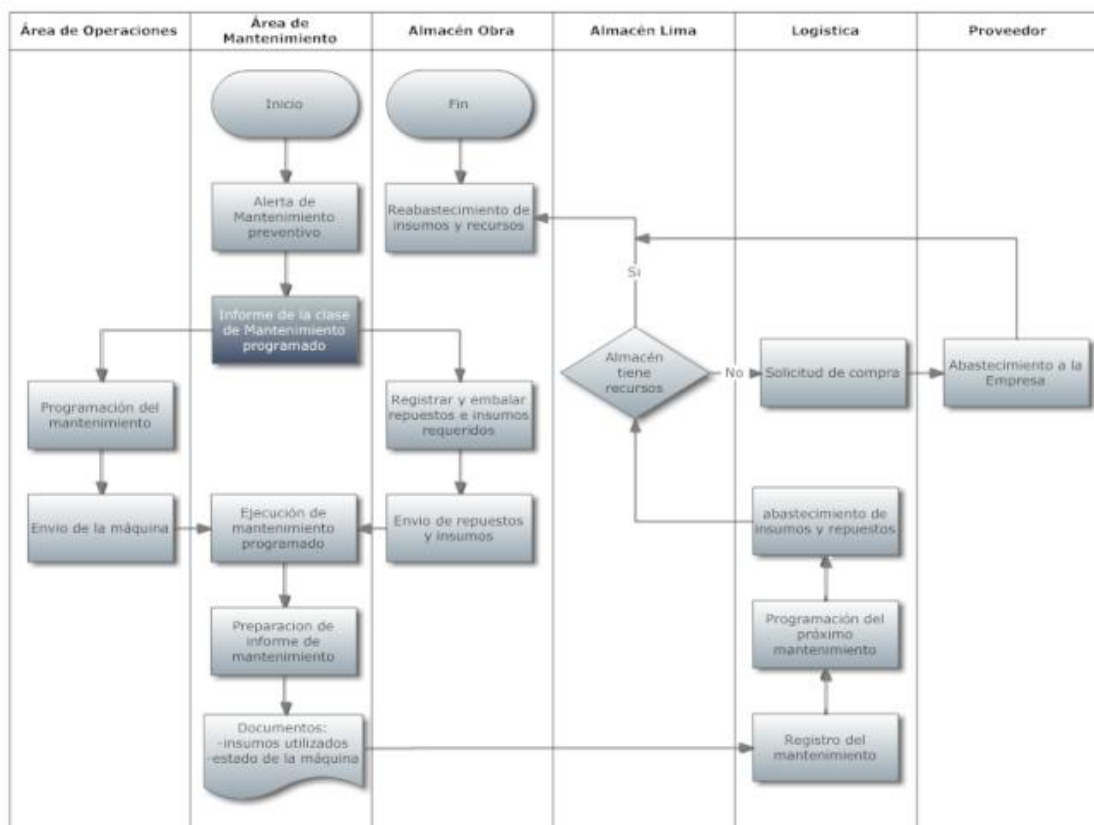


Figura 23. Flujo grama del proceso de mantenimiento preventivo.

- Herramientas para realización de mantenimiento preventivo
 - Termómetro laser: Explorar mediante el uso de un láser las variaciones térmicas habituales entre los motores de los dispositivos. Estas disparidades son los primeros indicios de que algo no está funcionando adecuadamente.
 - Medidor vibratorio laser: Se realizará un seguimiento constante (mantenimientos preventivos) de elementos y componentes cruciales con el objetivo de documentar la evolución de su comportamiento, evaluar su confiabilidad e identificar su propensión al desgaste. Así se planifican intervenciones.
- Gestión de abastecimiento de recursos

Selección de insumos/artículos: Esta disertación examinará la demanda de repuestos e insumos para el año 2024 para todos los equipos categorizados como maquinaria pesada. Para la realización de esta investigación, se empleó la base de datos de todos los pedidos y adquisiciones que llegaron al departamento de logística durante el año en cuestión.

La Tabla siguiente evidencia que el 80% del gasto total se compone de 31 componentes de repuestos o insumos. A lo largo del año 2024, se emplearon 130 variedades distintas de repuestos o insumos, generando un gasto total de S/.51,220.00.

Tabla 3. Repuestos de mayor porcentaje en valor monetario para el año 2024.

REPUESTO	Total general	%	% Acumulado	
1	SIDECUTTER R 256-8690	14.22986	10%	10%
2	ELEMENT AS	12.91826	9%	18%
3	TIP PENE PLU	7.64157	5%	23%
4	CATDEO 15W405CG14	7.13429	5%	28%
5	INJECTOR GP- (293-4072)	7.04243	5%	33%
6	FILTER AS	5.76425	4%	37%
7	MOBIL TRANS HD30 CILINDRO	5.04011	3%	40%
8	MOBIL DELVAC MX 15W40	4.47974	3%	43%
9	CAT HYDO ADV 10W55	4.26435	3%	46%
10	HOSE AS	4.194	3%	49%
11	FILTER AS-LU	4.09636	3%	52%
12	ELEMENT	3.88004	3%	54%
13	MOBIL DELVAC MX 15W40 CILINDRO 208	3.76314	3%	57%
14	CAT HYDO AD10W 5G	3.28992	2%	59%
15	ADAPTER TIP	2.58491	2%	61%
16	FILTER A-FUE RADIOTRANSMISOR MOVIL VH 45WATTS	2.21352	1%	62%
17	16 CAN	2.16602	1%	64%
18	RETAINER GET	2.08016	1%	65%
19	CATDEO 15W4055GCI4	2.03819	1%	67%
20	MOBILTRANS HD 10W (CIL)	2.01357	1%	68%
21	VALVE AS-ETH	1.91198	1%	69%
22	MOBIL TRANS HD 10W CILINDRO	1.83053	1%	71%
23	FILTER	1.78059	1%	72%
24	HOSE A	1.76977	1%	73%
25	TIP TIPPER	1.7336	1%	74%
26	MOBIL DELVAC MX 15W40 CILINDRO	1.67998	1%	75%
27	CAT ELC	1.64034	1%	76%
28	FILTER A FUE RADIOTRANSMISOR VHF 5 WATTS	1.56583	1%	77%
29	MOTOROLA E RADIOTRANSMISOR VHF MOVIL	1.482	1%	78%
30	MOTOROLA EM	1.482	1%	79%
31	FILTER A OIL	1.28284	1%	80%






REPUESTO										
	Excavadora 01		Excavadora 02		Excavadora 03		Tractor 01		Tractor 02	
	Costo US\$	Cantidad	Costo US\$	Cantidad	Costo US\$	Cantidad	Costo US\$	Cantidad	Costo US\$	Cantidad
SIDECUTTER R 256-8690		0	\$14.230	1		0		0		0
ELEMENT AS	\$1.192	4	\$3.010	10	\$4.534	15	\$3.215	13	\$966	2
TIP PENE PLU	\$1.986	0	\$1.986	0	\$3.670	1		0		0
CATDEO 15W405CGI4	\$1.888	1	\$1.888	1	\$3.357	1		0		0
INJECTOR GP- (293-4072)		0		0	\$7.042	1		0		0
FILTER AS	\$1.426	8	\$1.294	6	\$1.433	8	\$1.319	6	\$292	1
MOBIL TRANS HD30 CILINDRO		0		0		0	\$5.040	1		0
MOBIL DELVAC MX 15W40	\$1.120	2		0	\$2.240	4	\$1.120	2		0
CAT HYDO ADV 10W55		0	\$4.264	2		0		0		0
HOSE AS	\$212	1	\$106	1		0	\$3.876	8		0
FILTER AS-LU	\$1.450	8	\$1.323	7	\$1.323	8		0		0
ELEMENT	\$1.363	4	\$365	1	\$1.761	5	\$391	1		0
MOBIL DELVAC MX 15W40 CILINDRO 208	\$1.882	1	\$1.882	1		0		0		0
CAT HYDO AD10W 5G		0		0		0	\$3.290	1		0

Figura 24. Repuestos económicamente más significativos para el año 2024.

La figura precedente evidencia la existencia de componentes con un costo elevado y un costo unitario distintivo diferente de aquellos cuyo costo unitario es reducido. No obstante, en virtud de la frecuencia de su uso, estos últimos se categorizan dentro de la categoría de los repuestos más representativos.

Un elemento crucial de la propuesta es la instalación de un depósito en proximidad al centro de operaciones. Este depósito debe ser suministrado y reabastecido conforme a la demanda producida por cada uno de los equipos.

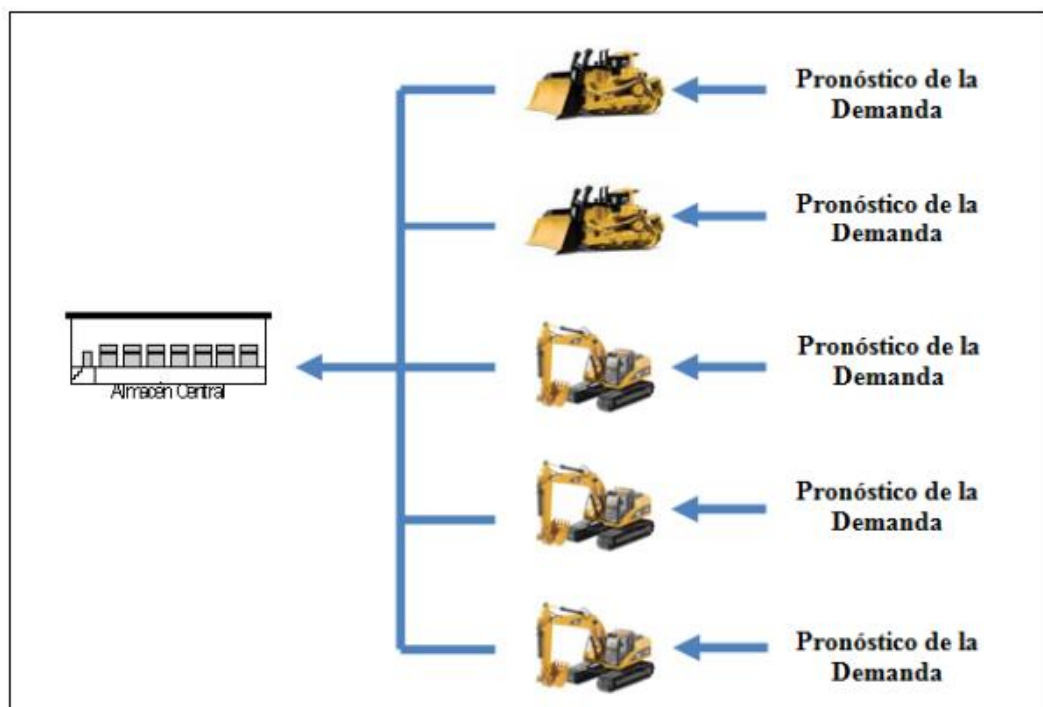


Figura 25. Gráfica ilustrativa sobre la demanda de insumos o repuestos de cada Máquina.

