



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para
aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada en una empresa
piurana, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Ancajima Huayama, Jose Manuel (orcid.org/0000-0001-8876-4491)

Vargas Alburqueque, Luis Angel (orcid.org/0000-0001-6234-1511)

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto (orcid.org/0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Primeramente, un agradecimiento especial a nuestro docente asesor MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto por impartir sus conocimientos con mucha dedicación y empatía y ser partícipe de la mejora continua de nuestro trabajo. A la empresa que fue objeto de estudio y que permitió extraer toda la información que necesitábamos desde un principio. Por último, a nuestra prestigiosa Universidad César Vallejo por brindarnos la oportunidad de pertenecer a su gran número de profesionales emprendedores y de calidad.

AGRADECIMIENTO

Dedicamos nuestro trabajo en primer lugar a Dios, por permitirnos llegar hasta dónde nos encontramos a pesar de muchas adversidades. También a nuestros docentes de la UCV encargados de guiarnos en todo este camino de desarrollo profesional. Y, por último, a nuestros padres y familiares por creer en nosotros y darnos esa motivación que nos impulsó a continuar día a día y no desfallecer.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SEMINARIO ATARAMA MARIO ROBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada en una empresa piurana, 2023", cuyos autores son ANCAJIMA HUAYAMA JOSE MANUEL, VARGAS ALBURQUEQUE LUIS ANGEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 09 de Diciembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| MARIO ROBERTO SEMINARIO ATARAMA DNI: 02633043 ORCID: 0000-0002-9210-3650 | Firmado electrónicamente por: MSEMARIOA el 15-12-2023 13:11:37 |

Código documento Trilce: TRI - 0690085



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ANCAJIMA HUAYAMA JOSE MANUEL, VARGAS ALBURQUEQUE LUIS ANGEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada en una empresa piurana, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|--|
| ANCAJIMA HUAYAMA JOSE MANUEL DNI: 47870825 ORCID: 0000-0001-8876-4491 | Firmado electrónicamente por: AHUAYAMAJM el 05-02-2024 18:38:54 |
| VARGAS ALBURQUEQUE LUIS ANGEL DNI: 75106206 ORCID: 0000-0001-6234-1511 | Firmado electrónicamente por: LAVARGASA el 05-02-2024 18:38:49 |

Código documento Trilce: INV - 1470558



ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| CARÁTULA..... | i |
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTO..... | iii |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR..... | iv |
| DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES..... | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS..... | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| III. METODOLOGÍA..... | 9 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación Tipo de investigación..... | 9 |
| 3.2. Variables y operacionalización Variable independiente..... | 9 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo Población..... | 10 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 11 |
| 3.5. Procedimientos..... | 12 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 12 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 13 |
| IV. RESULTADOS..... | 14 |
| V. DISCUSIÓN..... | 31 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 34 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 35 |
| REFERENCIAS..... | 38 |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Listado de expertos y resultado de evaluación..... | 11 |
| Tabla 2. Resultado de entrevista al gerente de la empresa piurana, 2023..... | 15 |
| Tabla 3. Matriz de Vester de la empresa piurana, 2023..... | 19 |
| Tabla 4. Diferencia del tiempo promedio entre fallas (expresada en horas)..... | 20 |
| Tabla 5. Prueba de normalidad del tiempo promedio entre fallas..... | 21 |
| Tabla 6. Prueba T de muestras emparejadas para indicador MTBF..... | 22 |
| Tabla 7. Diferencia del tiempo promedio de reparación (expresada en horas) | 23 |
| Tabla 8. Prueba de Normalidad del tiempo promedio entre fallas..... | 24 |
| Tabla 9. Prueba T de muestras relacionadas para indicador MTTR..... | 25 |
| Tabla 10. Diferencia de la fiabilidad (expresada en porcentaje)..... | 26 |
| Tabla 11. Prueba de normalidad para el indicador fiabilidad..... | 26 |
| Tabla 12. Prueba T de muestras relacionadas para indicador fiabilidad..... | 27 |
| Tabla 13. Diferencia de la disponibilidad (expresada en porcentaje)..... | 28 |
| Tabla 14. Prueba de normalidad para la variable disponibilidad..... | 29 |
| Tabla 15. Prueba T de muestras relacionadas para la variable disponibilidad..... | 29 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1. | Evolución histórica de la disponibilidad desde enero a diciembre del 2022 de la empresa piurana..... | 14 |
| Figura 2. | Diagrama de Ishikawa de la empresa piurana, 2023..... | 17 |
| Figura 3. | Diagrama de Pareto de la empresa piurana, 2023..... | 20 |
| Figura 4. | Comparación del tiempo promedio entre fallas del año 2022 y el año 2023..... | 23 |
| Figura 5. | Comparación del tiempo promedio de reparación del año 2022 y el año 2023 | 25 |
| Figura 6. | Comparación de la fiabilidad del año 2022 y el año 2023..... | 28 |
| Figura 7. | Comparación de la disponibilidad del año 2022 y el año 2023..... | 30 |

RESUMEN

El presente estudio de investigación tiene como objeto general: Implementar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de una empresa piurana, 2023. Es de tipo aplicada con diseño cuasi- experimental. Dicho estudio se realizó en una empresa piurana dedicada al rubro de maquinarias pesadas, utilizándose análisis documental y comparaciones entre un antes y un después de los parámetros obtenidos a través de los instrumentos utilizados como la guía de entrevista y una lista de cotejo, ambas elaboradas por el propio autor. Los resultados que se obtuvieron fueron: según estadística inferencial que los valores promedios entre el año 2022 y 2023 determinan que la empresa piurana obtendría mejoras en sus parámetros como MTBF, MTTR y fiabilidad mejorando así su disponibilidad. Mientras que por estadística descriptiva se obtuvo p -valor < 0.05 que afirman lo declarado por el autor según hipótesis. Como conclusión se obtiene la existencia de resultados positivos ante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo que proyectará a mejorar en su rubro a la empresa piurana.

Palabras Clave: Plan de Mantenimiento, prevención, disponibilidad, fiabilidad.

ABSTRACT

The general objective of this research study is: Implement a preventive maintenance plan to increase the availability of a company in Piura, 2023. It is of an applied type with a quasi-experimental design. This study was carried out in a Piura company dedicated to the heavy machinery sector, using documentary analysis and comparisons between a before and after of the parameters obtained through the instruments used such as the interview guide and a checklist, both prepared by the author himself. The results obtained were: according to inferential statistics, the average values between 2022 and 2023 determine that the Piura company would obtain improvements in its parameters such as MTBF, MTTR and reliability, thus improving its availability. While by descriptive statistics, p-value < 0.05 was obtained, which affirms what was stated by the author according to the hypothesis. In conclusion, the existence of positive results is obtained from the implementation of a preventive maintenance plan that will project the Piura company to improve in its field.

Keywords: Maintenance Plan, prevention, availability, reliability.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, en la publicación Revista Digital de Maquinaria pesada (2020), el 45% de los problemas de los equipos industriales fueron afectados por los costos del mantenimiento, elevándose en un 34% en los gastos por reparación y operaciones, describiendo fallas fueron por fatiga, choque y vibración de los motores en el 78%.

Cabe mencionar que un estudio en Caterpillar, los problemas de la maquinaria pesada los relaciona con la presencia de: la superficie degradada, engranajes y tuberías gastados, fugas de agua o aceite y aumento de accidentes laborales (Andina, 2021).

A nivel nacional, la Revista de Investigación Científica DECAMU en Perú, los problemas del rendimiento de las maquinarias pesadas fueron: falta de operatividad, malos cálculos teóricos de producción, la aplicación limitada de la tecnología de producción económica y la falta de fortalecimiento de capacidades en los colaboradores que tienen a cargo el manejo de la maquinaria pesada (DECAMU, 2022)

La empresa de estudio se dedica a los servicios de maquinaria pesada y no cuenta con herramientas ni política de gestión. Tiene limitaciones en cuanto a su mantenimiento, presenta paradas no programadas aumentando el precio de las reparaciones y el gasto del servicio, por tanto, esas reparaciones involucran el poder adquirir un repuesto de manera rápida, aumentando el costo del transporte y de los propios repuestos. Respecto al reporte de paradas no programadas presentan 15 paradas de equipo no arrancan, 14 paradas por fuga de aceite hidráulico, 14 paradas por pérdida de potencia, 11 paradas por alta temperatura de motor, 06 paradas por rotura de manguera, entre otras.

Según el diagrama de operaciones de proceso, el cuello de botella se da en la compra de los repuestos, pues algunas veces no se encuentran a nivel local y se tienen que cotizar a nivel nacional e internacional, lo cual genera demoras por transporte y extiende la reparación de los equipos.

Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta general: ¿Cómo aumentar la disponibilidad de maquinaria pesada en una empresa piurana, 2023? Y las preguntas específicas: ¿Cómo es el diagnóstico situacional de maquinaria pesada en una empresa piurana, 2023?, ¿En qué medida aumenta el tiempo promedio entre fallas

mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa piurana, 2023?, ¿En qué medida disminuye el tiempo promedio de reparación mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa piurana, 2023?, ¿En qué medida aumenta la fiabilidad mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa piurana, 2023?.

Por otra parte, este estudio se justificó teóricamente y explica la razón por la cual es necesario realizar esa investigación apoyándose en autores como Hernández & Mendoza (2019) describen que la base a la elaboración del plan de mantenimiento preventivo y el rendimiento. Sus resultados se convirtieron en un precedente de Información a nivel local, regional, nacional e internacional. En lo que corresponde a la importancia práctica a mejorar la flota de máquinas y reducir costos de las paradas no programadas, teniendo satisfacción en los clientes y en el envío de sus productos. Respecto a la importancia metodológica, se utilizaron instrumentos validados y confiables Y sobre la justificación social permitió el plan lograr una sostenibilidad y mayor disponibilidad a las maquinarias pesadas de la empresa piurana.

De tal forma se plantea como objetivo general: Implementar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada en una empresa piurana, 2023. Y los objetivos específicos: Elaborar el diagnóstico situacional de maquinaria pesada en una empresa piurana, 2023. Determinar en qué medida aumenta el tiempo promedio entre fallas mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo. Determinar en qué medida disminuye el tiempo promedio de reparación mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo. Determinar en qué medida aumenta la fiabilidad mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.

Y la hipótesis general: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de una empresa piurana, 2023

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional se encontraron estudios, Centeno (2023) en Ecuador, tuvo como objetivo estudiar el mantenimiento en el taller de máquinas para aumentar la disponibilidad de los equipos. Metodología: estudio analítico, aplicado y pre experimental, en una muestra de 14 unidades vehiculares Resultados: el estado actual de cada flota automotriz de maquinaria pesada y vehículos livianos fue crítica. Determinó los componentes mecánicos con más probabilidades de fallar o daños, se ha realizado y logrado un análisis modal de fallas y efectos (FMEA). Los componentes principales se caracterizaron: índice de prioridad de riesgo. Conclusiones: el registro de mantenimiento de la máquina tuvo instrucciones detalladas en cuanto a los sistemas, componentes, actividades de mantenimiento, frecuencia de caducidad, se trató de mejorar la accesibilidad y mantener máquinas y vehículos en buen estado.

Mago y Rocha (2021) en Colombia, tuvieron como objetivo el desarrollo e implementación de programas de mantenimiento preventivo para pequeñas industrias. Fue un estudio analítico y observacional, apoyándose en una muestra de 06 equipos. Los resultados: se hizo un análisis de criticidad sobre los equipos críticos y se diseñaron estrategias para prevenir fallas. Se describió que no se implementó ninguna estrategia de mantenimiento de equipos. La implementación de procedimientos teóricos y analíticos permitió comprobar que los servicios prestados por las empresas fueron más eficientes, y demostraron numéricamente los retornos económicos generados por los programas de mantenimiento. Conclusiones: el desarrollo de un plan de mantenimiento para aquellas Pymes que no cuentan con tecnología de equipos o cultura operativa que pueda reducir la pérdida de ganancias y aumentar la productividad en el largo plazo invirtiendo en mantenimiento.

Solís et al (2019) en México, en su artículo tuvo como propósito determinar los conocimientos para la gestión de las maquinarias de construcción. Fue un estudio analítico y pre experimental, apoyándose en 14 máquinas. Resultados: se realizó en cuatro fases: el primero sobre la organización de implicancias financieras, el segundo fue la planeación, el tercero fue la operación y la cuarta fase fue el mantenimiento preventivo de la empresa. La conclusión es importante de las empresas constructoras

recopilen todos los datos obtenidos durante la ejecución del proyecto sobre el rendimiento, costo y estado de las máquinas utilizadas, con el fin de generar conocimiento procesable en contexto.