Para concluir, resulta esencial categorizar los componentes de repuesto en grupos o familias, con el objetivo de administrar cada conjunto con herramientas especializadas, adaptadas a las diversas modalidades de reposición de inventario.

- Clasificación de los repuestos e insumos

Abastecimiento para mantenimiento preventivo: El primer gran conjunto se compone de los componentes de repuesto e insumos empleados en las tareas de mantenimiento preventivo. Estos componentes se utilizan de manera periódica, lo que simplifica la determinación de la demanda. A través de estos componentes, será factible implementar un modelo de cantidades de pedido constante.

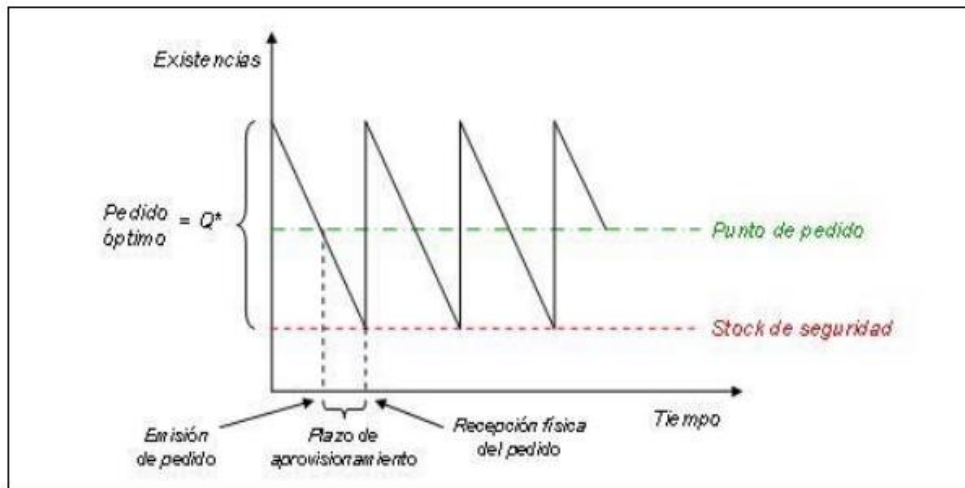


Figura 26. *Modelo de cantidades de pedido fija.*

Se caracterizan por su naturaleza cíclica y se llevan a cabo de forma programada. Como las condiciones están claramente establecidas, la operación bajo este modelo se torna sencilla, dado que las variables adicionales son previamente conocidas. Esta capacidad nos facilita la automatización de la reposición de este conjunto de componentes o insumos.

Abastecimiento para mantenimiento correctivo: El segundo gran conjunto se compone de los componentes de repuesto e insumos requeridos para los procedimientos de mantenimiento correctivo. Estos componentes de repuesto son componentes requeridos específicamente para la reparación de fallos, por lo que resulta esencial su análisis meticuloso. Una metodología para abordarlo consiste en categorizar dichas fallas en función de las prioridades establecidas en la matriz de Kraljic. Esta herramienta facilita la organización de los repuestos calculando en dos dimensiones fundamentales: el costo y el proveedor.



Figura 27. *Modelo Matriz de Kraljic.*

Comodities: hay una amplia disponibilidad de proveedores. El costo y el impacto de estas piezas son bajos en la producción. La recomendación para el manejo de estas piezas es "automatizar las compras".

Cuellos de botella: son materiales que pertenecen a mercados monopólicos u oligopólicos, lo que implica que son repuestos suministrados por un único proveedor. En estos casos, se recomienda garantizar el abastecimiento a través de contratos con dicho proveedor y, además, explorar nuevas alternativas en el mercado.

Materiales palanca: son los repuestos que ofrecen altos beneficios y cuentan con una amplia variedad de proveedores. En estos casos, es posible aprovechar el poder de negociación frente a los proveedores, utilizando estrategias como licitaciones, concursos, entre otros.

Estratégicos: son productos provenientes de un mercado complejo debido a la escasez de fuentes de abastecimiento, pero tienen un gran impacto positivo. Estos repuestos son difíciles de conseguir por naturaleza, pero su obtención es crucial, ya que también representan una escasez para la competencia.

c) Indicador de operatividad:

Este indicador será útil para evaluar la eficiencia del servicio brindado por la empresa. Básicamente, indica cuántas horas efectivas de trabajo se realizan en comparación con el total de horas disponibles para cada máquina.

$$\text{IIEO\%} = \frac{\text{CANTIDAD DE HORAS INOPERATIVAS DENTRO DE TIEMPO DE OPERACIONES}}{\text{CANTIDAD DE HORAS CONTRATADAS}}$$

Figura 28. *Indicador de inoperatividad en operaciones.*

- Responsable: Ingenieros supervisores de campo tendrán que registrar esta ratio una vez por mes.
- Condiciones:
 - Se establece un máximo permisible de error del 6% anual.
 - El Ing responsable tiene 1 año para la implementación.

4.4.1.6. Operacionalización de las variables

Se presenta la operacionalización de las variables mediante cuadros comparativos que detallan las dimensiones e indicadores clave.

a) Variable independiente: propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento

Tabla 4. Indicadores de variables.

Indicador	Antes de la Implementación	Después de la Implementación	Mejora (%)
Porcentaje de tareas planificadas versus correctivas	40% planificadas, 60% correctivas	80% planificadas, 20% correctivas	40%
Cumplimiento del plan de mantenimiento programado	50%	90%	40%
Frecuencia de mantenimiento preventivo versus correctivo	30% preventivo, 70% correctivo	70% preventivo, 30% correctivo	40%
Frecuencia de auditorías internas de mantenimiento	2 auditorías anuales	6 auditorías anuales	200%
Cumplimiento de indicadores clave de rendimiento (KPI) de mantenimiento	60%	95%	35%
Eficiencia en la retroalimentación post-servicio	Respuesta en 72 horas	Respuesta en 24 horas	-67% en tiempo

b) Variable dependiente: Optimización del mantenimiento de equipos

Tabla 5. Variable dependiente.

Indicador	Antes de la implementación	Después de la implementación	Mejora (%)
Tiempos de inactividad (horas de parada no programada de los equipos)	25 horas/mes	10 horas/mes	-60%
Tiempo medio entre fallas (MTBF - Mean Time Between Failures)	100 horas	200 horas	100%
Tiempo medio de reparación (MTTR - Mean Time To Repair)	8 horas	4 horas	-50%
Ratio de disponibilidad operativa de los equipos	85%	95%	10%
Costos directos de mantenimiento (mano de obra, repuestos, herramientas)	S/.10,000 mensuales	S/.7,000 mensuales	-30%
Costos indirectos asociados a las paradas de equipos (pérdida de productividad)	S/.15,000 mensuales	S/.8,000 mensuales	-47%
Reducción del costo por intervención correctiva	S/.5,000 por intervención	S/.2,500 por intervención	-50%

El uso meticuloso de las variables en este análisis facilita una evaluación meticulosa del efecto de instalar un Sistema de Gestión de Mantenimiento en la Maximización del Cuidado de Equipos. Antes de su puesta en marcha, el mantenimiento se enfocaba mayormente en la corrección, con un 40% de actividades programadas y un escaso cumplimiento del plan de mantenimiento previsto (50%). No obstante, al implementar el sistema, se logró incrementar la

planificación al 80%, elevar el cumplimiento del plan al 90% e incrementar la frecuencia del mantenimiento preventivo al 70%, disminuyendo así la dependencia de reparaciones imprevistas. Asimismo, se incrementó la frecuencia de inspecciones internas de mantenimiento de dos a seis años, mostrando un mayor monitoreo y vigilancia de los procedimientos. Además, se observará un incremento del 35% en los indicadores de mantenimiento y una disminución del tiempo de respuesta en las observaciones post-servicio, de 72 horas a 24 horas, maximizando la comunicación y la eficacia en la administración. Estas innovaciones en la planificación y ejecución del mantenimiento transformaron el rendimiento de los equipos, disminuyendo la inactividad por fallas no programadas de 25 a 10 horas mensuales (-60%), incrementando el tiempo medio entre fallas de 100 a 200 horas (100%) y reduciendo el tiempo medio de reparación de 8 a 4 horas (-50%), lo que conlleva una mayor confiabilidad operativa. Además, la disponibilidad de los equipos se incrementó del 85% al 95%, asegurando así una operatividad constante y una productividad superior. En términos económicos, la puesta en marcha del sistema permitió disminuir los gastos directos de mantenimiento de S/.10,000 a S/.7,000 mensuales (-30%) y los gastos indirectos de paradas de equipos de S/.15,000 a S/.8,000 (-47%), revelando una notable optimización en la gestión de recursos. Asimismo, el costo por intervención correctiva se redujo a la mitad, de S/.5,000 a S/.2,500, lo que revela una reducción en la urgencia de reparaciones inesperadas y una optimización en el mantenimiento. En resumen, la adopción del Sistema de Gestión de Mantenimiento no solo optimizó la planificación y ejecución del mantenimiento, sino que también mejoró el rendimiento operativo de los equipos, disminuyendo fallos, tiempos de inactividad y costos, logrando una operación más eficaz, rentable y duradera.

Tabla 6. Análisis económico.

Indicador	Antes de la Implementación	Después de la Implementación	Mejora (%)
Tiempos de inactividad (horas de parada no programada)	25 horas/mes	10 horas/mes	-60%
Tiempo medio entre fallas (MTBF)	100 horas	200 horas	100%
Tiempo medio de reparación (MTTR)	8 horas	4 horas	-50%
Ratio de disponibilidad operativa de los equipos	85%	95%	10%
Costos directos de mantenimiento	S/ 10,000 mensuales	S/ 7,000 mensuales	-30%
Costos indirectos por paradas	S/ 15,000 mensuales	S/ 8,000 mensuales	-47%
Costo por intervención correctiva	S/ 5,000 por intervención	S/ 2,500 por intervención	-50%

Tabla 7. Indicadores.

Concepto	Valor Estimado
Inversión en sistema predictivo	S/ 65,000 (anual estimado)
Ahorro anual en costos directos e indirectos	S/ 120,000
Ahorro por intervención correctiva	S/ 2,500 por evento
Tiempo estimado de retorno de inversión (ROI)	6.5 meses

La empresa realizó una inversión anual estimada de S/ 65,000 para implementar el sistema de mantenimiento predictivo, lo que representa el costo inicial para adoptar esta tecnología.

Gracias a la implementación, se estima un ahorro anual de S/ 120,000 en costos directos e indirectos, lo que evidencia el impacto económico positivo de la estrategia.

El tiempo para recuperar la inversión inicial es de aproximadamente 6.5 meses, lo que demuestra que la decisión de implementar el mantenimiento predictivo es financieramente viable y rápidamente rentable.

4.4.2 Implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento y su impacto en los indicadores clave

4.4.2.1. Diagnóstico y planificación

Antes de ejecutar el sistema, se realizará un análisis de los procedimientos actuales, identificando las principales fallas en la gestión del mantenimiento y sus efectos en la operatividad de los equipos.

a) Acciones clave:

- Levantamiento de información sobre mantenimientos pasados (correctivos y preventivos).
- Evaluación de recursos disponibles (personal, herramientas, repuestos).
- Identificación de cuellos de botella en la planificación y ejecución del mantenimiento.

b) Impacto esperado:

- Porcentaje de tareas planificadas vs correctivas: Se establecerá un cronograma optimizado para que al menos el 80% de las tareas sean planificadas y solo el 20% sean correctivas.

4.4.2.2. *Ejecución y capacitación*

Esta etapa es clave para garantizar que el sistema de mantenimiento funcione de manera efectiva.

a) Acciones clave

- Implementación de un software de gestión de mantenimiento (CMMS) que permita registrar órdenes de trabajo, programar mantenimientos y realizar seguimiento en tiempo real.
- Capacitación del personal en técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Establecimiento de protocolos de auditoría interna para verificar el cumplimiento del plan de mantenimiento.
- Optimización de la gestión de repuestos, implementando un inventario basado en la Matriz de Kraljic para priorizar los más críticos.

b) Impacto esperado:

- Frecuencia de auditorías internas de mantenimiento: Aumento de 2 a 6 auditorías anuales para mejorar el control de calidad.
- Cumplimiento del plan de mantenimiento: Se espera un incremento del 50% al 90% de cumplimiento gracias a la planificación estructurada.
- Frecuencia de mantenimiento preventivo vs correctivo: Se invertirá la relación actual (70% correctivo y 30% preventivo) a 70% preventivo y 30% correctivo.

4.4.2.3. *Monitoreo y mejora continua*

En esta fase se evaluará el impacto del nuevo sistema y se ajustarán estrategias para optimizar los procesos de mantenimiento.

a) Acciones clave:

- Análisis de KPIs (Indicadores Clave de Desempeño) para evaluar la efectividad del mantenimiento.
- Corrección de fallos detectados en auditorías y análisis de retroalimentación del personal.
- Automatización de reportes de mantenimiento con el CMMS.

b) Impacto esperado:

- Tiempo medio entre fallas (MTBF): Se duplicará, pasando de 100 a 200 horas entre fallas.
- Tiempo medio de reparación (MTTR): Reducción del tiempo de reparación de 8 a 4 horas.
- Ratio de disponibilidad operativa: Incremento del 85% al 95%, reduciendo significativamente tiempos de inactividad.
- Costos directos de mantenimiento: Reducción del 30%, disminuyendo los gastos en repuestos y mano de obra.
- Costos indirectos asociados a paradas: Disminución del 47%, reduciendo pérdidas por inactividad.

La implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento permitirá mejorar la planificación, reducir costos y aumentar la disponibilidad operativa de los equipos de línea amarilla. A través de una gestión estructurada basada en planificación, capacitación y monitoreo constante, se logrará transformar un modelo reactivo en un modelo de mantenimiento preventivo y predictivo altamente eficiente.

El análisis de los procesos de mantenimiento en la empresa reveló diversas ineficiencias que afectan la operatividad y disponibilidad de los equipos de línea amarilla. Para llegar a estos hallazgos, se aplicaron encuestas a 30 técnicos de mantenimiento, entrevistas con supervisores y gerentes del área, y un análisis documental de registros históricos de fallas, tiempos de inactividad y costos operativos. Además, se realizó una observación directa de los procesos de mantenimiento en campo para validar la coherencia de los datos obtenidos con la realidad operativa.

4.4.2.4. Los resultados más relevantes muestran que:

a) Falta de planificación y programación de mantenimiento

- El 72% de los técnicos encuestados indicó que el mantenimiento se realiza mayormente de manera correctiva, es decir, solo cuando ocurre una falla.
- Se identificó que solo un 28% de los equipos cuenta con un plan de mantenimiento preventivo formalizado.
- La ausencia de un calendario de mantenimiento estructurado genera tiempos de inactividad elevados y gastos imprevistos en repuestos y mano de obra.

b) Frecuencia de fallas y tiempos de inactividad elevados.

- Según el análisis de registros históricos, los equipos de línea amarilla presentan un MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas) de 150 horas, cuando el estándar recomendado en la industria es de al menos 300 horas.
- El MTTR (Tiempo Medio para Reparar) se encuentra en 10 horas en promedio, lo que indica que las reparaciones no se realizan de manera eficiente y generan demoras operativas significativas.
- Se observó que el 35% de las fallas se repiten en un periodo menor a seis meses, lo que evidencia que las intervenciones correctivas no están resolviendo de manera efectiva las causas raíz de las averías.

c) Gestión ineficiente de repuestos y suministros

- Se determinó que el 60% de las órdenes de compra de repuestos se generan de manera urgente, lo que incrementa los costos de adquisición en un 15% a 20% en comparación con compras planificadas.
- La empresa no cuenta con un sistema de clasificación de repuestos según criticidad, lo que genera acumulación de piezas innecesarias y escasez de repuestos clave.
- Se observó que el tiempo promedio de espera para la recepción de un repuesto crítico es de 5 a 7 días, lo que afecta directamente la disponibilidad de los equipos en operación.

d) Deficiencias en la capacitación del personal

- El 68% del personal técnico encuestado considera que la capacitación en nuevas metodologías de mantenimiento es insuficiente o inexistente.
- Se identificó que la mayoría de los técnicos no están familiarizados con herramientas de diagnóstico avanzado o software de gestión de mantenimiento.
- La falta de formación en mantenimiento preventivo y predictivo contribuye a la alta dependencia del mantenimiento correctivo y la repetición de fallas en los equipos.

e) Impacto en costos operativos y rentabilidad

- La empresa gasta aproximadamente un 30% más en mantenimiento correctivo en comparación con lo que costaría implementar un mantenimiento preventivo bien estructurado.

- Se estimó que la ineficiencia en la gestión de mantenimiento genera pérdidas de hasta el 12% en productividad anual, debido a tiempos de inactividad y fallas recurrentes.
- Los costos asociados a la paralización de equipos ascienden a S/.5,000 por día por unidad detenida, lo que representa un impacto económico significativo en proyectos con cronogramas ajustados.

f) Síntesis de los resultados y justificación de la propuesta

- Los datos recopilados confirman que la empresa enfrenta serias deficiencias en la gestión de mantenimiento de sus equipos de línea amarilla. La falta de planificación, la gestión ineficiente de repuestos, los largos tiempos de inactividad y la carencia de formación técnica adecuada son factores que afectan la rentabilidad y competitividad de la organización.
- Con base en estos resultados, se justifica la necesidad de implementar un sistema de gestión de mantenimiento estructurado, que incluya:
 - Un plan de mantenimiento preventivo y predictivo con monitoreo en tiempo real de los equipos.
 - La optimización de la gestión de repuestos mediante la Matriz de Kraljic y la reducción de compras de emergencia.
 - La capacitación continua del personal técnico en metodologías de mantenimiento avanzadas y herramientas digitales.
 - El uso de software de gestión de mantenimiento (CMMS) para el seguimiento eficiente de intervenciones y análisis de indicadores de rendimiento.
 - La aplicación de estas estrategias permitirá reducir tiempos de inactividad, optimizar recursos, disminuir costos operativos y mejorar la productividad general de la empresa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Optimización del mantenimiento mediante un sistema estructurado: la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento basado en estrategias preventivas y predictivas permite reducir significativamente los tiempos de inactividad de los equipos de línea amarilla. La investigación demostró que la ausencia de planificación estructurada en la empresa objeto de estudio genera altos costos operativos y disminuye la vida útil de la maquinaria. Por lo tanto, un modelo de gestión bien definido, con indicadores clave de desempeño (KPI), facilita una operatividad más eficiente y sostenible.

Impacto de la gestión de repuestos en la disponibilidad operativa: se evidenció que la falta de un control adecuado sobre el inventario de repuestos y suministros ocasiona retrasos en las intervenciones de mantenimiento. La aplicación de herramientas como la Matriz de Kraljic y un software de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (CMMS) puede optimizar la administración de repuestos, evitando costos innecesarios por compras de emergencia y mejorando la disponibilidad de los equipos.