González & Pabón (2018) en Colombia, determinó la manera que realiza el mantenimiento examinado en los sistemas de trabajo de la empresa. Fue un estudio analítico y experimental, apoyándose en una muestra de 4 equipos. Resultados: se investigó sobre el mantenimiento que protegió las máquinas y protegió toda la infraestructura, como iluminación, sistemas informáticos, redes eléctricas, sistemas de compresión, agua, aire acondicionado y pisos. Conclusiones: se incrementó la eficiencia de los sistemas de producción y servicios al menor costo posible, con la mínima contaminación ambiental y mayor seguridad del personal gracias al mantenimiento preventivo realizado en dicha empresa.

A nivel nacional se encontraron las siguientes investigaciones: Campos y Ruiz (2023) en Ancash determinaron la disponibilidad de camiones mineros a través de un plan de mantenimiento preventivo. Fue un estudio descriptivo, transversal y pre experimental en una muestra de equipo Los resultados: Se realizó el mejoramiento del plan de mantenimiento preventivo con el motor, el sistema hidráulico, el tren de fuerza y el chasis Aframe tuvieron la mayor cantidad de fallas, según el diagnóstico. La disponibilidad objetivo del 88% se vio comprometida por fallas en el equipo CAT 793F. Por lo tanto, el 95% resultaron en pérdidas financieras para el negocio. El registro de tareas se creó en base a las recomendaciones de la fábrica, el asesoramiento de los especialistas en camiones y la experiencia alentadora de otros centros mineros de todo el mundo. El registro de tareas estuvo enfocado a maximizar la vida útil de los componentes que presentan mayor número de fallas.

Minchan & Vásquez (2021) en Lima, tuvieron como propósito el desarrollo de un plan de mantenimiento que mejore proactivamente la disponibilidad del equipo pesado de su empresa. Fue un estudio de tipo aplicado, cuantitativo y preexperimental y con muestra de 4 equipos, se utilizó como técnica la entrevista y guía de análisis documentas. Como resultado, se encontró que los costos de mantenimiento de la empresa con disponibilidad de equipo pesado aumentaron del 93% al 99%. Las excavadoras aumentaron en el 91% a 99% excavadoras hidráulicas, 88% tractores de

orugas hasta el 99% y para cargadores frontales del 92% al 99%. Conclusión: se creó un diseño que fue óptimo y aumentó la disponibilidad de los principales equipos de la empresa.

Flores & Chuquipoma (2021) en Piura, tuvieron como objetivo la implementación de un plan de mantenimiento que mejore proactivamente la disponibilidad del equipo pesado de su empresa. Tuvo diseño de investigación descriptivo simple y se realizó utilizando métodos cuantitativos y métodos empíricos en índice de criticidad en una muestra de 12 maquinarias pesadas. Resultados: identificó 7 vehículos pesados en zona muy crítica con valores entre 12 => Criticidad = < 25 que representó el rojo tal como está previsto. Se determinó el plan de mantenimiento preventivo, TOKO03 Maquinaria es un tractor de orugas. La disponibilidad inicial sin PMP es de hasta el 82% máquina MNCAT01 o títulos obtenidos tras aplicar PMP 88,54%, disponibilidad promedio para 7 máquinas sin usar PMP. La disponibilidad crítica fue del 79,57%, mientras que la disponibilidad de aplicaciones PMP es del 85,53%. La disponibilidad aumentó un 5,96%. En conclusión, este estudio se basó en la implementación, disponibilidad y crítica de programas de mantenimiento preventivo.

Tenuco Calderón (2021) en Arequipa, el propósito de su estudio fue examinar este el proceso de aplicación PMP, nivel de interpretación y examen sin nivel. Se utilizó la metodología experimental y observacional, apoyándose en una muestra de cinco maquinarias pesadas. Resultados: se identificó los planes de mantenimiento y mejora de usabilidad y confiabilidad de equipos pesados, considerando los siguientes supuestos: los datos obtenidos del PMP se utilizaron para realizar el PMP permitió reducir el uso de herramientas, también aumentó la facilidad de uso y la confiabilidad. Se descubrió que los repuestos y los costos de reparación eran los principales culpables. Conclusiones: se identificó los dispositivos según el historial informado de mantenimiento, deberes del técnico, eliminación de equipos en la empresa, con un presupuesto determinado.

Hernández & Malaver (2019) en Cajamarca, tuvieron como propósito el diseño propuesto de un modelo de gestión del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de las máquinas. Fue un estudio de tipo aplicado, cuantitativo y preexperimental en cinco maquinarias. Los resultados muestran: Mantenimiento de máquinas, cuatro de

ellas (extrusora, bomba de vacío, compresores y mezcladores de aire) no cumplieron con la clasificación de excelente calidad. El rango es superior al 95%, por lo que se desarrolló un programa de mantenimiento preventivo y formación del personal de fábrica. La conclusión es que cuando se ejecuta un programa de mantenimiento preventivo y capacitación, niveles esperados de disponibilidad se incrementaron en base a los resultados reportados por las métricas y a través de evaluaciones.

En la segunda parte del marco teórico, se tiene a las variables de mantenimiento de maquinaria pesada, definido por Benavides (2022) y Reynoso (2021), como las capacidades de encontrar y corregir los inconvenientes y poder corregirlos en los problemas relacionados a las fallas que puedan provocar y comprende un grupo de acciones para utilizarlas por los usuarios, operadores y personal especializado en el mantenimiento.

El mantenimiento preventivo explica las deficiencias y limitaciones que tienen las empresas de maquinaria pesada sobre el mal funcionamiento y las fallas de vida útil en dichas máquinas, disminuyendo productividad y aumentando las paradas por las falencias (León y León, 2022).

Flores y Chuquipoma (2019) define que un programa de mantenimiento preventivo establece expectativas y es un plan para la protección de equipos o instalaciones mediante aplicación, revisión y limpieza para garantizar el funcionamiento adecuado y evitar fallos del equipo. Para ello se tiene en cuenta los servicios que se realizan, el tiempo de ejecución y la importancia de procesar la información de las oportunidades de mejora.

En la variable llamada plan de mantenimiento preventivo se trabajó con dos dimensiones. La primera dimensión llamada mantenimiento preventivo, definido como el proceso preventivo que evita daños. Siempre ha sido el más utilizado y su funcionamiento se basa en estadísticas, observaciones y recomendaciones.

Conocimiento del fabricante y del equipo (Minchán & Vásquez, 2021).

En esta primera dimensión se toma en cuenta el indicador del cumplimiento de mantenimiento preventivo a través del total de las tareas ejecutadas entre el total de las tareas planificadas considerando el resultado del índice evaluado en porcentaje.

La segunda dimensión de la primera variable se llama mantenimiento predictivo,

definido como la técnica que emplea herramientas para analizar los datos y conocer las anomalías sobre la funcionabilidad y los defectos posibles en equipos y en procesos para solucionarlos antes de sobrevenir el fallo (Solis et al, 2019).

En esta segunda dimensión considera el indicador identificado del índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo con el apoyo de sub-indicador hallado en las inspecciones programadas ejecutadas sobre el total de las inspecciones programadas.

En lo que corresponde a la variable dependiente que lleva por nombre disponibilidad de la maquinaria pesada, los autores Carranza et al (2019) lo definen como el tiempo que está disponible, es decir el tiempo en el que se programó para todas las actividades implicando el de mantenimiento preventivo o mantenimiento predictivo, pero no se considera el tiempo intervenido en curativos ni en paradas por fallas.

Mientras que, Flores y Chuquipoma (2019) lo considera como la ecuación que separa el tiempo de programación y el tiempo faltante o estancado, dividido por el tiempo de programación.

En ese sentido en esta segunda variable, se considera tres dimensiones. La primera dimensión corresponde al tiempo promedio entre fallas, tomando en cuenta para su realización el indicador de MTBF y el sub-indicador hallado del total de tiempo de operación entre la división del número total de fallas, siendo el resultado medido a través del porcentaje.

La segunda dimensión corresponde al tiempo promedio de la reparación, considerando el indicador de MTTR y para hallarlo, se necesita identificar el tiempo total de reparación entre el total de número de fallas, siendo el resultado medido a través del porcentaje.

Y la tercera dimensión comprende la fiabilidad de la maquinaria, comprendiendo que la fiabilidad y para ello se halla con el total de horas menos la diferencia de horas de mantenimiento no programado entre el total de horas, siendo el resultado medido a través del porcentaje.

En lo que corresponde a la teoría que respecta a la variable plan de mantenimiento preventivo se relaciona con la teoría del plan de gestión mantenimiento de Kaizen como eficiente, eficaz, organizado y coherente. Considerando la utilización del TPM.

Se aplica en procesos de gestión en la planificación del mantenimiento de las herramientas y equipos que refiere logística y cadena de suministro. Esta teoría fue encontrada en los estudios de Ascón (2023).

Mientras que, Alba (2019) cita la teoría del mantenimiento industrial y destaca que el mantenimiento preventivo es una estrategia en la que se realizan intervenciones periódicamente en las máquinas, con el objetivo primordial de revisar, reparar o reemplazar componentes. La interferencia ocurre incluso cuando el equipo está funcionando bien. Planifica el mantenimiento basado en estimaciones basadas en la vida útil esperada o el tiempo entre fallas.

Referente a la normativa técnica, corresponde que el mantenimiento preventivo de maquinaria pesada hace referencia al proceso por el cual se toma en las infraestructuras y el equipamiento del ISO 9001:2015, que enumera los requisitos para el aseguramiento de los equipos que tiene la institución y pueda lograr un rendimiento adecuado. Está directamente relacionado con las funciones de calidad en los procesos.

En lo que corresponde al impacto ambiental, este estudio previene los inconvenientes que puedan perjudicar al medio ambiente para asegurar el rendimiento de las 09 maquinarias pesadas. Esto corresponde a estudiar para reducir el nivel de paradas por fallas como derrame de combustible y lubricantes por tuberías rotas, fracturas de juntas, emisiones por gases nocivos en el medio ambiente que podrían producir accidentes laborales.

Sobre los planes de seguridad y salud ocupacional, la empresa piurana tendrá la necesidad de crear un plan de seguridad y salud para prevenir accidentes laborales y perjudiquen a los colaboradores teniendo como consecuencia la reducción de riesgos y disminuir la exposición de morbi-mortalidad que puedan afrontarlo.

Y por último el estado del arte, respecto al proceso de gestión de mantenimiento en maquinaria pesada se describe las buenas prácticas según los indicadores de desempeño de la disponibilidad mecánica e indicadores de confiabilidad. Ya que a nivel nacional las empresas crean sus propias políticas de gestión para los recursos y las obras, siendo la gestión del mantenimiento de las empresas que aseguren una buena planificación del mantenimiento preventivo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación Tipo de investigación

Ascón y Rosell (2021) definieron la investigación aplicada como el tipo de investigación donde se estableció el problema y el investigador, por lo que se utilizaron las herramientas existentes durante la investigación para responder preguntas particulares

Hernández (2018) definió el enfoque cuantitativo como el uso de instrumentos previamente diseñados para la colección de datos y una medida numérica para el análisis estadístico.

La investigación fue de un nivel que pretendió dar respuesta a las causas de los hechos físicos o sociales, y el diseño fue explicativo. Se enfocó en describir por qué ocurre un fenómeno y las circunstancias en las que ocurre (Ascón y Rosell, 2021).

Diseño de investigación

Este estudio identificó los requisitos para el diseño cuasi experimental en el plan de mantenimiento preventivo y cómo estos afectaron la disponibilidad de las unidades de equipo pesado.

Según el autor Hernández Sampieri (2019) mencionó que las investigaciones cuasi experimentales son aquellas que establecen la relación de causa y efecto. Se utilizaron para el análisis de variables independientes afectan a una variable que fue dependiente.

Este estudio tuvo un diseño cuasi experimental, ya que puso a prueba la realización de hipótesis de una causa que se manipuló a través de una variable independiente y se investigó aleatoriamente en los grupos.

3.2. Variables y operacionalización Variable independiente:

Plan de mantenimiento preventivo

Definición conceptual:

Álvarez y Mejía (2022), Ascón y Rosel (2021) definieron el plan de mantenimiento preventivo es un documento técnico que comprende un enfoque proactivo de mantenimiento y mejora de la maquinaria pesada, evita reparaciones mayores y reduce costos. Es decir, contribuye al arreglo de los dispositivos que pueden estar

fallando para evitar pérdidas de dinero y tiempo.

Definición operacional:

Operacionalmente se definió como el análisis del mantenimiento preventivo y el mantenimiento predictivo

Indicadores:

Indicadores de cumplimiento de mantenimiento preventivo y también el índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo

Escala de medición:

La escala de medición es de tipo ordinal

Variable dependiente:

Disponibilidad

Definición conceptual:

Carranza et al (2019) lo define como el tiempo que está disponible, es decir el tiempo en el que se programó para todas las actividades implicando el de mantenimiento preventivo o mantenimiento predictivo, pero no se considera el tiempo intervenido en curativos ni en paradas por fallas.