Importancia de la capacitación del personal técnico: la formación continua de los operarios y técnicos encargados del mantenimiento es fundamental para mejorar la eficiencia de las reparaciones y minimizar la recurrencia de fallas. El estudio demostró que una empresa con personal capacitado en metodologías como Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y Mantenimiento Total Productivo (TPM) logra un mejor desempeño en la ejecución de tareas de mantenimiento, lo que se traduce en una mayor confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Reducción de costos mediante estrategias de mantenimiento predictivo: se concluyó que el mantenimiento correctivo es la estrategia más costosa y menos eficiente, ya que genera paradas inesperadas y eleva los costos operativos. En cambio, el mantenimiento predictivo, basado en el monitoreo con sensores IoT y análisis de datos, permite detectar fallos antes de que ocurran, reduciendo costos de reparación y mejorando la planificación de las actividades de mantenimiento.

5.2 Recomendaciones

Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento integrado: se recomienda a la empresa desarrollar e implementar un sistema de gestión de mantenimiento basado en la combinación de mantenimiento preventivo y predictivo. Este sistema debe incluir procedimientos estandarizados, indicadores clave de rendimiento (KPI) y el uso de tecnologías como software de mantenimiento asistido por ordenador (CMMS) para optimizar la planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento.

Optimización del control de inventario de repuestos: es fundamental establecer una gestión eficiente de repuestos a través de la Matriz de Kraljic para categorizar los insumos según su criticidad y demanda. También se recomienda la digitalización del inventario mediante un sistema de seguimiento en tiempo real, permitiendo una mejor planificación de compras y reduciendo los costos asociados a la falta o exceso de repuestos.

Capacitación continua del personal técnico: se sugiere implementar programas de formación periódica en metodologías avanzadas de mantenimiento, como RCM, TPM y mantenimiento predictivo. Esto permitirá mejorar la toma de decisiones, reducir la frecuencia de fallas y aumentar la disponibilidad operativa de los equipos, fortaleciendo la eficiencia global de la empresa.

Adopción de herramientas tecnológicas para el mantenimiento predictivo: se recomienda la integración de sensores IoT y sistemas de monitoreo en tiempo real para identificar patrones de fallas y anticiparse a posibles averías. La aplicación de técnicas de análisis de datos y machine learning permitirá optimizar la toma de decisiones y reducir significativamente los costos de mantenimiento correctivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEC: Asociación Española para la Calidad. Mantenibilidad. 2023. [fecha de consulta: 10 de enero de 2025] Disponible en: <https://www.aec.es/conocimiento/centro-del-conocimiento/mantenibilidad>.
- ANDRADE, C. y HERRERA, M. *Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM* [en línea]. s.l. Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación, 2021, Vol. 4. 2021. pp. 2-18. [fecha de consulta: 11 de enero de 2025] ISSN: 2737-6249. Disponible en: Recuperado a partir de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/31>
- BRAVO, H. y CASTRO, L. Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada de la empresa Inser SAS. Monografía (Título Ingeniero Mecánico) Cartagena de Indias, Colombia. Universidad Tecnológica de Bolívar. 2012. pp. 194. [fecha de consulta: 05 de enero de 2025] Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063129.pdf>
- BUELVAS, C. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Barranquilla, Colombia. Universidad Autónoma del Caribe, 2014. 72 pp. [fecha de consulta: 08 de enero de 2025] Disponible en: <http://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/813>
- CABALLERO, F. 2015. Aplicación de la matriz de Kraljic para la mejora en la gestión de adquisiciones de un proyecto de alta tensión. Tesis (Título de Ingeniero Industrial) Lima, Perú. Universidad Tecnológica del Perú, 2015. [fecha de consulta: 13 de enero de 2025] Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/102>
- CHANDU, S. *Enhancing manufacturing efficiency: Predictive maintenance models utilizing IoT sensor data* [en línea]. International Journal of Scientific Research and Technology (IJSART), 2024. pp. 9, 2024, Vol. 10. [fecha de consulta: 07 de enero de 2025] ISSN: 2395-1052. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ijsart.com/public/storage/paper/pdf/IJSARTV10I999425.pdf>
- CUARTAS, L. *Que es el mantenimiento mecánico*. [en línea] s.l. Academia. pp. 11. [fecha de consulta: 12 de enero de 2025] Disponible en:

https://www.academia.edu/17928584/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO

D., PINTO A. y UYÉN. 2023. Propuesta de mejora en la gestión de abastecimiento de la empresa de perforación Diamantina Explo Drilling SRL para disminuir los costos logísticos. Tesis (Título de Ingeniero Industrial) Arequipa, Perú. Universidad Tecnológica del Perú, 2015. [fecha de consulta: 13 de enero de 2025] Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/8125>

DAVILA, G. 2017. Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la excavadora CAT 336 de la empresa Ecosem Smelter SA. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico) Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2017, pp. 106. [fecha de consulta: 05 de enero de 2025] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/8125>

DE LA CRUZ, E. y ZAVALA, A. Plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para incrementar la disponibilidad de las maquinarias pesadas de la empresa Ingenieros Contratistas EIRL. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Eléctrico) Trujillo, Perú. Universidad Cesar Vallejo, 2021. pp. 145. [fecha de consulta: 13 de enero de 2025] Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84912/DeLaCruz_GEE-Zavaleta_VADP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FLORES, N., OLIVERA, M y CHUQUIPOMA N. Plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad de la Maquinaria Pesada en la Empresa Servicios Generales “Viviana EIRL, Distrito Huarmaca–Piura”. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Electricista). Jaén, Perú. Universidad Nacional de Jaén. 2021, pp. 121. [fecha de consulta: 05 de enero de 2025] Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/419/5/Flores_DNW_Chquipoma_FN.pdf

GASPAR, E. y AYALA J. I. Implementación del TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Tecnología Fabricación Mantenimiento SAC. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima, Perú. Universidad Cesar Vallejo, 2022. pp. 99. [fecha de consulta: 22 de enero de 2025] Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/>

m/handle/20.500.12692/82394/Ayala_ZJM_Gaspar_HE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GONZÁLEZ, F. 2005. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 2da Edición. Madrid, España. FC editorial. 2005. ISBN: 84-96169-49-9

HARDT, F., KOTYRBA, M., VOLNA, E. y JARUSEK R. *Enfoque innovador para el mantenimiento preventivo de equipos de producción basado en una metodología TPM modificada para la Industria 4.0.*[en línea]. República Checa. Facultad de Ciencias, Universidad de Ostrava. 28 de julio de 2021. [fecha de consulta: 03 de enero de 2025] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app11156953>

IZAR, J., YNZUNZA, C., SARMIENTO, R. *Determinación del costo del inventario con el método Híbrido* [en línea] Aguas calientes, México. Ciencia Tecnológica. Julio-diciembre, 2012, pp. 30-35 [fecha de consulta: 05 de enero de 2025] ISBN 1405-5597 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94425393006>

MACEDO, D. y LÓPEZ, F. Modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad en equipos subterráneos en una empresa de mediana minería en Ayacucho-Perú, utilizando RCM. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima, Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020, pp. 190. [fecha de consulta: 14 de enero de 2025] Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://upc.aws.openrepository.com/bitstream/handle/10757/653812/Macedo_ND.pdf?sequence=3&isAllowed=y

MARÍN-GARCÍA, J.; MARTÍNEZ, R. *Barreras y facilitadores de la implantación del TPM Intangible Capital.* [en línea] Barcelona, España. Universitat Politècnica de Catalunya. Vol. 9, núm. 3, 2013, pp. 823-853 [fecha de consulta: 09 de enero de 2025] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54928893011>

MURILLO, L. 2021. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo de una flota de tracto camiones y remolques multipropósito. Tesis (Título Ingeniero Mecánico). Callao, Perú. Universidad Nacional del Callao, 2021. pp.151. [fecha de consulta: 05 de enero de 2025] Disponible en: <https://repositorio.unac.edu.pe/item/1f24cd04-4b20-4aec-b1a2-ce0d5f22032f>

NORDAL, H. y EL-THALJI, I. *Modeling a predictive maintenance management architecture to meet industry 4.0 requirements: A case study.* Systems Engineering, [en línea]. s.l.

24 de diciembre de 2020, Vol. 24. 2020. pp. 34-50. [fecha de consulta: 13 de enero de 2025] Disponible en: <https://incose.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sys.21565>

OCHOA, C., SÁNCHEZ, A., ANDOCILLA, J., CABRERA, H., y MEDINA, D. *El análisis financiero como herramienta clave para una gestión financiera eficiente en las medianas empresas comerciales del Cantón Milagro*. [en línea]. Ecuador. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, abril de 2018. [fecha de consulta: 13 de enero de 2025] Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/04/analisis-financiero-ecuador.html>

PÉREZ, E., CASTIBLANCO, I. y MATEO, N. *Diseño de una metodología para generar un plan de mantenimiento a través de la integración de reliability centered maintenance, world class manufacturing y lean manufacturing aplicable en procesos de trefilado de alambros*. [en línea]. s.l. Revista: Entre Ciencia e Ingeniería, marzo de 2021. [fecha de consulta: 24 de enero de 2025] ISSN 1909-8367. Disponible en: <https://doi.org/10.31908/19098367.0010>

PÉREZ, F. *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. [en línea]. Santander, Colombia. 2021. Universidad Santo Tomás. [fecha de consulta: 24 de enero de 2025] ISSN 978-958-8477-92-3. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/f516cd17-2f00-48d9-b7aa-b49a3e72016a/content>

REYNOSO, J. Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo y su influencia en la disponibilidad mecánica en la línea blanca y amarilla de la Empresa Multiservicios San Francisco de Asís Yarusyacán-Pasco-2019. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Huancayo, Perú. Universidad Continental, 2021, pp. 144. [fecha de consulta: 07 de enero de 2025] Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri>.

RUBIO, W. Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del municipio de Motavita. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Tunja, Colombia. Universidad Santo Tomás, 2019, pp. 76. [fecha de consulta: 07 de enero de 2025] Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/ccebd82b-1a65-45b2-91de-f3fcc10d5d18/content>

- RUIZ, J. 2013. Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Empresa Inverglobal INC LTDA. Informe final (Título de Ingeniero Mecánico). Barrancabermeja, Colombia. Universidad Pontificia Bolivariana, 2009, pp. 48. [fecha de consulta: 19 de enero de 2025] Disponible en: https://www.academia.edu/9191828/IMPLEMENTACION_DE_UN_PROGRAMA_DE_MANTENIMIENTO_PREVENTIVO_PARA_LA_MAQUINARIA_PESADA_DE_LA_EMPRESA_INVERGLOBAL_INC_LTDA
- SACRISTÁN, F. 2002. Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. España. Fc Editorial, 2002, pp. 340. ISBN: 94-95428-49-0
- SHUPINGAHUA, E. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria línea amarilla, empresa CONCREMAX-Lurín. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Chimbote, Perú. Universidad César Vallejo, 2021, pp. 107. [fecha de consulta: 28 de enero de 2025] Disponible en: file:///C:/Users/AsistCom/Downloads/UC/Shupingahua_LE-SD.pdf
- SOLÍS, M. y TORRES, R. *Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento*. [en línea] s.l. Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación., Vol. 4Núm.8 (Ed. Esp. dic.2021) [fecha de consulta: 07 de enero de 2025] ISSN: 2737-6249 Disponible en: <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/65/88>
- VENEGAS E. Análisis de criticidad de activos sector mina para la identificación de equipos críticos en minera Paicaví. Tesis (Título en Ingeniero Civil de Minas). Curicó, Chile. Universidad de Talca. 2022. pp. 75. [fecha de consulta: 05 de enero de 2025] Disponible en: <https://repositorio.otalca.cl/repositorio/items/757bce64-d656-44e0-860d-48fd62f600ad>
- YUXUE, J., JIE G., CHUAN L., YING C. y TINGDI Z. Methodology for equipment condition simulation and maintenance threshold optimization oriented to the influence of multiple events. [en línea] Reliability Engineering & System Safety, 2023, Vol. 229. s.l. [fecha de consulta: 05 de enero de 2025] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832022004963>
- ZEGARRA, M. *Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados* [en línea]. Perú. Revista: Ciencia y Desarrollo. 15 de abril de 2016. Universidad Alas Peruanas.

[fecha de consulta: 03 de enero de 2025] ISSN electrónica 2409-2045. Disponible en:
<https://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/view/1219/1189>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia.

Objetivo	Variable independiente	Variable dependiente	Dimensión	Indicadores	Método / Técnica
Identificar ineficiencias en los procesos de mantenimiento	Gestión de mantenimiento	Optimización del mantenimiento	Planificación y programación	Porcentaje de tareas planificadas vs correctivas	Análisis documental, encuestas
Identificar causas del problema en la gestión de mantenimiento	Factores humanos y técnicos	Eficiencia operativa	Capacitación y supervisión	Nivel de capacitación, cumplimiento de procedimientos	Entrevistas, observación directa
Evaluar el impacto de la capacitación en la eficiencia del mantenimiento	Desarrollo del personal	Desempeño del mantenimiento	Capacitación técnica	Frecuencia de fallas, tiempos de reparación	Análisis de datos, encuestas
Analizar el efecto de la gestión de repuestos en la disponibilidad de equipos	Logística de repuestos	Disponibilidad operativa	Control de inventarios	Tiempos de espera por insumos, costos de mantenimiento	Revisión de registros, entrevistas

Anexo 02. Cuadros Comparativos del antes y después.

Se presenta la operacionalización de las variables mediante cuadros comparativos que detallan las dimensiones e indicadores clave.

Variable independiente: Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento

Indicador	Antes de la Implementación	Después de la Implementación	Mejora (%)
Porcentaje de tareas planificadas versus correctivas	40% planificadas, 60% correctivas	80% planificadas, 20% correctivas	40%
Cumplimiento del plan de mantenimiento programado	50%	90%	40%
Frecuencia de mantenimiento preventivo versus correctivo	30% preventivo, 70% correctivo	70% preventivo, 30% correctivo	40%
Frecuencia de auditorías internas de mantenimiento	2 auditorías anuales	6 auditorías anuales	200%
Cumplimiento de indicadores clave de rendimiento (KPI) de mantenimiento	60%	95%	35%
Eficiencia en la retroalimentación post-servicio	Respuesta en 72 horas	Respuesta en 24 horas	-67% en tiempo

Variable dependiente: Optimización del mantenimiento de equipos

Indicador	Antes de la implementación	Después de la implementación	Mejora (%)
Tiempos de inactividad (horas de parada no programada de los equipos)	25 horas/mes	10 horas/mes	-60%
Tiempo medio entre fallas (MTBF - Mean Time Between Failures)	100 horas	200 horas	100%
Tiempo medio de reparación (MTTR - Mean Time To Repair)	8 horas	4 horas	-50%
Ratio de disponibilidad operativa de los equipos	85%	95%	10%
Costos directos de mantenimiento (mano de obra, repuestos, herramientas)	S/.10,000 mensuales	S/.7,000 mensuales	-30%
Costos indirectos asociados a las paradas de equipos (pérdida de productividad)	S/.15,000 mensuales	S/.8,000 mensuales	-47%
Reducción del costo por intervención correctiva	S/.5,000 por intervención	S/.2,500 por intervención	-50%

Anexo 03. Encuesta: percepción y evaluación del sistema de mantenimiento de equipos de línea amarilla.

ENCUESTA: PERCEPCIÓN Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA

El objetivo de esta encuesta es recopilar información sobre diversos aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos de línea amarilla, para identificar oportunidades de mejora en los procesos de mantenimiento dentro de la empresa. La información obtenida será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y de mejora continua.

Instrucciones

Por favor, lea cuidadosamente cada enunciado y marque la opción que mejor refleje su opinión. Use la siguiente escala de Likert para responder:

- 1 - Totalmente en desacuerdo
- 2 - En desacuerdo
- 3 - Neutral
- 4 - De acuerdo
- 5 - Totalmente de acuerdo

Dimensión	N°	Preguntas	1	2	3	4	5
Sección 1: Recursos y Herramientas	1	Los equipos y herramientas disponibles son adecuados para realizar las tareas de mantenimiento.					
	2	La calidad de las herramientas influye positivamente en la eficiencia del mantenimiento.					
	3	Los repuestos requeridos para las reparaciones están disponibles en el momento necesario.					
	4	Existe un sistema eficiente para la gestión de repuestos y recursos.					
Sección 2:	5	La capacitación recibida está alineada					

Capacitación y Desarrollo del Personal Técnico		con las necesidades del trabajo técnico.					
	6	Los programas de formación contribuyen significativamente a mejorar mi desempeño laboral.					
	7	La empresa promueve actualizaciones periódicas sobre nuevas tecnologías y métodos de mantenimiento.					
	8	Estoy satisfecho con la frecuencia y calidad de las capacitaciones ofrecidas.					
Sección 3: Procesos de Mantenimiento	9	Los procedimientos de mantenimiento están claramente definidos y documentados.					
	10	Existe una buena coordinación entre los departamentos involucrados en el mantenimiento.					
	11	Las tareas de mantenimiento preventivo se realizan según el cronograma establecido.					
	12	Los tiempos de respuesta para las reparaciones correctivas son razonables.					
	13	Las fallas recurrentes se analizan adecuadamente para prevenir problemas similares en el futuro.					
Sección 4: Dificultades y Sugerencias	14	Existen dificultades significativas para completar las tareas debido a la falta de recursos o herramientas.					
	15	Los tiempos de inactividad de los equipos afectan significativamente mi productividad.					

	16	El sistema actual de gestión de mantenimiento permite identificar y resolver problemas de manera efectiva.					
	17	¿Qué cambios recomendaría para mejorar los procesos de mantenimiento de equipos de línea amarilla?					
	18	¿Considera que hay otros aspectos que no han sido abordados en esta encuesta y que podrían ser importantes para optimizar el mantenimiento? Si es así, por favor, indíquelo.					

Anexo 04. Validación del instrumento.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA DE UNA EMPRESA DE SERVICIO DE REPARACIONES

1.2. NOMBRE DEL INVESTIGADOR: JHONSONS ANTONIO ARIAS NUÑEZ
ALDO JULIAN RIEGA CARAZAS

II. DATOS DEL EXPERTO:

2.1 Nombres y Apellidos: Polhett Corali Begazo Velásquez

2.2 Especialidad: Ing.Industrial (CIP 185359) con MBA en Administración estratégica de negocios.

2.3 Lugar y Fecha: Arequipa 25 /07/2025

2.4 Cargo e Institución donde Labora: Directora de la EAP Ingeniería Industrial Filial Arequipa

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Buena 41-60 %	Muy Buena 61-80 %	Excelente 81-100%
Forma	1.REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios			X		
	2.CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.			X		
	3.OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.			X		
Contenido	4.ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.			X		
	5.SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y claridad.			X		
	6.INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.			X		
Estructura	7.ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.			X		
	8.CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación empresarial.			X		

	9.COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables			x		
	10.METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.			x		

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

Se recomienda la aplicabilidad del instrumento

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 60%

V. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Procede a su aplicación.

Debe corregirse.

¿Qué aspectos habría que modificar o que aspectos tendrían que incrementarse, para mejorar el instrumento?.....

Tener cuidado con las faltas de ortografía, la sintaxis, el orden en el instrumento. Rectificar estos aspectos.