Definición operacional:

Operacionalmente se definió como el análisis de tiempo promedio entre fallas, el análisis de promedio para reparación y el análisis de fiabilidad de la maquinaria

Indicadores:

Escala de medición:

MTBF (“media de tiempo entre fallos reparables de un producto tecnológico”) MTTR (“es la media de tiempo que se tarda en reparar un sistema”) Fiabilidad

La escala de medición es de tipo ordinal

3.3. Población, muestra y muestreo Población

La población la conformó todas las maquinarias pesadas de la empresa piurana. En total fueron: nueve unidades conformadas en: ocho retroexcavadoras y un cargador frontal. Además, se tiene que la cantidad poblacional de los colaboradores es de 20 personas.

Muestra

La muestra fue conformada por todas las maquinarias pesadas que tienen el índice de

criticidad más alto en la empresa, Siendo las nueve máquinas y la misma cantidad de trabajadores de la cantidad poblacional.

Muestreo

El muestreo de la presente investigación fue aleatorio simple para lograr la participación de los colaboradores que tienen la misma oportunidad de poder intervenir. Y se tomaron en cuenta todas las máquinas pertenecientes a la empresa piurana. Cabe mencionar que Ascón (2021) refirió sobre el muestreo aleatoria simple como el grupo que toma en cuenta a una muestra y la elige según cada individuo al azar para tener su participación. Es decir, cuenta con la misma oportunidad de poder ser escogido para este proceso.

Unidad de análisis

Se consideró a 20 colaboradores de la empresa piurana y las 09 máquinas que tiene a cargo dicha institución.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las que se usaron fueron análisis documental para reunir la información del proyecto de estudio, significando ser un documento que contiene un conjunto de operaciones para tener información de la empresa piurana.

El instrumento fue una la entrevista respecto a la variable plan de mantenimiento preventivo que responde a la realización del índice de mantenimiento preventivo y índice de mantenimiento predictivo.

Respecto a la variable dependiente, se utilizó la lista de cotejo con hallazgos de indicadores de MTBF, MTTF y fiabilidad

Validez

Se realizó el procedimiento de validez con el respaldo de tres profesionales expertos y se les facilito los instrumentos para que puedan ser validados. Es importante mencionar que gracias a la validez en la cantidad muestral permite la aceptación de instrumentos para que pasen por el proceso de validación (Ascón, 2021).

Los resultados de los validadores fueron los siguientes según los instrumentos de medición:

Tabla 1. Listado de expertos y resultado de evaluación

| Expertos | Resultado |
|--|--------------|
| 1ª Mg. Gerardo Sosa Panta | Es aplicable |
| 2ª Mg. Severin Augusto Fahsbender Céspedes | Es aplicable |
| 3ª Mg. Víctor Gerardo Ruidias Àlamo | Es aplicable |

Confiabilidad

Se apoyó la confiabilidad en la utilización del Alfa de Cronbach que se determinó en SPSS, que tuvo como puntaje para la variable de plan de mantenimiento preventivo el resultado de 0.79 siendo confiable, ya que esta cantidad se acerca a la unidad. Y para la variable de disponibilidad tuvo el resultado del 0.86, siendo altamente confiable.

3.5. Procedimientos

Primero se realizó la presentación de una solicitud a la empresa piurana, para pedir los permisos correspondientes y se pueda tomar la aplicación de las técnicas e instrumentos.

Luego se visitó a la empresa piurana para llevar a en primer lugar la encuesta y luego llevar cabo la lista de cotejo y con ello presentar sus resultados en base los objetivos de estudio. Se trabajó con tablas de frecuencias y porcentajes de cumplimiento.

3.6. Método de análisis de datos

El estudio empezó con la realización de estadística descriptiva de variables, diferenciando el antes y el después de resultados de la variable dependiente disponibilidad de la maquinaria pesada. Se utilizó una lista de cotejo con hallazgos de indicadores de MTBF, MTTR y fiabilidad, de igual forma se elaboraron los gráficos estadísticos con estilo de barras, como también el análisis inferencial a la variable dependiente mediante aplicación de estadística de muestras relacionadas a través de T- STUDENT, aplicándose previamente prueba de normalidad en base a Shapiro-Wilk y verificar si los datos siguen un comportamiento paramétrico o no, obteniendo el p-valor o nivel de significancia ($<$ o $>$ a 0.05) y determinar las conclusiones de las hipótesis de estudio.

3.7. Aspectos éticos

Consideró en primer lugar la carta de presentación de la prestigiosa universidad vallejana, junto con las técnicas y herramientas necesarias para trabajarlo en la cantidad muestral de la empresa piurana.

Se consideran aspectos éticos: participación voluntaria de tener aceptación en la empresa piurana para poder llevar a cabo el estudio. Fue un estudio que no tuvo maleficencia y no hubo ningún riesgo o daño involucrado en el estudio.

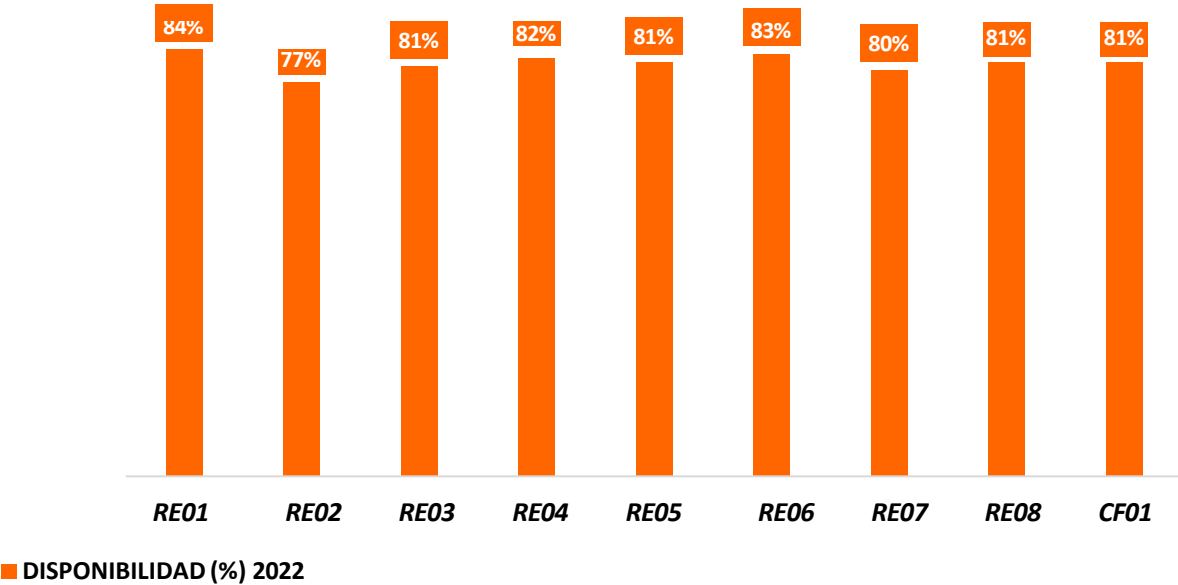
Se informó que los resultados del estudio serían solo manipulados con fines de investigación. No recibiendo beneficio monetario para su desarrollo o de otro tipo. La investigación no contribuyó a la salud del individuo. La información recopilada fue anónima y no pudieron identificar a los participantes. Esta información fue almacenada por los autores interesados en la ejecución del estudio y descartada oportunamente después de un lapso específico.

IV. RESULTADOS

Diagnóstico situacional de la maquinaria pesada.

Se realizó un análisis documental para estudiar el desenvolvimiento de la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa piurana en el año 2022. Para la realización de este diagnóstico se utilizó el acumulado de los reportes de intervenciones de los equipos, donde se plasman todas las paradas por mantenimientos correctivos en los equipos, lo cual se muestra en la figura 1.

Figura 1. Evolución histórica de la disponibilidad desde enero a diciembre del 2022 de la empresa piurana.



Fuente: Guía de entrevista del anexo 7.

En la figura 1 se aprecia que el equipo con mayor disponibilidad es la retroexcavadora 1 con 83.89%. Mientras que el equipo con disponibilidad menor es la retroexcavadora 2 con 77.31%.

En segundo lugar, se hizo la entrevista al gerente de la empresa piurana cuyas respuestas se detallan en la tabla 2:

Tabla 2. Resultado de entrevista al gerente de la empresa piurana.

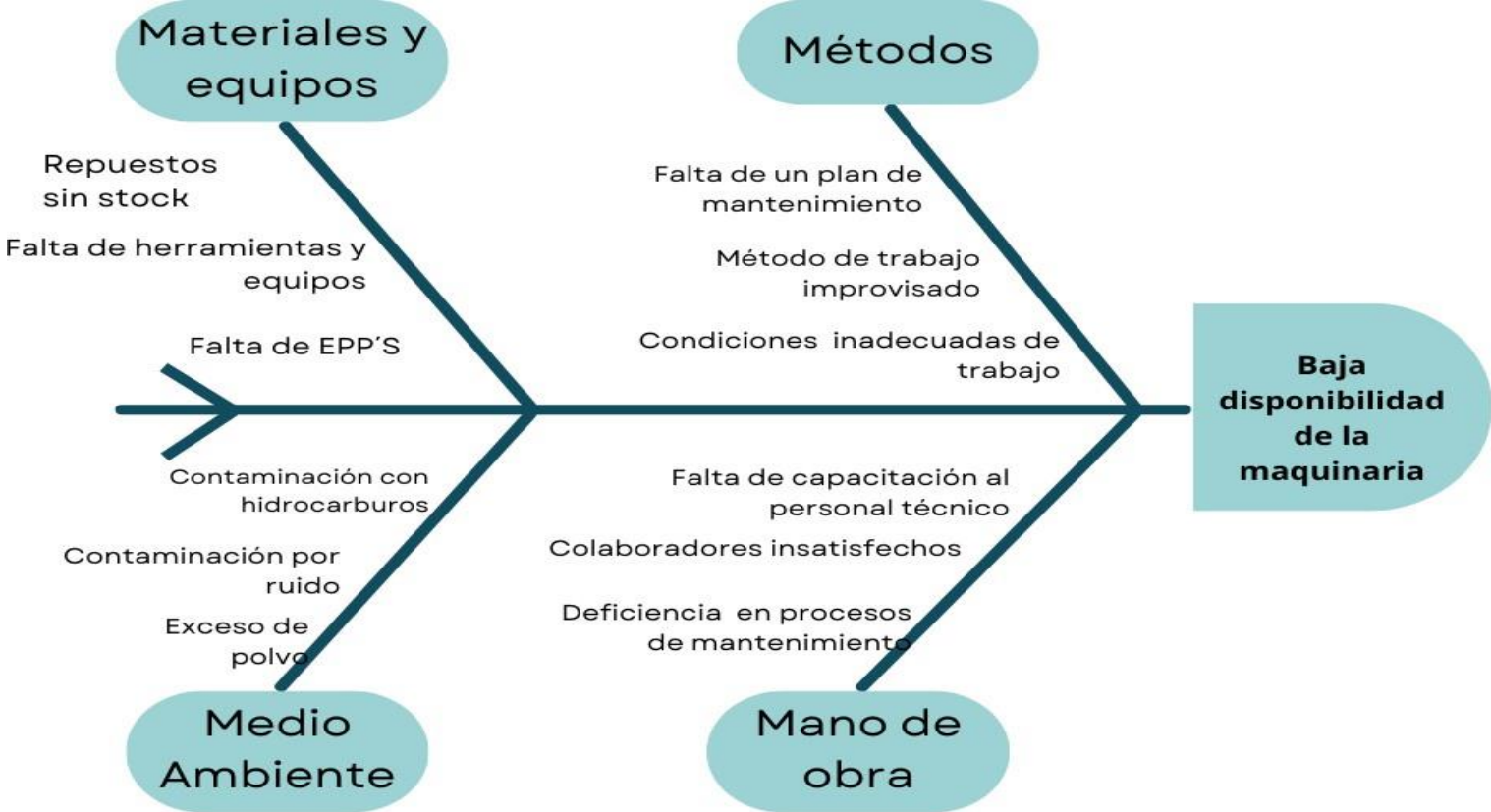
| Preguntas | Respuestas |
|---|--|
| ¿Cuenta con un plan de mantenimiento preventivo empresa piurana? | Actualmente la empresa no cuenta con ningún la plan de mantenimiento. |
| ¿Cómo se realiza la gestión del mantenimiento preventivo en la empresa piurana? | El mantenimiento preventivo se basa en horas de servicio, se toma el horómetro actual de cada equipo y se resta con el horómetro del último mantenimiento. El servicio se realiza cada 250 horas, es un estándar para todos los equipos. Se verifica el stock de filtros, lubricantes y repuestos, que por lo general no contamos con stock y se realiza una compra que puede ser local o nacional de los mismos. Cabe mencionar que el personal técnico carece de elementos de protección personal para realizar algunas actividades que le permita protegerse de la contaminación con hidrocarburos y el ruido excesivo. |
| ¿Se realiza mantenimiento predictivo cada equipo? | No se viene realizando un mantenimiento predictivo en los equipos, puesto que no se cuenta con herramientas y equipos (cámaras termográficas, analizador de vibraciones, videoscopio, etc.) |
| ¿Cómo se obtiene la disponibilidad de los equipos? | La disponibilidad de los equipos se obtiene a través de un histórico de las intervenciones con la duración de las paradas por correctivos y mantenimiento preventivos. |
| ¿Se considera el MTBF para la toma de decisiones? | Contamos con un método de trabajo improvisado que no permite analizar este indicador con la importancia adecuada que tiene la de saber cuál es el equipo que su periodo de falla es muy bajo. |

| | |
|--|---|
| ¿Por qué el MTTR de los equipos es alto? | Esto se debe a que el personal técnico no está debidamente capacitado como quisiéramos, algunos se encuentran insatisfechos y el procedimiento del mantenimiento es deficiente. |
| ¿Por qué los equipos no son fiables? | Los equipos no son confiables porque las condiciones de trabajo son inadecuadas, como exceso de polvo que ocasiona graves problemas en el sistema del motor. |

Fuente: Cuestionario aplicado al gerente general

En la Tabla 2, se plasman las respuestas de la entrevista que se realizó al gerente de la empresa piurana en base a las variables e indicadores de nuestra matriz de operacionalización.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa de la empresa piurana, 2023.



Fuente: Cuestionario aplicado al gerente general

En la figura 2 se muestran causas al problema de baja disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa piurana.

En las causas de método tenemos que no se cuenta con un plan de mantenimiento, las condiciones de trabajo son inadecuadas y que el método de trabajo improvisado. Respecto a las causas de materiales y equipos tenemos el no contar con repuestos en stock, la falta de elementos de protección personal y la falta de herramientas y equipos. En cuanto a medio ambiente se ubica la contaminación con hidrocarburos, la contaminación por ruido y el exceso de polvo.

Finalmente, en las causas de mano de obra está la falta de capacitación al personal técnico, colaboradores insatisfechos y deficiencia en el procedimiento de mantenimiento.

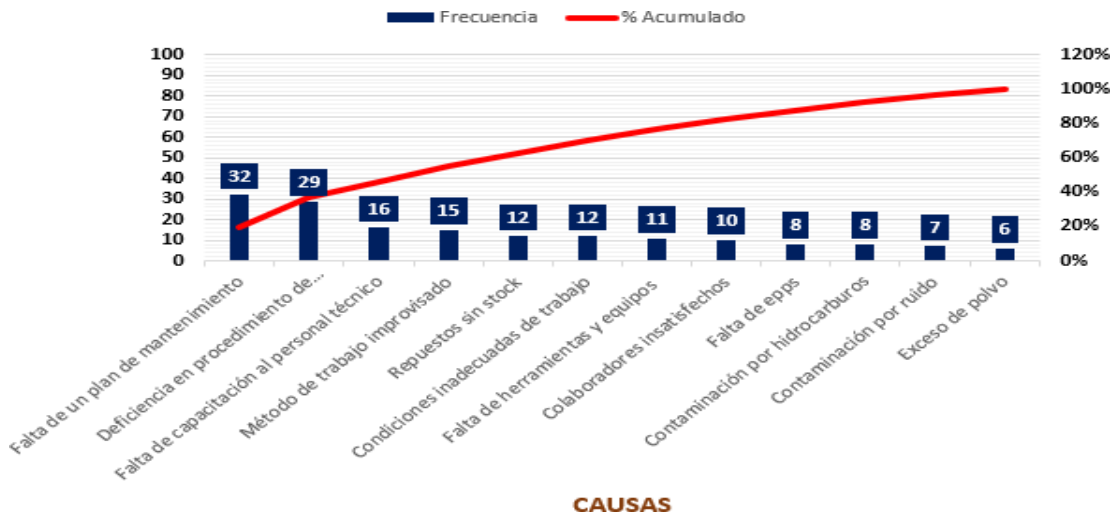
Tabla 3. Matriz de Vester de la empresa piurana, 2023.

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | Frecuencia |
|---|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|------------|
| Falta de capacitación al personal técnico | C1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 16 |
| Deficiencia en procedimiento de mantenimiento | C2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 29 |
| Repuesto sin stock | C3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 12 |
| Falta de herramientas y equipos | C4 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 11 |
| Falta de Epp,s | C5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Falta de un plan de mantenimiento | C6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 32 |
| Método de trabajo improvisado | C7 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| Colaboradores insatisfechos | C8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Condiciones inadecuadas de trabajo | C9 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 12 |
| Contaminación por ruido | C10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Contaminación por hidrocarburos | C11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| Exceso de polvo | C12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 6 |

Fuente: Cuestionario aplicado al gerente general

En la Tabla 3 podemos verificar los causales más comunes son: la falta de un plan de mantenimiento, la deficiencia en procedimientos de mantenimiento y la falta de capacitación al personal, que sería uno de los factores con menos incidencia, pero no de baja importancia, debido a que el cuerpo laboral es conformado principalmente por el capital humano.

Figura 3. Diagrama de Pareto de la empresa piurana, 2023.



Fuente: Cuestionario aplicado al gerente general

En la figura 3 refiere a las principales causas que produzcan el problema de baja disponibilidad de la maquinaria pesada que tiene la empresa piurana siendo la de mayor relevancia la falta de un plan de mantenimiento con 19.28%, seguida de la deficiencia del procedimiento de mantenimiento con 17.47% y la falta de capacitación al personal técnico con 9.64%.

Tiempo promedio entre fallas mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 4. Diferencia del tiempo promedio entre fallas (expresada en horas)

| Equipo | MTBF | | |
|--------|------------------|--------------------|-----------------------|
| | Antes (HORAS) | Después (HORAS) | Diferencia (HORAS) |
| RE01 | 27.04 | 38.50 | 11.46 |
| RE02 | 33.57 | 41.32 | 7.76 |
| RE03 | 18.75 | 41.27 | 22.51 |
| RE04 | 25.41 | 48.66 | 23.25 |
| RE05 | 17.49 | 57.87 | 40.38 |
| RE06 | 21.46 | 51.05 | 29.59 |
| RE07 | 16.95 | 46.09 | 29.14 |

| | | | |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| RE08 | 19.52 | 50.46 | 30.94 |
| CF01 | 19.34 | 31.58 | 12.23 |
| Promedio | 22.17 | 45.20 | 23.03 |

Fuente: Anexo 7a

Podemos determinar que previo a la implementación del plan de mantenimiento el promedio de MTBF es de 22.17 horas y después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo el promedio de MTBF es de 45.20 horas lo que significa una mejora del 23.03 horas.

Contrastación de Hipótesis Específica

Se inicia contrastando la hipótesis específica, para identificar si los valores presentan un comportamiento paramétrico o no paramétrico mediante prueba de normalidad.

Tabla 5. *Prueba de normalidad del tiempo promedio entre fallas*

| | Shapiro-Wilk | | |
|----------------------|---------------------|-----------|-------------|
| | <u>Estadístico</u> | <u>gl</u> | <u>Sig.</u> |
| MTBF_IND_ANT | ,862 | 9 | ,101 |
| MTBF_IND_DESP | ,981 | 9 | ,971 |

Fuente: Software SPSS

Por lo tanto, en la Tabla 5 se percibe que la distribución de los valores según prueba de Shapiro-Wilk en cuanto al indicador MTBF, siguen una distribución normal al obtener valores de significancia mayores al valor estándar aceptado para el estudio de todos los casos (p valor $>$,05). En el contraste de hipótesis se adaptó el método T- Student para pruebas relacionadas.

Luego procedemos a comprobar la hipótesis del objetivo específico:

H₀: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta el tiempo promedio entre fallas

H_A: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo

promedio entre fallas

Tabla 6. Prueba T de muestras emparejadas para indicador MTBF

| | | Diferencias emparejadas | | | | t | gl | Sig. (bilateral) | |
|---|--------------|--|----------|----------------|-----------|-----------|--------|------------------|------|
| | | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | | | | |
| | | Desviación | Media de | | | | | | |
| | | Media | estándar | error estándar | Inferior | Superior | | | |
| P | MTBF_IND_ANT | | | | | | | | |
| a | MTBF_IND_DES | -23,03000 | 10,77052 | 3,59017 | -31,30895 | -14,75105 | -6,415 | 8 | ,000 |

r

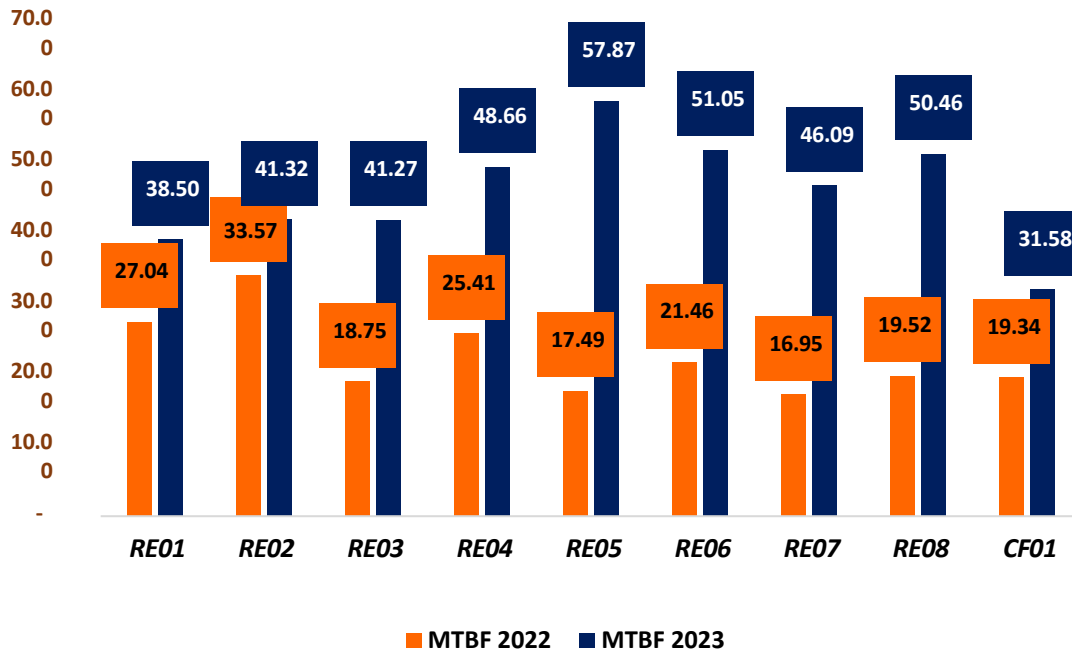
1

Fuente: Software SPSS

Se obtiene que el p. valor es < 0.05 por lo tanto rechazamos la hipótesis considerada nula, y admitimos la hipótesis planteada por el investigador que al aplicar un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo promedio entre fallas

Por último, se realizó un análisis documental para estudiar en qué medida aumenta el tiempo promedio entre fallas de la maquinaria pesada en la empresa piurana desde el mes de enero hasta el mes de agosto del año 2023. Para la realización de esta figura se utilizó el acumulado de reporte de intervenciones de los equipos, donde se plasman todas las paradas por mantenimientos correctivos que han tenido los equipos.

Figura 4. Comparación del tiempo promedio entre fallas del año 2022 y 2023.



Fuente: Tabla 4.

En esta figura podemos apreciar que el equipo que mejoró más su tiempo promedio entre fallas fue la retroexcavadora 5, al tener un aumento del 230% de su MTBF.

Tiempo promedio de reparación mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 7. Diferencia del tiempo promedio de reparación (expresada en horas)

| Equipo | MTRR | | |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | Antes (HORAS) | Después (HORAS) | Diferencia (HORAS) |
| RE01 | 5.19 | 4.48 | 0.71 |
| RE02 | 9.85 | 4.03 | 5.82 |
| RE03 | 4.54 | 4.09 | 0.45 |
| RE04 | 5.55 | 3.70 | 1.85 |
| RE05 | 4.01 | 4.07 | 0.06 |
| RE06 | 4.41 | 4.33 | 0.08 |
| RE07 | 4.28 | 4.00 | 0.28 |
| RE08 | 4.48 | 3.37 | 1.11 |

| | | | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| CF01 | 4.46 | 3.12 | 1.34 |
| Promedio | 5.20 | 3.91 | 1.29 |

Fuente: Anexo 7a y 7b

Según lo obtenido podemos determinar que previo de la implementación el promedio de MTTR es de 5.20 horas y después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo el promedio de MTTR es de 3.91 horas lo que significa una disminución del 1.29 horas.

Contrastación de Hipótesis Específica

Se da inicio contrastando la hipótesis específica para identificar si los valores presentan un comportamiento paramétrico o no paramétrico mediante prueba de normalidad.

Tabla 8. Prueba de Normalidad del tiempo promedio de reparación

| | Shapiro-Wilk | | |
|----------------------|---------------------|-----------|-------------|
| | <u>Estadístico</u> | <u>gl</u> | <u>Sig.</u> |
| MTTR_IND_ANT | ,816 | 9 | ,096 |
| MTTR_IND_DESP | ,928 | 9 | ,459 |

Fuente: Software SPSS

En la Tabla 8 nos indica que la distribución de los valores según prueba de Shapiro-Wilk en cuanto al indicador MTTR, siguen una distribución normal debido a que se obtienen valores de significancia mayores al valor estándar aceptado para el estudio de todos los casos (p valor $>$,05). En el contraste de hipótesis se adaptó el método T-Student para pruebas relacionadas.