.....
MBA.Ing.Polhett Begazo Velásquez
DNI: 29730507

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE LÍNEA AMARILLA DE UNA EMPRESA DE SERVICIO DE REPARACIONES

1.2. NOMBRE DEL INVESTIGADOR: JHONSONS ANTONIO ARIAS NUÑEZ
ALDO JULIAN RIEGA CARAZAS

II. DATOS DEL EXPERTO:

2.1 Nombres y Apellidos: Guido Mario Cuadros Ramirez

2.2 Especialidad: Ing. Agrónomo (CIP 196290) con Mg. En Ciencia de los Suelos.

2.3 Lugar y Fecha: Arequipa 25 /07/2025

2.4 Cargo e Institución donde Labora: Coordinador de la EAP Ingeniería Ambiental Filial Arequipa

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios			X		
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado.				X	
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.			X		
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.			X		
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y claridad.			X		
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.				X	
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.			X		
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación empresarial.			X		

	9.COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems, indicadores, dimensiones y variables			X		
	10.METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.			X		

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

Se recomienda la aplicabilidad del instrumento

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 64%

V. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Procede a su aplicación.

Debe corregirse.

¿Qué aspectos habría que modificar o que aspectos tendrían que incrementarse, para mejorar el instrumento?.....

Tener cuidado con ortografía



Guido Cuadros Ramirez
 Coordinador Académico de EAP
 Ingeniería Ambiental
 Físiq. Antequera

.....
Mg. Ing. Guido Cuadros Ramirez
 DNI: 30960666

Anexo 05. Instrumento de observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: _____
- Nombre del observador: _____
- Máquina observada: _____
- Área de operación: _____

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles).
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
3. Rendimiento operativo:
 - Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí () No ().
 - Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).

Notas y observaciones:

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:
 - Fallas recurrentes en componentes clave.
 - Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
2. Factores humanos:
 - Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
3. Factores logísticos:
 - Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.

Notas y observaciones:

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí () No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes:
_____.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí () No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí () No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí () No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí () No ().

Notas y observaciones:

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:

2. Causas más frecuentes de retrasos:

3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:

4. Recomendaciones para mejorar los procesos:

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

5. Principales ineficiencias detectadas:
 - La fabricación de la manguera y la aprobación del repuesto.
6. Causas más frecuentes de retrasos:
 - La aprobación del repuesto.
7. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Por el personal que fabrica del repuesto falta del personal
8. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de repuesto se ha de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: _____
 - Nombre del observador: ADAN MAMANI_____
 - Máquina observada: D10T-1_____
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO_____
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles).
las cantoneras, cuchillas de corte y uñas de Ripper.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
2 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
 - Abastecimiento de combustible y engrase del equipo.
 - Cambios de uñas de Ripper.
3. Rendimiento operativo:
 - Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
 - Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).

Por las condiciones de terreno en los botaderos del material de la carga de los camiones mineros.

Notas y observaciones:

Tiempo de trabajo 10 horas continua

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- Fallas recurrentes en componentes clave.

Mangueras hidráulicas de los cilindros de inclinación por las roturas del material del terreno.

- Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).

Ninguno

2. Factores humanos:

- Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.

- Tiempo de reporte del operador 30 minutos

- Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.

- Si se cumple con los procedimientos establecidos

3. Factores logísticos:

- Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.

- la fabricación de mangueras hidráulica y aprobación de la orden de compra de 3 horas

- Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.

- demora en la fabricación del repuesto y la entrega

Notas y observaciones:

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí () No (X).
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

Sobre la fabricación de la manguera cuentan con los repuestos.

Toda manguera se hace un pedido de repuesto según el manual de parte del fabricante y generar el pedido por el programa el SAP.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
 - La fabricación de la manguera y la aprobación del repuesto.
2. Causas más frecuentes de retrasos:
 - La aprobación del repuesto.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Por el personal que fabrica del repuesto falta del personal
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de respuesta se ha de corto tiempo.

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: _____
 - Nombre del observador: ADAN MAMANI
 - Máquina observada: D10T-1
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles).
Las cantoneras, cuchillas de corte y uñas de Ripper.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
2 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
- Abastecimiento de combustible y engrase del equipo.

- Cambios de uñas de Ripper.

3. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).

Por las condiciones de terreno en los botaderos del material de la carga de los camiones mineros.

Notas y observaciones:

Tiempo de trabajo 10 horas continua

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- Fallas recurrentes en componentes clave.
Mangueras hidráulicas de los cilindros de inclinación por las roturas del material del terreno.
- Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).

Ninguno

2. Factores humanos:

- Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 30 minutos
- Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos

3. Factores logísticos:

- Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - la fabricación de mangueras hidráulica y aprobación de la orden de compra de 3 horas
- en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - demora en la fabricación del repuesto y la entrega

Notas y observaciones:

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí () No (X).
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

Sobre la fabricación de la manguera cuentan con los repuestos.

Toda manguera se hace un pedido de repuesto según el manual de parte del fabricante y generar el pedido por el programa el SAP.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
 - La fabricación de la manguera y la aprobación del repuesto.
2. Causas más frecuentes de retrasos:
 - La aprobación del repuesto.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Por el personal que fabrica del repuesto falta del personal
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de repuesto sea de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación:
 - Nombre del observador: HUGO ZEVALLOS
 - Máquina observada: D10T-3
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. ---
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles).
- Filtros de aire saturados.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
- 2 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).

- filtro de aire saturados por el polvo que genera en el lugar de trabajo.

3. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
- Por las condiciones de terreno en los botaderos del material desmonte.

Notas y observaciones:

Tiempo de trabajo 10 horas continuos

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- Fallas recurrentes en componentes clave.

Filtro de aire saturados por lugar de trabajo del equipo.
- Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).

Ninguno

2. Factores humanos:

- Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.

Tiempo de reporte del operador 10 minutos
- Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.

Si se cumple con los procedimientos establecidos

3. Factores logísticos:

- Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.

Si es inmediato por que se tiene en stock en el taller los filtros de aire sopleteados
- Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.

El traslado del repuesto al lugar que se encuentra el equipo

Notas y observaciones:

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí () No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

Se tiene filtros de aire sopleteados en el taller para su reemplazo por la saturación del filtro tapados.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:

Perdida potencia por filtros saturados.
2. Causas más frecuentes de retrasos:

El traslado del repuesto en el lugar de trabajo del equipo.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:

Si cuenta con reemplazo del repuesto sopleteados
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:

Aprobación de repuesto se ha de corto tiempo.

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación:
- Nombre del observador: JUAN CACERES
- Máquina observada: D10T-4
- Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas.
 - Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Fuga de aceite hidraulico por el control de valvula de implemento.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación: 3 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
 - Abastecimiento de combustible y engrase del equipo.
 - Rellenado de aceite de hidraulico.
3. Rendimiento operativo:
 - Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
 - Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).

- Por las condiciones de terreno en los botaderos del material desmonte.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo del equipo en 10 horas continuas.

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- o Fallas recurrentes en componentes clave.
 - fuga de aceite del cuerpo del control de válvula de implemento
- o Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - Ninguno

2. Factores humanos:

- o Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 10 minutos
- o Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos

3. Factores logísticos:

- o Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - la entrega del repuesto de los sellos por el despacho del almacén.
 - desmontaje del control de válvula de implemento
- o Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - Demora en el despacho del repuesto y desmontaje de componente menor

para el cambio de los sellos.

Notas y observaciones:

- Llevar camión lubricador para drenar el aceite hidráulico.
- No cuentas con las herramientas apropiadas para el desarmado del control de válvula de implemento.

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - o Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - o Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 2 horas.
2. Organización de recursos:
 - o Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - o Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí () No (X).
3. Planificación y control:
 - o Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No (X).
 - o Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- Cuentan con el repuesto disponible en el almacén
- No cuentan con las herramientas especiales para del cambio de sellos del control de válvula de implemento.
-

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:

La aprobación del repuesto y el despacho del repuesto.
2. Causas más frecuentes de retrasos:

Demora del desarmado del control de válvula de implemento por el cambio de los sellos.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:

Demora en despago del repuesto
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de respuesto se ha de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación:
 - Nombre del observador: JOSE LUIS PORTILLA
 - Máquina observada: D10T-5
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. ---
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles).
 - Faros delanteros no prenden.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
- 3 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
-No prende las luces de los faros delanteros.

3. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).

Por las condiciones de terreno en las canteras.

Notas y observaciones:

Tiempo de trabajo 10 horas continuos

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- Fallas recurrentes en componentes clave.

Corto circuito del harnees del sistema eléctricos de los faros delanteros.

- Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).

Ninguno

2. Factores humanos:

- Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.

Tiempo de reporte del operador 15 minutos

- Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.

Si se cumple con los procedimientos establecidos en los trabajos.

3. Factores logísticos:

- Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.

Ninguna demora

- Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.

Evaluación del sistema eléctrico.

Seguir los pasos del procedimiento de localización de falla del equipo.

Notas y observaciones:

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 1 horas.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí () No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

Cuentan con los planos eléctricos y las herramientas apropiadas para la ejecución de trabajo.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

5. Principales ineficiencias detectadas:
 - Los cables sulfatados.
 - No cuenta con los soportes de los cableados eléctricos.
 - No está protegido los cables eléctricos.
6. Causas más frecuentes de retrasos:
 - No están protegidos los cables eléctricos.
7. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Si se cuentan los recursos para reemplazar los cables eléctricos y proteger el cableado.
8. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - mejorar en las inspecciones en mantenimiento preventivos

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
 - Nombre del observador: REYNALDO GOMEZ
 - Máquina observada: D11T-2
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles).
cuchillas de corte y uñas de Ripper.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
6 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
- cambio de cuchillas de corte y uñas de Ripper
3. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
 - Por las condiciones de terreno en los botaderos y movimiento de material en los taludes de la mina.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo 10 horas continua
- Uso de camión grúa para los izajes de las cuchillas de corte
- Uso de compresora de aire para el ajuste de los pernos de las cuchillas de corte.

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:
 - Fallas recurrentes en componentes clave.
 - Cantoneras desgastadas.
 - Refuerzos de cantoneras desgastados.
 - Uñas desgastadas.
 - Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - Ninguno
2. Factores humanos:
 - Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 10 minutos
 - Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC
3. Factores logísticos:
 - Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - Entrega de los repuesto y traslado a la zona de trabajo del equipo.
 - Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - No se está inspeccionado rutinariamente en los desgaste de Los elementos de desgaste.