Luego procedemos a comprobar la hipótesis del objetivo específico:

H₀: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo no disminuye el promedio de tiempo de reparación.

H_A: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo disminuye el promedio de tiempo de reparación.

Tabla 9. Prueba T de muestras relacionadas para indicador MTTR

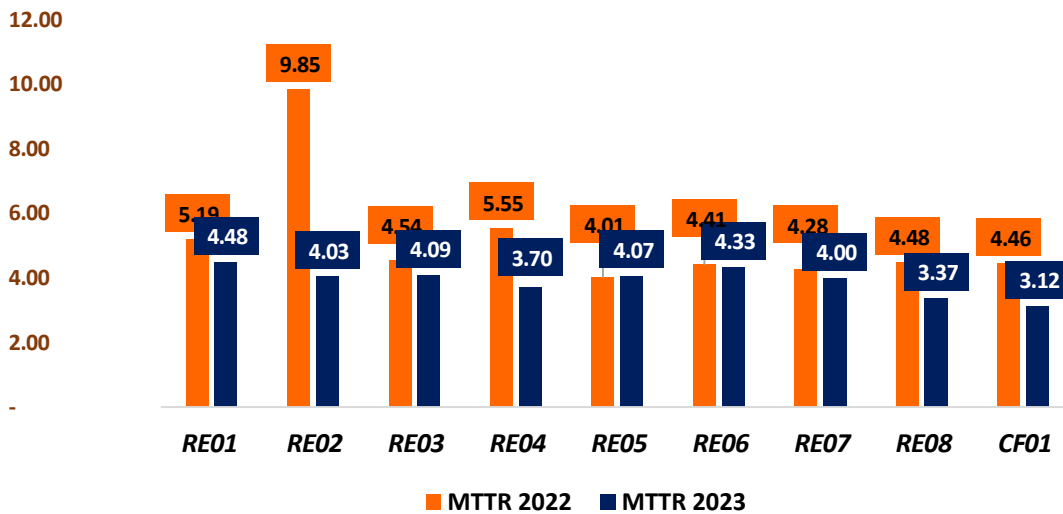
| Par 1 | Diferencias emparejadas | | | | | gl | Sig. (bilateral) | |
|--------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|-------|------------------|------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | Inferior | Superior | | | |
| MTTR_IND_ANT | 1,28667 | 1,81032 | ,60344 | -,10487 | 2,67820 | 2,132 | 8 | ,046 |

Fuente: Software SPSS

Se obtiene que el p-valor es < 0.05 por lo que se descarta la hipótesis nula, aceptando la hipótesis del investigador lo cual indica que un plan de mantenimiento preventivo disminuye el promedio de tiempo de reparación.

Por último, se realizó un análisis documental para estudiar en qué medida disminuye el tiempo promedio de reparación de la maquinaria pesada en la empresa piurana desde el mes de enero hasta el mes de agosto del año 2023. Para la realización de este gráfico se utilizó el acumulado de reporte de intervenciones de los equipos, donde se plasman todas las paradas por mantenimientos correctivos que han tenido los equipos.

Figura 5. Comparación del tiempo promedio de reparación del año 2022 y 2023.



Fuente: Tabla 7.

En esta figura 5 podemos apreciar que el equipo que mejoró más su tiempo promedio de reparación fue la retroexcavadora 2, al disminuir un 60% su MTTR.

Fiabilidad de la maquinaria pesada.

Tabla 10. *Diferencia de la fiabilidad (expresada en porcentaje)*

| Equipo | FIABILIDAD | | |
|-----------------|------------|-------------|----------------|
| | Antes (%) | Después (%) | Diferencia (%) |
| RE01 | 89% | 93% | 4% |
| RE02 | 83% | 94% | 11% |
| RE03 | 85% | 94% | 9% |
| RE04 | 86% | 96% | 9% |
| RE05 | 86% | 97% | 11% |
| RE06 | 88% | 95% | 8% |
| RE07 | 86% | 95% | 9% |
| RE08 | 85% | 97% | 12% |
| CF01 | 85% | 94% | 9% |
| Promedio | 86% | 95% | 9% |

Fuente: Anexo 7a y 7b

Según lo obtenido determinamos que previo a la implementación el promedio de fiabilidad es de 86% y posterior de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo el promedio de fiabilidad es de 95% lo que significa un aumento de 9%.

Contrastación de Hipótesis de objetivo específico

Se inició contrastando la hipótesis específica, para identificar si los valores presentan un comportamiento paramétrico o no paramétrico a través de prueba de normalidad.

Tabla 11. *Prueba de normalidad para el indicador fiabilidad*

| | Shapiro-Wilk | | |
|---------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| FIAB_IND_ANT | ,925 | 9 | ,435 |
| FIAB_IND_DESP | ,912 | 9 | ,327 |

Fuente: Software SPSS

Mientras que, en la Tabla 11 se observa que la distribución de los valores según el

test de Shapiro-Wilk en cuanto al indicador fiabilidad, siguen una distribución normal al obtener valores de significancia mayores al valor estándar aceptado para el estudio de todos los casos (p valor $> ,05$). En el contraste de hipótesis se adaptó el método T-Student para pruebas relacionadas.

Luego procedemos a comprobar la hipótesis del objetivo específico:

H₀: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta la fiabilidad de la empresa piurana.

H_A: La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la fiabilidad de la empresa piurana.

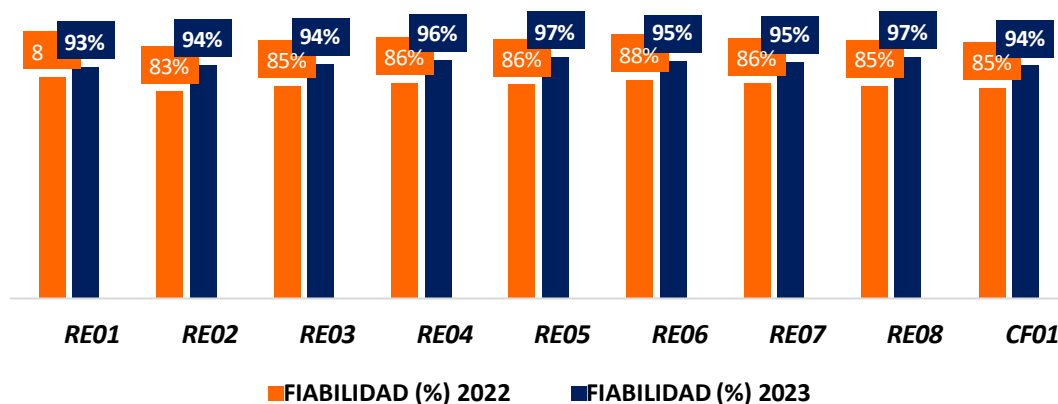
Tabla 12. Prueba T de muestras relacionadas para indicador fiabilidad.

| | | Diferencias emparejadas | | | | | gl | Sig |
|-----------------------|--------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|----------|---------|----|------|
| | | Media de | 95% de intervalo de | | | | | |
| | | Desviación | error | confianza de la diferencia | | | | |
| | | estándar | estándar | Inferior | Superior | | | |
| Par FIAB_IND_ANT | 9,41111 | 2,42097 | ,80699 | -10,97204 | -7,25019 | -11,290 | 8 | ,000 |
| Fuente: Software SPSS | FIAB_IND_DES | | | | | | | |

Se obtiene que el valor de significancia es < 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna que es la del investigador, la cual expresa que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la fiabilidad de la empresa piurana.

Finalmente se realizó un análisis documental para estudiar en qué medida aumenta la fiabilidad de la maquinaria pesada en la empresa piurana desde el mes de enero hasta el mes de agosto del año 2023.

Figura 6. Comparación de la fiabilidad del año 2022 y el año 2023.



Fuente: Tabla 10.

En esta figura 6 podemos apreciar que el equipo que mejoró más su porcentaje de fiabilidad fue la retroexcavadora 8, al pasar de tener 85% en el 2022 a tener una fiabilidad del 97% hasta el mes de agosto del 2023.

Disponibilidad de la maquinaria pesada.

Tabla 13. Diferencia de la disponibilidad (expresada en porcentaje)

| Equipo | DISPONIBILIDAD | | |
|-----------------|----------------|-------------|----------------|
| | Antes (%) | Después (%) | Diferencia (%) |
| RE01 | 84% | 90% | 6% |
| RE02 | 77% | 91% | 14% |
| RE03 | 81% | 91% | 10% |
| RE04 | 82% | 93% | 11% |
| RE05 | 81% | 93% | 12% |
| RE06 | 83% | 92% | 9% |
| RE07 | 80% | 92% | 12% |
| RE08 | 81% | 94% | 12% |
| CF01 | 81% | 91% | 10% |
| Promedio | 81% | 92% | 11% |

Fuente: Anexo 7a y 7b

Según lo obtenido podemos determinar que previo a la implementación el promedio

de disponibilidad es de 81% y luego de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo el promedio de disponibilidad es de 92% lo que significa una mejora del 11%.

Contrastación de Hipótesis General

Se inició contrastando la hipótesis general, para identificar si los valores presentan un comportamiento paramétrico o no paramétrico a través de prueba de normalidad

Tabla 14. Prueba de normalidad para la variable disponibilidad

| | Shapiro-Wilk | | |
|--------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | Gl | Sig. |
| DISP_VD_ANT | ,907 | 9 | ,292 |
| DISP_VD_DESP | ,948 | 9 | ,663 |

Fuente: Software SPSS

En cuanto a la Tabla 14 se aprecia que la distribución de los valores según Shapiro-Wilk con respecto a la variable disponibilidad, siguen una distribución normal al obtener valores de significancia mayores al valor estándar aceptado para el estudio de todos los casos (p valor $>$,05). En el contraste de hipótesis se aplicó el método T-Student para pruebas relacionadas.

Luego procedemos a comprobar la hipótesis general:

H₀: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta la disponibilidad de una empresa piurana, 2023

H_A: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de una empresa piurana, 2023

Tabla 15. Prueba T de muestras relacionadas para la variable dependiente disponibilidad

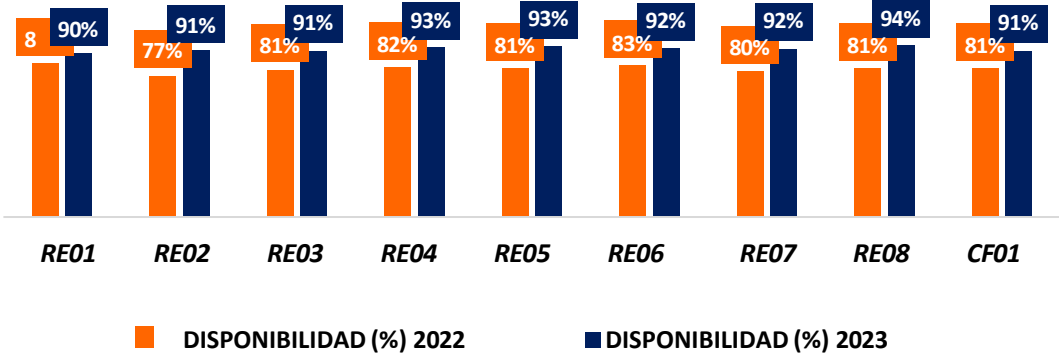
| | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|-------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|---------|----|------------------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | Inferior | Superior | | | |
| DISP_VD_ANT | -10,77778 | 2,38630 | ,79543 | -12,61205 | -8,94350 | -13,550 | 8 | ,000 |
| DISP_VD_DES | | | | | | | | |

Fuente: Software SPSS

Se obtiene que el p. valor es < 0.05 por lo que descartamos la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna que es la del investigador, la cual indica que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de una empresa piurana, 2023

Se realizó un análisis documental para estudiar en qué medida aumenta la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa piurana desde el mes de enero hasta el mes de agosto del año 2023.

Figura 7. Comparación de la disponibilidad del año 2022 y el año 2023.



Fuente: Tabla 13.

En esta figura podemos apreciar que el equipo que mejoró más su disponibilidad de fue la retroexcavadora 2, al pasar de tener 77% en el 2022 a tener una disponibilidad del 91% hasta el mes de agosto del 2023.

V. DISCUSIÓN

El primer objetivo específico consistió en elaborar el diagnóstico situacional de maquinaria pesada en una empresa piurana, 2023. Un plan de mantenimiento está basado en realizar una explicación de las deficiencias y limitaciones que tienen las maquinarias a través de un diagnóstico situacional que detalle sobre el mal funcionamiento y fallas de vida útil que pueda haber generado cada máquina (León y León, 2022). En cuanto a resultados se obtuvo mediante la guía de entrevista consultada al gerente general que las maquinarias se encontraban sin mantenimiento predictivo ni preventivo, por lo que ante esta situación actuaban de manera improvisada generando inconformidad al personal y retrasando la productividad de la empresa, esto guarda relación con lo encontrado por Centeno (2023) quién encontró en el estudio que las maquinarias presentaban fallas en los sistemas, no contando con actividades de mantenimiento y que ante una implementación de plan de mantenimiento se obtendría una mejora visualizando vehículos y máquinas en buen estado asegurando aumento de la producción y disponibilidad de éstas.

Mientras que el segundo objetivo específico es determinar en qué medida aumenta el tiempo promedio entre fallas mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo. Según la teoría del mantenimiento industrial destaca al mantenimiento preventivo como una estrategia donde se realizan intervenciones periódicas con el fin de revisar, reparar o reemplazar componentes que eviten fallas continuas aumentando su vida útil y reduciendo el tiempo entre fallas (Alba, 2019). Como resultado obtuvimos mediante estadística inferencial que el promedio del tiempo entre fallas antes de la implementación es de 22.17 horas, luego de la aplicación 45.20 horas, visualizando una diferencia notoria de 23.03 horas considerada una mejora productiva. Esto mismo lo confirma la estadística a través del sistema SPSS en donde se obtiene un p-valor ≤ 0.05 que asegura que existe una reducción en el tiempo de fallas favoreciendo a la disponibilidad de la maquinaria. Esto es contrastado con lo encontrado por Campos y Ruiz (2023) donde menciona que la implementación del plan de mantenimiento maximizó la vida útil de los componentes que presentaron mayor número de fallas.

Asimismo, con el tercer objetivo específico de determinar en qué medida disminuye el tiempo promedio de reparación mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo. La importancia de encontrar y corregir inconvenientes y así determinar las fallas que puedan provocarlas y manifestarlo al personal operario especializado en mantenimiento con el fin de reparar dicha problemática según la teoría de (Benavides 2022). Según lo obtenido por estadística inferencial antes de la implementación del plan el tiempo promedio de reparación era de 5.20 horas, luego de la aplicación del plan un promedio de 3.91 horas, verificando una diferencia de reducción a 1.29 horas, lo cual es corroborado por el p-valor ≤ 0.05 obtenido por contrastación de hipótesis que indica que la implementación del plan de mantenimiento preventivo reduce el tiempo de reparación de una maquinaria pesada, guardando relación con lo obtenido por Solís et al (2019) donde obtuvo como conclusión que toda empresa debe recopilar información que se obtenga mediante ejecución, rendimiento, costos y estado de las maquinarias, permitiendo conocer fallas futuras y puedan prevenirse.

Finalmente, el cuarto objetivo específico que es determinar en qué medida aumenta la fiabilidad mediante la aplicación del plan de mantenimiento preventivo. La teoría del plan de gestión de mantenimiento considera al plan de mantenimiento preventivo como eficiente, eficaz, organizado y coherente (Ascón, 2023). Obteniendo como resultado a través de estadística inferencial que el promedio de fiabilidad antes de la implementación del plan era de un 86%, luego de la aplicación un 95%, con una diferencia positiva del 9% confirmado por datos estadísticos mediante spss donde el p-valor es ≤ 0.05 que confirma que la implementación de un plan de mantenimiento productivo aumenta la fiabilidad de la maquinaria, guardando relación con lo encontrado por González & Pabon (2018) donde obtuvieron que la implementación de un plan de mantenimiento incrementa la eficiencia de los sistemas de producción, reduciendo contaminación ambiental y brindando mayor seguridad al personal. Con respecto al objetivo general del estudio que es la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de una empresa piurana, 2023. Un programa de mantenimiento preventivo establece expectativas y un plan de protección para los equipos e instalaciones mediante su aplicación, revisión y limpieza garantizando un funcionamiento adecuado y asegurando la disponibilidad de una

maquinaria operativa (Flores y Chuquipoma, 2019). Para ello los resultados obtenidos mediante estadística inferencial fueron que el promedio de disponibilidad antes de la implementación del plan de mantenimiento era de 81% y después de la implementación un aumento al 92% obteniendo una mejora del 11%, lo confirmado por análisis estadístico donde se obtuvo un p-valor ≤ 0.05 por lo que acepta la hipótesis general donde se determina que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de una maquinaria pesada, relacionado con lo obtenido por Mago y Rocha (2021) que obtuvieron que el desarrollo de un plan preventivo reduce la pérdida de ganancias y aumenta la productividad a largo plazo si se realiza la inversión en la implementación de un plan de mantenimiento.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que, según la entrevista brindada por el gerente general, era necesario la implementación de un plan de mantenimiento preventivo debido a la improvisación que se manejaba hasta ese momento, encontrándose factores que producían retraso en la producción de las maquinarias pesada y por lo tanto un déficit en cuanto a sus bienes de mantenimiento y parámetros como MTBF, MTTR y fiabilidad que perjudicaba la disponibilidad de sus unidades.

En cuanto a la disponibilidad de las maquinarias, se realizó una comparación entre el año 2022 y 2023, obteniendo que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la perspectiva de la empresa piurana, por lo que se obtendría mejores resultados, siendo los procesos más organizados, coherentes y planeados.

Se obtiene mediante estadística descriptiva la afirmación de las hipótesis tanto general como específica debido a que se obtiene que el p- valor es < 0.05 confirmando la hipótesis del autor, determinando que favorece la continuación de una implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa

VII. RECOMENDACIONES

A la empresa piurana, se le recomienda mantener la implementación del plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de sus maquinarias pesadas con el fin de optimizar resultados, disminuyendo los tiempos de reparación y aumentando el tiempo promedio entre fallas que se puedan dar por cada máquina dependiendo de cada modelo.

A la empresa, brindar al personal los elementos de protección personal para evitar la contaminación por hidrocarburos al momento de realizar el mantenimiento y transmitir de esa manera la seguridad que necesitan para realizar actividades eficaces y seguras.

A la empresa, contar con un stock considerable de materiales relacionados al correcto mantenimiento de una maquinaria pesada como lubricantes, refrigerantes o repuestos que permitan actuar de manera inmediata ante cualquier necesidad que se presente, aumentando así la disponibilidad y correcto funcionamiento de la maquinaria a utilizar.

Al gerente general, coordinar constantes seguimientos luego de la implementación del plan de mantenimiento preventivo que permita conocer si los resultados obtenidos son óptimos y esperados en mejoría de la empresa.

Al gerente general, comunicar y organizar reuniones con inversionistas o socios de la empresa piurana con el fin de transmitir y explicar la diferencia de resultados obtenidos que benefician a la empresa evitando un trabajo improvisado y poco eficiente.

Al personal operario y de mantenimiento, exigir capacitaciones para mantenerse informado de últimas actualizaciones en temas relacionados a mejorar la producción y que permitan aumentar la eficiencia de la maquinaria pesada en favor de la empresa.

REFERENCIAS

- Andina. (2021). Obtenido de Sector mantenimiento avanzo el 2020 en medio de la pandemia:<https://www.eleconomistaamerica.pe/empresas-eAmperu/noticias/11069172/02/21/Sector-mantenimiento-avanzo-el-2020-en-mediode-la-pandemia.html>
- Andrade, Adrián M.; A. DEL RIO, César E ALVEAR, Daissy L.. Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. Inf. tecnol. [online]. 2019, vol.30, n.3, pp.83-94. ISSN 0718-0764. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>.
- Achancaray-Chavez David y José Leandro-Fabián (2019). Plan de negocios de una empresa de servicios de mantenimiento de maquinaria pesada. Repositorio UDEP.https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4445/MDE_1917.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Ala Infa, Rolando (2022). Plan De Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad Para Mejorar El Factor De Disponibilidad mecánica De Los Buses De La Empresa 3 De Octubre S.A., En La Ciudad De Arequipa – 2022. REPOSITORIO UASF. <https://repositorio.uasf.edu.pe/bitstream/20.500.14179/781/1/TESIS%20ALA%20NFA.pdf>
- Álamo Santamaría Santiago (2018). INCIDENCIA DE LA OPERATIVIDAD Y CONFIABILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA OBRAINSA SUPERCONCRETO S.A.OLMOS, 2018. REPOSITORIO USS.<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5317/%C3%81Iamo%20Santamar%C3%ADa%20Santiago.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alavedra Flores C, et al (2017). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Repositorio UCV. <file:///C:/Users/ccruzadoe/Downloads/529-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4727-1-10-20170419.pdf>
- Alba Rosale, F. Y., & Chinchay Guerrero,W. E. (2019). Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos - unidad cuidados

intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz, 2018.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41227/Alba_RFY-Chinchay_GWE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Alburqueque Esteves Carmen Eugenia (2017). Implementación de un sistema de control y mantenimiento de equipos y maquinarias para optimizar la atención de incidencias técnicas en la empresa prestadora de servicios e.p.s grau s.a sullana, 2016.Repositorio ucv.

http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/1936/OPTIMIZACION_INCIDENCIAS_ALBURQUEQUE_ESTEBES_CARMEN_EUGENIA.pdf?sequence=1

- Alvarez Moncada, Kevin Jhoan y Mejia Meliton, Marvin (2022) Optimización del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en camiones HD785-7,2021.Repositorio

UCV.https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/97357/Alvarez_MKJ-Mejia_MM-SD.pdf?sequence=1

- Arieta Padilla Jean Pierre (2020). Diseño e implementación de un plan de mantenimiento para mejorar la productividad de la flota de vehículos de la empresa Harsco Metals Perú S.A.. Repositorio Universidad Inca Garcilaso De La Vega.
http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/6694/Suficiencia_AR_IETA_PADILLA_%20JEAN_PIERRE%20%283%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Arroyo Vaca, C. S., & Obando Quito, R. F., (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. E-IDEA Journal of Engineering Science, 4 (10), 59- 69. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>

- Ascón Rojas, Mary Hellen. Y Rossell Rodríguez, Andrés Teodocio (2021) Plan de mantenimiento preventivo para incrementar el rendimiento total de la maquinaria pesada en la empresa JAR Agregados Y Servicios EIRL, Cajamarca 2021.Repositorio UPAO..

https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/8754/1/REP_MARY.ASC

[%c3%93N ANDR%c3%89S.ROSSELL PLAN.DE.MANTENIMIENTO.PREVENTIVO.pdf](#)

- AQUINO MANYA, Wilder y Steve ATALAYA CASTREJON. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de la empresa GLOBALTRUCK E.I.R.L- 2018-2019 [en línea]. Cajamarca, 2020 [consultado el 15 de abril de 2023]. Disponible en:

[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26312/Aquino%20Manya%20Wilder Atalaya%20Castrejon%20Steve.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26312/Aquino%20Manya%20Wilder%20Atalaya%20Castrejon%20Steve.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Ayulo Chavez Mario Ricardo y Cubas Medina John Robert (2023). Diseño de plan de mantenimiento para reducir costos de mantenimiento de máquinas en la empresa Santa Patricia S.A. Repositorio Universidad San Ignacio de Loyola. [file:///C:/Users/ccruzadoe/Downloads/2023-Ayulo%20Chavez%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ccruzadoe/Downloads/2023-Ayulo%20Chavez%20(1).pdf)

- Avalos Medina, Fermin y Avila Davila Cosme Alex (2019). Aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la maquinaria pesada. Empresa comunidad campesina Ango Raju. Huaraz. 2018. Repositorio UCV. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38465/Avalos MF-Avila DCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38465/Avalos_MF-Avila_DCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Bancayan Periche, Santiago (2020). Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para mejorar La Disponibilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Vice. Repositorio UCV. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/70229/Bancayan P S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/70229/Bancayan_P_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Benavides Vásquez Luis Miguel (2021). Propuesta de un Plan de mantenimiento Preventivo Aplicado a la Maquinaria Pesada de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, Provincia de Utcubamba – Amazonas. Repositorio Universidad Técnica Amazónica.

https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/142/TESIS_BENAVI DES%20VASQUEZ_LUIS%20MIGUEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Campos Esquen Bruno Alonso Y Ruíz Yover Ubelser (2023). Mejora del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los camiones

mineros de una empresa minera ubicada en la región Ancash. Repositorio Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28753/Campos%20Esquen%20c%20Bruno%20Alonso%20-%20Ru%c3%adz%20Ru%c3%adz%2c%20Yover%20Ubelser-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Candama Sandoval, S. Mulford Cerpa, B. Mendoza Carrillo, C. Gómez Ramírez, A. Troncoso Palacio "Propuesta para mejorar el tiempo de permanencia de maquinaria pesada en talleres de mantenimiento", BILO, vol. 2, no. 1, 2020. DOI: <http://doi.org/10.17981/bilo.2.1.2020.12>

- Calderon Blanco Juan David (2020). Gestión De Mantenimiento Preventivo Como Herramienta Para La Optimización De Procesos En La Industria. Repositorio Universidad De Pamplona. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5679/1/Calderon_2021_TG.pdf

- Carvalho, Polliany Lopes; Viego, Valentina. Productividad Laboral En La Industria De Argentina Y Brasil Entre 2004 Y 2015: Factores Globales, Sectoriales Y Locales. Textos De Economía, 2021, VOL. 24, NO 1, P. 1-22.