Notas y observaciones:

- Contar con 4 trabajadores como operador de grúa móvil, rigger y trabajadores.
- Contar con los soportes de bulldozer

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos**Indicadores a evaluar:**

1. Disponibilidad de repuestos:
 - o Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - o Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - o Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - o Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - o Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí () No (X).
 - o Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- Generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación
- Recojo del repuesto en el almacén.
-

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
 - o Desgaste de cuchillas de corte y uñas de corte.
 - o Deficiencia en la inspección de los elementos de corte de los equipos.
2. Causas más frecuentes de retrasos:
 - o Desgaste de uñas de ripper.
 - o Demora en la aprobación del pedido de repuesto
 - o Demora en la entrega del repuesto por almacén
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - o Sea más eficiente en la generación de los pedidos de repuesto
 - o Atención inmediata de la entrega de repuesto
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - o aprobación de repuesto sea de corto tiempo

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
- Nombre del observador: DARIO MONGE
- Máquina observada: D11T-3
- Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - o Limpieza y condiciones físicas. Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - o Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles).
 - filtros de aire saturado de polvo.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - o Número de paradas observadas durante el período de evaluación. 6 paradas
 - o Razones identificadas para cada parada (especificar).
 - Filtros de aire saturado por el lugar de trabajo del equipo.
3. Rendimiento operativo:

- o Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- o Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
 - lugar de trabajo los botaderos y movimiento de material en los taludes de la mina.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo 10 horas continuas.

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- o Fallas recurrentes en componentes clave.
 - filtro de aire saturado
 - perdida de potencia.
 - Pre-filtro de aire sucio u obstrucción.
- o Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - presenta en el panel monitor filtros de aire saturado

2. Factores humanos:

- o Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 10 minutos
- o Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC

3. Factores logísticos:

- o Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - entrega de los repuestos y traslado a la zona de trabajo del equipo.
- o Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - o Los filtros aire se satura en por el lugar de trabajo del equipo.

Notas y observaciones:

- Contar con filtros nuevos en taller en stop.

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores para evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí () No (X).
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- Generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación .

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
 - Pre cleaner de aire saturado de polvo y tierra.
2. Causas más frecuentes de retrasos:
 - Pre cleaner sucio.
 - El Venturi del pre cleaner descolgado.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Pedido del pre cleaner para su próximo cambio en su mantenimiento preventivo.
 - Atención inmediata de la entrega de repuesto del filtro de aire
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:

- aprobación de repuesto sea de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
 - Nombre del observador: ALVARO VILVA
 - Máquina observada: D11T-4
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles) :
segmento de los mandos finales LH y RH.
2. Frecuencia de paradas no programadas:

- Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
6 paradas
- Razones identificadas para cada parada (especificar).
- desgaste de los segmentos del mando finales LH y RH

3. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
- Por las condiciones de terreno en los botaderos y movimiento de material en los taludes de la mina.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo 10 horas continua
- Uso de camión grúa para los izajes para el cambio de segmento de los mandos finales LH y RH.
- Uso de compresora de aire para el ajuste de los pernos de segmentos de los mandos finales LH y RH.

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- Fallas recurrentes en componentes clave.
- Desgaste de la los dientes del segmento de los, mandos finales LH y RH.
- Desgaste de los bujes de las cadenas LH y RH.
- Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
- Ninguno

2. Factores humanos:

- Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
- Tiempo de reporte del operador 10 minutos
- Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
- Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC

3. Factores logísticos:

- Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.

- Entrega de los repuestos y traslado a la zona de trabajo del equipo.
- Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
- entrega de los pernos y los segmentos de los mandos finales

LH y RH.

Notas y observaciones:

- Contar con 4 trabajadores como operador de grúa móvil, rigger y trabajadores.
- Contar con la compresora y línea de aire.

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación
- recojo del repuesto en el almacén.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
 - Desgaste de los segmentos de los mandos finales LH y RH.
 - Pernos desgastados los segmentos de los mandos finales.
2. Causas más frecuentes de retrasos:
 - Desgate de los pernos de los segmentos de los mandos finales.
 - Demora en la aprobación del pedido de repuesto
 - Demora en la entrega del repuesto por almacén

3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Se ha más eficiente en la generación de los pedidos de repuesto
 - Atención inmediata de la entrega de repuesto
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de repuesto se ha de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
 - Nombre del observador: ALVARO VILVA
 - Máquina observada: 834K-1
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles):
desgastes cuchillas y cantoneras de corte.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
6 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
 - Desgastes excesivos de las cuchillas y cantoneras de corte bulldozer.

3. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
 - Por las condiciones limpieza del piso de la pala eléctrica y limpieza de vías del tajo.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo 10 horas continua
- Cambio de las cuchillas y cantoneras tiempo 4 hora de trabajo.
- Uso de soporte para bulldozer.
- Uso de línea de aire del taller
- Uso de pistola neumática de impacto, combos de mango de goma y barretillas.
- Uso de puente grúa de 5 tons y herramienta para izaje de las cuchillas y cantoneras.

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- o Fallas recurrentes en componentes clave.
 - Desgaste de las cuchillas y cantoneras de cortar.
 - Desgaste de los protectores de laterales de bulldozer.
- o Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - Ninguno

2. Factores humanos:

- o Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 10 minutos
- o Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC.

3. Factores logísticos:

- o Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.

- entrega de los repuestos y ser instalación de las cuchillas, cantoneras y ajuste de los pernos.
- o Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - Entrega de los pernos, arandelas, tuercas, cuchillas y cantoneras de bulldozer.

Notas y observaciones:

- Contar con 2 trabajadores
- Contar soporte de bulldozer y línea de aire.
- Pistola de impacto neumático de 1 pulgada

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - o Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - o Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - o Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - o Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - o Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No ().
 - o Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- Generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación
- Recojo del repuesto en el almacén.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

5. Principales ineficiencias detectadas:
 - o Desgaste las cuchillas y cantoneras.
 - o Desgaste del protector lateral de bulldozer.

1. Causas más frecuentes de retrasos:
 - Demora en la aprobación del pedido de repuesto.
 - Demora en la entrega del repuesto de los cuchillas, cantoneras, tuercas, pernos y arandelas.
2. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Se ha más eficiente en la generación de los pedidos de repuesto
 - Atención inmediata de la entrega de repuesto
3. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de repuesto sea de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
 - Nombre del observador: ALVARO VILVA
 - Máquina observada: D11T- 5
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles):
desgastes guidores de cadena
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
6 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
 - Desgastes excesivos de los guidores de cadena

3. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
 - Por las condiciones de terreno en los botaderos y movimiento de material en los taludes de la mina.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo 10 horas continua
- Cambio de los guidores de cadena tiempo 4 hora.
- Uso de compresora de aire, líneas de aire y pistola neumática de 1 pulgada. para el ajuste de los pernos de los guidores.

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- Fallas recurrentes en componentes clave.
 - Desgaste de los guidores de cadenas interior.
 - Desgate de las tapas de lo pines de buggy del bastidor.
- Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - ninguno

2. Factores humanos:

- Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 10 minutos
- Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC.

3. Factores logísticos:

- Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
- Entrega de los repuestos y ser instalados los guidores a los bastidores.
- Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - entrega de los pernos, arandelas y guidores de cadena.

Notas y observaciones:

- Contar con 2 trabajares
- Contar con la compresora y línea de aire.
- pistola de impacto neumático de ¾ pulg.

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos**Indicadores a evaluar:**

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación
- recojo del repuesto en el almacén.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

4. Principales ineficiencias detectadas:
 - Desgaste de los pernos de los guidores de cadena.
 - Guidores desgastados.
5. Causas más frecuentes de retrasos:
 - Desgate de los guidores de cadena.
 - Demora en la aprobación del pedido de repuesto.
 - Demora en la entrega del repuesto de los guidores, pernos y arandelas.
6. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Se ha más eficiente en la generación de los pedidos de repuesto
 - Atención inmediata de la entrega de repuesto

7. Recomendaciones para mejorar los procesos:

- aprobación de respuesta se ha de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
 - Nombre del observador: PEDRO ENRIQUE
 - Máquina observada: 834K-2
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles):
fuga de aceite hidráulico por manguera de cilindro inclinación LH.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
6 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
 - rotura de manguera hidráulica del cilindro de inclinación LH por caída de roca.

3. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
 - Por las condiciones limpieza del piso de la pala eléctrica y limpieza de vías del tajo.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo del equipo 10 horas continua
- Fabricación de la manguera hidráulica
- Pernos rotos de la guarda del cilindro de inclinación LH.

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- o Fallas recurrentes en componentes clave.
 - Rotura del presando de la manguera hidráulica.
 - Desgaste del protector de la manguera hidráulica del cilindro de inclinación LH.
- o Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - ninguno

2. Factores humanos:

- o Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 10 minutos
- o Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC.

3. Factores logísticos:

- o Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - fabricación de la manguera hidráulica y aprobación del repuesto.
- o Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - Entrega de la manguera nueva y sellos.

Notas y observaciones:

- Contar con 2 trabajadores
- Contar con el soldar para enderezar la guarda del cilindro de inclinación LH.

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación
- recojo del repuesto en el almacén.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
 - Desgaste del protector de la manguera hidráulica.
 - Extraer los pernos rotos de la guarda del cilindro de inclinación LH.
 - Cambio de los pernos de la guarda del cilindro de inclinación.
2. Causas más frecuentes de retrasos:
 - Demora en la aprobación del pedido de repuesto.
 - Demora en la entrega de la manguera hidráulica
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Se ha más eficiente en la generación de los pedidos de repuesto
 - Atención inmediata de la entrega de repuesto
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de repuesto se ha de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
 - Nombre del observador: PEDRO ENRIQUE
 - Máquina observada: 834K-3
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles):
no tiene luces de carretas y de cabina.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
6 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
 - Corte circuito en la porta fusible de cabina
 - No tiene luces de carretera y cabina

3. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
- Por las condiciones limpieza del piso de la pala eléctrica y limpieza.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo del equipo 10 horas continua
- Reparación de la porta fusible de cabina

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:

- o Fallas recurrentes en componentes clave.
 - No tiene luces de carretera y cabina
 - Recalentamiento del porta fusible de cabina
- o Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - ninguno

2. Factores humanos:

- o Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 10 minutos
- o Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC.