- CENTENO BATALLANOS, Jubitssa Milagros. Mejorar la disponibilidad de equipos de Camión Grúa aplicando la Teoría de Restricciones para el servicio en unidades mineras del Sur del Perú" [en línea]. 2021.

Disponible en:

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4384/Jubitssa_Centeno_Gilmar_Leon_Tesis_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Clemente Mendoza, María Cristina Y Martinez Gamarra, Jhordy Dino (2020). Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa Grupo Señor de Pomallucay S.R.L., Huaraz - 2020.Repositorio UCV.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57945/Clemente_Mc-Martinez_GJD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Corchuelo Bolaños José María , Forero Méndez William, Graterol González César Augusto (2021). Propuesta de diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas flejadoras verticales R10 OMS del Parque Industrial Corona S.A.S Sopó.RepositorioUniversidad ECCI.
<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2967/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz Campos Jimmy Hans (2023)Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Héroes del Cenepa S.R.L, provincia de Utcubamba Amazonas.Repositorio Universidad Politécnica Amazónica,
[https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/166/TESIS_CRUZ CAMPOS JIMMY HANS.pdf?sequence=1](https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/166/TESIS_CRUZ_CAMPOS_JIMMY_HANS.pdf?sequence=1)
- DE LA ROSA SALDAÑA, Carmen Irene. “DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO EN UNA PLANTA MINERA, 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24370/De%20la%20Rosa%20Saldaña,%20Carmen%20Irene%20-%20Torres%20Hidalgo,%20Silver%20Donal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Disete. (2020). Obtenido de ¿Qué pasa si tu empresa no hace mantenimiento preventivo de los sistemas?: <https://disete.com/que-pasa-si-tuempresa-no-hace-mantenimiento-preventivo-de-los-sistemas/>
- Fernandez Heredia, Blanca Lizeth y Neyra Nieto, Maria Zaratine (2021). Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa ROAD SOLUTIONS E.I.R.L –2020.
Repositorio SS.<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8855/Fernandez%20Heredia%20C%20Blanca%20%26%20Neyra%20Nieto%20C%20Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores Delgado, Nixon Wagner, Chuquipoma Flores, Nelso (2022)Plan de Mantenimiento Preventivo para Aumentar la Disponibilidad de la Maquinaria Pesada

en la Empresa Servicios Generales “Viviana E.I.R.L., Distrito Huarmaca – Piura.
Repositorio Universidad Nacional de Jaen.

[http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/419/5/Flores_DNW_Chquipoma_FN.p df](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/419/5/Flores_DNW_Chquipoma_FN.pdf)

- Flores, Kenlly & Barahona, Jesús & Coronado, Manuel. (2020). Gestión Por Procesos Para Incrementar La Productividad En La Empresa “Comercio Industria Y Servicios GMV E.I.R.L.”. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación. 7. 10.26495/icti.v7i1.1355

- Gavidia, J. Gutierrez, L. (2022). Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa Compubordado. INGnosis, vol. 4, no. 01,pp.64-77.Disponible en:

<https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/1576/1391>

- Geronimo Antonio, Victor Manuel y RUIZ SANTIAGO, Lorena Ivette. Uso de la infraestructura y productividad del puerto de Veracruz en México, 2002-2020. Anál. econ. [online]. 2022, vol.37, n.94 [citado 2023-05-13], pp.201-220. Disponible en:

<[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-66552022000100201&lng=es&nrm=iso)

66552022000100201&lng=es&nrm=iso>. Epub 08-Abr-2022. ISSN 2448-6655.

<https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2022v37n94/geronimo>

- González González Germán Alberto, Fajardo Arévalo Sergio Arturo, Rincón Bello Román Bayardo (2018). Propuesta para la implementación de estrategias de mantenimiento a equipos y herramientas de los centros de servicio y servicios in-house de la empresa Automundial S.A. Repositrio Universidad ECCI.

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3013/Trabajo%20de%20grado>

[.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3013/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Gómez Coello, R. D. (2021). Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa “Facalsa” de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(5), 7798-7807.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.876

- Guerra-López, Esmilka; Oca-Risco, Alexis Montes de. Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería. Boletín de Ciencias de la Tierra, 2019, no 45, p. 14-21.

- Gutiérrez Suárez, Tony Javier (2022). Gestión del mantenimiento para la maquinaria de la constructora Pérez Boggianovich S.A. Repositorio Universidad Nacional de Trujillo. [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16345/Guti%
c3%a9rrez%20Su%
c3%a1rez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16345/Guti%c3%a9rrez%20Su%c3%a1rez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Herrera, H. (2021). Plan de Mantenimiento Preventivo, Predictivo de Maquinaria Pesada de la Municipalidad Mariano Melgar de Arequipa, en el Periodo 2020-2021. Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.uasf.edu.pe/handle/UASF/498>
- Huaraca Espiritu Eder Junior (2019). METODOLOGÍA TPM APLICADO EN LA INDUSTRIA DE MAQUINARIA PESADA. Repositorio Universidad Privada del Norte, Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24877/Huaraca%20Espiritu%2c%20Eder%20Junior.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez Abanto, M. E., & Candela Esteban, L. A. (2020). Implementación de un plan estratégico y diseño de gestión administrativa en la empresa Lalo's Taller de Joyería y Platería E.I.R.L.
- Llerena Butrón Carla Teresa (2019). Análisis de Gestión Logística de Mantenimiento en Empresas de Maquinaria Pesada que Realizan Movimiento de Tierras, Para el Desarrollo de una Política de Mantenimiento Basada en La Confiabilidad. Universidad Católica San Pablo. [https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16055/1/LLERENA_BUTRON_CAR
MAN.pdf](https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16055/1/LLERENA_BUTRON_CAR_MAN.pdf)
- León y León. (2022). Propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria Pesada y Equipo Caminero para el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Tarqui. Ecuador. Recuperado el enero de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21588/1/UPS-CT009492.pdf>
- Lévano Milagros Estefanía y Chávez Rojas Mónica (2021) Propuesta de mejora del proceso de mantenimiento en un taller mecánico, aplicando la metodología de Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad en una empresa de transporte urbano. Repositorio ESAN. https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2431/2021_IIC_21-

[1_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

- López Rodríguez, Edison Rolando. “Disponibilidad de equipos productivos y periféricos del proceso de fabricación de galletas y confites en la empresa galcondor cía. Ltda [en línea]. Universidad técnica de Ambato, 2018. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27816/1/Tesis_%20t1390id.pdf

- Macedo Nima, D. D. & López Palacios, F. A. (2020). “Modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad en equipos subterráneos en una empresa de mediana minería en Ayacucho Perú, utilizando RCM. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653812/Macedo_ND.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Machado Orges Carlos Alberto, David Xavier Carlosama Galeano y Edwin Patricio Ortega (2018): “Diseño e implementación de métodos y herramientas del estudio del trabajo para el mejoramiento de productividad de la empresa Prointer S.A”, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (febrero 2018).

- Méndez Cruz, Oscar (2020). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la flota de transportes de constructora ferretera San Antonio S.R.L.. Repositorio UNPRG.

<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8306/BC-4705%20HERRERA%20VASQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Mercado Julca, José Luis (2022). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos del área de maquinaria y equipos EDICAS SAC Contorratistas Generales, Trujillo 2022.Repositorio UCV. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Mercado_JJL-SD.pdf

- Meza Huayta Luis Miguel (2020) Plan de mantenimiento preventivo apoyado en el RCM para mejorar el rendimiento de disponibilidad mecánica maquinaria pesada excavadora CAT 336 – Compañía Minera Raura S. A. 2019. Repositorio Universidad Continental.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8061/2/IV_FIN_111_TI_Meza_Huayta_2020.pdf

- Montiel, Alberto Gregorio Castellano; Suárez, Andrés Felipe Orozco. Análisis De La Productividad Total De Los Factores En Colombia (1950-2017). América Latina Hoy, 2022, VOL. 90, P. 161-177.

- Motorex. (2019). Obtenido de Las Consecuencias de no Realizar un Mantenimiento: <https://www.motorex.com.pe/blog/consecuencias-de-norealizar-mantenimiento/>

- MUGMAL, J., 2017. Organización del trabajo a través de ingeniería de métodos y estudio de tiempos para incrementar la productividad en el área de post-cosecha de la empresa florícola Lottus Flowers. Universidad Técnica del Norte, vol. 1, no.01, pp. 2-10. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6331>

- Muñoz Licera Carlos Juan (2023). Mantenimiento preventivo basado en la criticidad para el cargador frontal 950H, Equipo de Tecsup – Trujillo. Repositorio Universidad Nacional de Trujillo.

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16356/Mu%c3%b1oz%20Licera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Muñoz Choque, A. M. (2021). ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD Revista Enfoques, 5(17), 40–54. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v5i17.104>

- Paredes Cruz José Jacson (2019). Sistema de gestión del mantenimiento en base al TPM para aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa UNIMAQ s.a. Repositorio UCV.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33742/paredes_cj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Parra Quispe Alberto Leopoldo (2019). Análisis del metrado de las tareas de mantenimiento preventivo para la mejora de la disponibilidad mecánica de los equipos auxiliares en la Compañía Minera Antamina Perú, 2019. RPOSITORIO U.CONTINENTAL.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8392/4/IV_FIN_108_TI_Parra_Quispe_2019.pdf

- Peña, Miguel. (2021). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Aluminios y Vidrios Estructurales S.A.S.. Universidad Agustiniana. Vol. 8. no. 02, pp. 12-51. Disponible en: <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/1880>

- Pillaca Faustino Luis Eduardo (2017). Implementación del mantenimiento preventivo de maquinaria pesada para incrementar la productividad, área de servicio técnico empresa komatsu mitsui callao - 2017. REPOSITORIO UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21552/Pillaca_FLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Reyes Vega, Brayan José (2022) Desarrollo de una aplicación web para mejorar la administración de la información del área mantenimiento y operación de maquinarias de la empresa prestadora de servicios pecuarios psp S.A.C. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2022. Disponible en: http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/7287/tesis_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Reynoso Calzada Junior Steven (2021). 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. Repositorio Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9748/4/IV_FIN_111_TE_Reynoso_Calzada_2021.pdf

- Rivera Quintana, Héctor Fernando (2021). Implementación de planes de inspecciones predictivas, mecánicas, eléctricas e instrumentación de las actividades del área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de la planta ore sorting de la empresa minera San Rafael Minsur 2020. 2021 disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7793/Rivera%20Quintana%20Héctor%20Fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Roa Sánchez Andrés Felipe, Gavilán Martínez Pablo Emilio y Moreno Cubillos Alejandro (2023). Propuesta plan de mejora para incrementar la disponibilidad de los

cargadores Caterpillar en una empresa productora de concreto en la ciudad de Bogotá. Repositorio Especialización en Gerencia de Mantenimiento. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3352/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rómel G. Solís-Carcaño, J. Nicolás Zaragoza-Grifé, J. Antonio González-Fajardo (2019). GESTIÓN DE LAS MAQUINARIAS DE CONSTRUCCIÓN. Repositorio Universidad Autónoma de Yucatán. <https://www.redalyc.org/journal/467/46761359008/html/>

- Rosales Velásquez, Rubí Ingrid Stefany (2017). Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área Lavadero Salinas de la empresa DELISHELL S.A.C. Repositorio San Pedro. http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8266/Tesis_56380.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Salas Aguilar Richard (2020). Propuesta del plan de mantenimiento en el taller de maquinaria pesada de la Empresa Minera Castor, Ancash 2020. Repositorio Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8683/4/IV_FIN_111_TI_Salas_Aguilar_2020.pdf

- Solís-Carcaño Romel, J. Nicolás Zaragoza-Grifé, J. Antonio González-Fajardo (2019). Gestión de las maquinarias de construcción. Repositorio Universidad Autónoma de Yucatán. <https://www.redalyc.org/journal/467/46761359008/html/>

- SUAREZ ARENAS, Ericsson. Mantenimiento Preventivo para mejorar la Disponibilidad de Equipos en la Empresa Petramás SAC –Ate 2018 [en línea]. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, 2018. Disponible

en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35142>

- Torre Dongo Abelardo Jonathan (2021) Implementación de un plan de

mantenimiento preventivo para aumentar la productividad de la empresa CORPOMEOTOR S.R.L. Lima 2021. Repositorio Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28211/Torre%20Dongo%2c%20Abelardo%20Jonathan.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Universidad Antonio Nariño: Propuesta de mejoramiento en la logística de almacenamiento y manejo de materiales para el área de mantenimiento de la línea de formado en Tenaris Tubocaribe. (s.f.). Universidad Antonio Nariño: Página de inicio. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/4646>