3. Factores logísticos:

- o Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - Reparación de la porta fusible
 - Colocar una nueva porta fusible
- o Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - Reparación del porta fusible y nueva instalación eléctrica de las luces de carretera y cabina.

Notas y observaciones:

- Contar con 2 trabajadores
- Contar herramientas eléctricas.

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación
- recojo del repuesto en el almacén.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
 - Cables sulfatados del sistema de luces
 - Reparación de la porta fusible de luces
 - Cambio de la porta fusible de luces de carretera y cabina
2. Causas más frecuentes de retrasos:
 - Demora en la aprobación del pedido de repuesto.
 - Demora en la entrega de los accesorios eléctricos.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Se ha más eficiente en la generación de los pedidos de repuesto
 - Atención inmediata de la entrega de repuesto
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de repuesto sea de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
 - Nombre del observador: FIDEL ALARCON
 - Máquina observada: 834K-4
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles):
fuga de aceite de motor.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
6 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
Fuga de aceite de motor por la tapa de balancines
Fuga de aceite de motor por la manguera rota desfogue de motor
3. Rendimiento operativo:
 - Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().

- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
 - Por las condiciones limpieza del piso de la pala eléctrica y limpieza.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo del equipo 10 horas continua
- Cambio de sellos de la tapa de balancines
- Cambio de manguera de motor desfogue

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:
 - Fallas recurrentes en componentes clave.
 - Fuga de aceite de motor por la tapa de balancin sellos resecos.
 - Manguera de desfogue rota y mancha aceite de motor al chasis.
 - Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - ninguno
2. Factores humanos:
 - Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 15 minutos
 - Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC.
3. Factores logísticos:
 - Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - Entrega del repuesto para el cambio de sellos de la tapa de balancín.
 - Fabricación de la maguera de desfogue del motor
 - Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - entrega del repuesto y la aprobación del pedido.
 - cambio de los sellos de balancines y la maguera desfogue.

Notas y observaciones:

- Contar con 2 trabajadores
- Retirar la tapa de balancines y guarda lateral del motor.
- Coloca abrazaderas nuevas de la manguera desfogue del motor

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().

- Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
2. Organización de recursos:
- Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
- Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación
- recojo del repuesto en el almacén.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
- Abrazaderas de la maguera desfogue de los gases del motor
 - Sellos nuevos de la tapa de balancines de motor
 - Pernos nuevos de la tapa de balancines de motor
2. Causas más frecuentes de retrasos:
- Demora en la aprobación del pedido de repuesto.
 - Demora entrega del repuesto.
 - Demora en los cambios de los repuestos.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
- Se ha más eficiente en la generación de los pedidos de repuesto
 - Atención inmediata de la entrega de repuesto
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
- aprobación de repuesto se ha de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
 - Nombre del observador: JIMMY DUEÑAS
 - Máquina observada: 834K-5
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

4. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. --
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles):
no tiene luces de carretas y de cabina.
5. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
6 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
 - Corte circuito en la porta fusible de cabina
 - No tiene luces de carretera y cabina
6. Rendimiento operativo:

- Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
- Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
 - Por las condiciones limpieza del piso de la pala eléctrica y limpieza.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo del equipo 10 horas continua
- Reparación de la porta fusible de cabina

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:
 - Fallas recurrentes en componentes clave.
 - No tiene luces de carretera y cabina
 - Recalentamiento del porta fusible de cabina
 - Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - ninguno
2. Factores humanos:
 - Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 10 minutos
 - Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC.
3. Factores logísticos:
 - Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - Reparación de la porta fusible
 - Colocar una nueva porta fusible
 - Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - reparación del porta fusible y nueva instalación eléctrica de las luces de carretera y cabina.

Notas y observaciones:

- Contar con 2 trabajadores
- Contar herramientas eléctricas.

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.

2. Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
 - Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación
- recojo del repuesto en el almacén.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
 - Cables sulfatados del sistema de luces
 - Reparación de la porta fusible de luces
 - Cambio de la porta fusible de luces de carretera y cabina
2. Causas más frecuentes de retrasos:
 - Demora en la aprobación del pedido de repuesto.
 - Demora en la entrega de los accesorios eléctricos.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Se ha más eficiente en la generación de los pedidos de repuesto
 - Atención inmediata de la entrega de repuesto
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de repuesto se ha de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación: 20-01-2025
 - Nombre del observador: RICARDO RIVERO
 - Máquina observada: 834K-6
 - Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO
-

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas. - -
Presencia de agentes contaminantes del lugar de trabajo del equipo.
 - Presencia de desgaste excesivo en componentes críticos (especificar cuáles):
no tiene luces de carretas y de cabina.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación.
6 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
Portafusibles en mal estado
3. Rendimiento operativo:
 - Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().
 - Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).

- Por las condiciones limpieza del piso de la pala eléctrica y limpieza.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo del equipo 10 horas continua
- Reparación de la porta fusible de cabina

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

- Factores técnicos:
 - Fallas recurrentes en componentes clave.
 - No tiene luces de carretera y cabina
 - Recalentamiento de la porta fusible de cabina
 - Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - ninguno
- Factores humanos:
 - Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 10 minutos
 - Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos IPERC.
- Factores logísticos:
 - Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - reparación de la porta fusible
 - colocar una nueva porta fusible
 - Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - reparación del porta fusible y nueva instalación eléctrica de las luces de carretera y cabina.

Notas y observaciones:

- Contar con 2 trabajadores
- Contar herramientas eléctricas.

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

- Disponibilidad de repuestos:
 - Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 4 horas.
- Organización de recursos:
 - Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().

- Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí (X) No ().
3. Planificación y control:
- Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No ().
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- generar el pedido por el programa el SAP para su aprobación
- recojo del repuesto en el almacén.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
 - Cables sulfatados del sistema de luces
 - Reparación de la porta fusible de luces
 - Cambio de la porta fusible de luces de carretera y cabina
2. Causas más frecuentes de retrasos:
 - Demora en la aprobación del pedido de repuesto.
 - Demora en la entrega de los accesorios eléctricos.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
 - Se ha más eficiente en la generación de los pedidos de repuesto
 - Atención inmediata de la entrega de repuesto
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
 - aprobación de respuesto se ha de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

Instrumento de Observación para Identificar Ineficiencias en Máquinas, Causas de Retrasos y Gestión de Repuestos y Recursos

Propósito del Instrumento:

Este instrumento de observación busca recolectar información precisa sobre las ineficiencias operativas de las máquinas de línea amarilla, las causas que generan retrasos en su funcionamiento y las necesidades relacionadas con la gestión de repuestos y recursos. La información obtenida será fundamental para alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación.

Ficha de Observación

Datos Generales

- Fecha de observación:
- Nombre del observador: Marcos Osorio
- Máquina observada: Motoniveladora 24M
- Área de operación: MANTENIMIENTO MECANICO

Sección 1: Identificación de Ineficiencias en las Máquinas

1. Estado general de la máquina:
 - Limpieza y condiciones físicas.
 - Limpieza de las vías.
 - No funciona la dirección.
2. Frecuencia de paradas no programadas:
 - Número de paradas observadas durante el período de evaluación: 5 paradas
 - Razones identificadas para cada parada (especificar).
 - Abastecimiento de combustible y engrase del equipo.
3. Rendimiento operativo:

Máquina opera al 100% de su capacidad: Sí (X) No ().

 - Desempeño observado en tareas específicas (especificar si hay dificultades en la ejecución).
 - Por las condiciones de limpiezas de las vías.

Notas y observaciones:

- Tiempo de trabajo del equipo en 10 horas continuas.

Sección 2: Causas que Generan Retrasos en las Máquinas

Indicadores a evaluar:

1. Factores técnicos:
 - Fallas recurrentes en componentes clave.
 - Las ruedas delanteras están físicamente bloqueadas y no responderán al comando.
 - Problema eléctrico en la válvula de dirección.
 - Problemas relacionados con el software o sistema de control (si aplica).
 - Pérdida de la señal de carga.
2. Factores humanos:
 - Retrasos asociados al tiempo de respuesta del operador o técnico.
 - Tiempo de reporte del operador 15 minutos
 - Procedimientos mal ejecutados o falta de cumplimiento de protocolos.
 - Si se cumple con los procedimientos establecidos de la evaluación del equipo.
3. Factores logísticos:
 - Tiempos de espera por disponibilidad de repuestos.
 - La entrega del repuesto de los sellos por el despacho del almacén.
 - Retrasos en la coordinación para realizar mantenimientos preventivos o correctivos.
 - Demora en la entrega del repuesto.

Notas y observaciones:

- Seguir los pasos de evaluación del equipo.
- Falta de personal para ejecutar el trabajo.

Sección 3: Gestión de Repuestos y Recursos

Indicadores a evaluar:

1. Disponibilidad de repuestos:

- Repuestos necesarios están disponibles: Sí (X) No ().
 - Tiempo estimado de espera para obtener los repuestos faltantes: 2 horas.
2. Organización de recursos:
- Existencia de un inventario organizado y actualizado: Sí (X) No ().
 - Recursos necesarios para el mantenimiento (herramientas, insumos, etc.) están completos: Sí () No (X).
3. Planificación y control:
- Los técnicos tienen acceso a listas de repuestos requeridos: Sí (X) No (X).
 - Existe un sistema de control para el uso de recursos: Sí (X) No ().

Notas y observaciones:

- Cuentan con el repuesto disponible en el almacén
- No cuentan con las herramientas especiales para del cambio de sellos del control de válvula de implemento.

Sección 4: Conclusiones y Recomendaciones del Observador

1. Principales ineficiencias detectadas:
- la aprobación del repuesto y el despacho del repuesto.
2. Causas más frecuentes de retrasos:
- Las herramientas de especiales incompleta para la ejecución del trabajo.
 - Los planos eléctricos y hidráulicos impresos incompleto.
3. Observaciones sobre la gestión de repuestos y recursos:
- Demora en despacho del repuesto
4. Recomendaciones para mejorar los procesos:
- Aprobación de repuesto sea de corto tiempo.

Firma del Observador: _____

Fecha: _____