- Valverde Obregón Abel Dino (2021). Plan De Mantenimiento Preventivo Para Maquinaria Pesada En Minerachinalco PERU S.A. Repositorio Universidad Nacional

el
Callao. http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5884/TESIS_MAESTR%C3%8DA_VALVERDE%20OBREGON_FIME_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Velázquez-Mancilla, Jorge Enrique, FIERRO-XOCHITOTOTL, María Concepción y CHÁVEZMEDINA, Juan. Estandarización del proceso de confección, a través de la ingeniería de métodos, para aumentar la productividad, en una empresa del ramo textil en el estado de Puebla. Revista de Ingeniería Industrial. 2020. 4-13:1-7.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Operacionalización de Variables

| Variable | Definición Conceptual | Dimensiones | Indicadores | Sub Indicador | Escala de Medición |
|---|---|---|--|---|--------------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE Plan de mantenimiento preventivo | Documento técnico que comprende un enfoque proactivo de mantenimiento y mejora de la maquinaria pesada, evita reparaciones mayores y reduce costos. Álvarez y Mejía (2022), Ascón y Rosel (2021) | Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Predictivo | Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo Índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo | <u><i>Tareas ejecutadas</i></u> <u><i>Tareas planificadas</i></u> <u><i>Insp programadas ejecutadas</i></u> <u><i>Inspecciones programadas</i></u> | |
| VARIABLE DEPENDIENTE Disponibilidad de la maquinaria | Tiempo que está disponible, es decir el tiempo en el que se programó para todas las actividades implicando el de mantenimiento preventivo o mantenimiento predictivo, pero no se considera el tiempo intervenido en curativos ni en paradas por fallas. Carranza et al (2019) | Tiempo promedio entre fallas Tiempo promedio para reparación Fiabilidad de la maquinaria | MTBF MTTR Fiabilidad | <u><i>Tiempo total de operación</i></u> <u><i>Número total de fallas</i></u> <u><i>Tiempo total de reparación</i></u> <u><i>Número total de fallas</i></u> <u><i>H totales - H mantto no programdo</i></u> <u><i>Horas totales</i></u> | RAZÓN |

ANEXO 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

GUÍA DE ENTREVISTA

Estimado participante, agradecer primeramente su colaboración y aclararle que dicha entrevista es anónima y con fines netamente académicos.

Instrucciones: La entrevista consta de 07 preguntas. Por favor responda con toda la sinceridad posible según su experiencia:

Pregunta 01: ¿Cuenta con un plan de mantenimiento preventivo la empresa piurana?

Pregunta 02: ¿Cómo se realiza la gestión del mantenimiento preventivo en la empresa piurana?

Pregunta 03: ¿Se realiza mantenimiento predictivo cada equipo?

Pregunta 04: ¿Cómo se obtiene la disponibilidad de los equipos?

Pregunta 05: ¿Se considera el MTBF para la toma de decisiones

Pregunta 06: ¿Por qué el MTTR de los equipos es alto?

Pregunta 07: ¿Por qué los equipos no son fiables?

¡Muchas Gracias!

LISTA DE COTEJO PARA MTBF

| Máquina | Indicador: tiempo promedio entre fallas | RESULTADO (Indicador MTBF) |
|--|--|---------------------------------------|
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420D | Tiempo total de operación (Ene - Dic 2022): _____ Número total de paradas: | $\frac{\text{Horas}}{\text{Paradas}}$ |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420D | Tiempo total de operación (Ene - Dic 2022): _____ Número total de paradas: | $\frac{\text{Horas}}{\text{Paradas}}$ |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 430D-IT | Tiempo total de operación (Ene - Dic 2022): _____ Número total de paradas: | $\frac{\text{Horas}}{\text{Paradas}}$ |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420F | Tiempo total de operación (Ene - Dic 2022): _____ Número total de paradas: | $\frac{\text{Horas}}{\text{Paradas}}$ |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420F | Tiempo total de operación (Ene - Dic 2022): _____ Número total de paradas: | $\frac{\text{Horas}}{\text{Paradas}}$ |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420F2 | Tiempo total de operación (Ene - Dic 2022): _____ Número total de paradas: | $\frac{\text{Horas}}{\text{Paradas}}$ |
| RETROEXCAVADORA VOLVO BL70 | Tiempo total de operación (Ene - Dic 2022): _____ Número total de paradas: | $\frac{\text{Horas}}{\text{Paradas}}$ |
| RETROEXCAVADORA JOHN DEERE 310SK | Tiempo total de operación (Ene - Dic 2022): _____ Número total de paradas: | $\frac{\text{Horas}}{\text{Paradas}}$ |
| CARGADOR FRONTAL JOHN DEERE 544J | Tiempo total de operación (Ene - Dic 2022): _____ Número total de paradas: | $\frac{\text{Horas}}{\text{Paradas}}$ |

LISTA DE COTEJO PARA MTTR

| Máquina | Indicador: tiempo promedio de reparación | Resultado |
|--|---|--------------------------------|
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420D | Tiempo total de reparación (Ene - Dic 2022): Número total de paradas: | <u>Horas</u> <u>Paradas</u> |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420D | Tiempo total de reparación (Ene - Dic 2022): Número total de paradas: | <u>Horas</u> <u>Paradas</u> |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 430D-IT | Tiempo total de reparación (Ene - Dic 2022): Número total de paradas: | <u>Horas</u> <u>Paradas</u> |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420F | Tiempo total de reparación (Ene - Dic 2022): Número total de paradas: | <u>Horas</u> <u>Paradas</u> |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420F | Tiempo total de reparación (Ene - Dic 2022): Número total de paradas: | <u>Horas</u> <u>Paradas</u> |
| RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 420F2 | Tiempo total de reparación (Ene - Dic 2022): Número total de paradas: | <u>Horas</u> <u>Paradas</u> |
| RETROEXCAVADORA VOLVO BL70 | Tiempo total de reparación (Ene - Dic 2022): Número total de paradas: | <u>Horas</u> <u>Paradas</u> |
| RETROEXCAVADORA JOHN DEERE 310SK | Tiempo total de reparación (Ene - Dic 2022): Número total de paradas: | <u>Horas</u> <u>Paradas</u> |
| CARGADOR FRONTAL JOHN DEERE 544J | Tiempo total de reparación (Ene - Dic 2022): Número total de paradas: | <u>Horas</u> <u>Paradas</u> |

ANEXO 3. VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Validación N° 1: Guía de entrevista y Lista de Cotejo

Evaluación por juicio de expertos

Respetado evaluador: usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento: "Lista de Cotejo para MTBF, MTTR, FIABILIDAD.". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente, aportando al quehacer profesional. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del evaluador

| | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Nombres y apellidos: | Mg. Víctor Gerardo Ruidías Alamo |
| Número de documento de identidad: | 02606042 |
| Grado profesional: | Maestría |
| Área de experiencia profesional: | Universitaria |
| Institución laboral: | |
| Tiempo de experiencia profesional: | Más de 5 años |
| Experiencia en investigación: | |

2. Propósito de la evaluación

El instrumento debe ser claro y conciso y debe permitir ser aplicado sin inconveniente alguno en cuanto a su comprensión y claridad permitiendo la recolección de datos que sustenten el presente estudio de investigación.

3. Datos de la escala

| | |
|-------------------------|---|
| Nombre del instrumento: | Lista de cotejo |
| Autor(a)(es): | Ancajima Huayama, José Manuel Vargas Alburqueque, Luis Ángel |
| Procedencia: | |
| Administración: | Asistida (X) Autoaplicable () |
| Tiempo de aplicación: | 45 minutos |
| Ámbito de aplicación: | Empresa Piurana |
| Significación: | El instrumento está estructurado en tres indicadores: MTBF (Tiempo promedio entre fallas), MTTR (Tiempo promedio entre reparación, Fiabilidad). |

4. Soporte teórico

| Instrumento | Dimensiones | Definición |
|--|-------------------------------------|---|
| Lista de cotejo para MTBF, MTTR y fiabilidad | MTBF (Tiempo promedio entre fallas) | Es una medida del Tiempo Medio entre Fallas de máquinas. Es importante para las empresas que dependen de máquinas para operar, identificando problemas y planificar mantenimiento o reemplazo antes de que realicen paradas en la producción. (Gasca, 2017) |
| | | Indicador de facilidad de mantenimiento (mide la facilidad en que un equipo puede repararse) es el |

Evaluación por juicio de expertos

Respetado evaluador: usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento: "Guía de entrevista para plan de mantenimiento preventivo.". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente, aportando al quehacer profesional. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del evaluador

| | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Nombres y apellidos: | Mg. Víctor Gerardo Ruidías Alamo |
| Número de documento de identidad: | 02606042 |
| Grado profesional: | Maestría |
| Área de experiencia profesional: | Universitaria |
| Institución laboral: | |
| Tiempo de experiencia profesional: | Más de 5 años |
| Experiencia en investigación: | |

2. Propósito de la evaluación

El instrumento debe ser claro y conciso y debe permitir ser aplicado sin inconveniente alguno en cuanto a su comprensión y claridad permitiendo la recolección de datos que sustenten el presente estudio de investigación.

3. Datos de la escala

| | |
|-------------------------|---|
| Nombre del instrumento: | Guía de entrevista |
| Autor(a)(es): | Ancajima Huayama, José Manuel Vargas Alburqueque, Luis Ángel |
| Procedencia: | |
| Administración: | Asistida (X) Autoaplicable () |
| Tiempo de aplicación: | 30 minutos |
| Ámbito de aplicación: | Empresa Piurana |
| Significación: | El instrumento está estructurado en dos indicadores: mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo. |

4. Soporte teórico

| Instrumento | Dimensiones | Definición |
|---|--------------------------|---|
| Guía de Entrevista para plan de mantenimiento | Mantenimiento Preventivo | Técnica fundamental en la que se planea y se programa, teniendo el objetivo de aplicarlo antes de que se presenten las fallas, bien sean cambiándolos o reparándolos para reducir gastos de mantenimiento. (Nava, 2006) |
| | Mantenimiento Predictivo | Detección de posibles fallas por medio de la interpretación de ciertos parámetros y |

Validación N° 2: Guía de entrevista y Lista de Cotejo

Evaluación por juicio de expertos

Respetado evaluador: usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento: "Guía de entrevista para plan de mantenimiento preventivo.". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente, aportando al quehacer profesional. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del evaluador

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Nombres y apellidos: | Mg. Gerardo Sosa Panta |
| Número de documento de identidad: | 03591940 |
| Grado profesional: | Maestría |
| Área de experiencia profesional: | Universitaria |
| Institución laboral: | |
| Tiempo de experiencia profesional: | Más de 5 años |
| Experiencia en investigación: | |

2. Propósito de la evaluación

El instrumento debe ser claro y conciso y debe permitir ser aplicado sin inconveniente alguno en cuanto a su comprensión y claridad permitiendo la recolección de datos que sustenten el presente estudio de investigación.

3. Datos de la escala

| | |
|-------------------------|---|
| Nombre del instrumento: | Guía de entrevista |
| Autor(a)(es): | Ancajima Huayama, José Manuel Vargas Alburqueque, Luis Ángel |
| Procedencia: | |
| Administración: | Asistida (X) Autoaplicable () |
| Tiempo de aplicación: | 30 minutos |
| Ámbito de aplicación: | Empresa Piurana |
| Significación: | El instrumento está estructurado en dos indicadores: mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo. |

4. Soporte teórico

| Instrumento | Dimensiones | Definición |
|---|--------------------------|---|
| Guía de Entrevista para plan de mantenimiento | Mantenimiento Preventivo | Técnica fundamental en la que se planea y se programa, teniendo el objetivo de aplicarlo antes de que se presenten las fallas, bien sean cambiándolos o reparándolos para reducir gastos de mantenimiento. (Nava, 2006) |
| | Mantenimiento Predictivo | Detección de posibles fallas por medio de la interpretación de ciertos parámetros y |

Evaluación por juicio de expertos

Respetado evaluador: usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento: "Lista de Cotejo para MTBF, MTTR, FIABILIDAD.". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente, aportando al quehacer profesional. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del evaluador

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Nombres y apellidos: | Mg. Gerardo Sosa Panta |
| Número de documento de identidad: | 03591940 |
| Grado profesional: | Maestría |
| Área de experiencia profesional: | Universitaria |
| Institución laboral: | |
| Tiempo de experiencia profesional: | Más de 5 años |
| Experiencia en investigación: | |

2. Propósito de la evaluación

El instrumento debe ser claro y conciso y debe permitir ser aplicado sin inconveniente alguno en cuanto a su comprensión y claridad permitiendo la recolección de datos que sustenten el presente estudio de investigación.

3. Datos de la escala

| | |
|-------------------------|---|
| Nombre del instrumento: | Lista de cotejo |
| Autor(a)(es): | Ancajima Huayama, José Manuel Vargas Alburqueque, Luis Ángel |
| Procedencia: | |
| Administración: | Asistida (X) Autoaplicable () |
| Tiempo de aplicación: | 45 minutos |
| Ámbito de aplicación: | Empresa Piurana |
| Significación: | El instrumento está estructurado en tres indicadores: MTBF (Tiempo promedio entre fallas), MTTR (Tiempo promedio entre reparación, Fiabilidad). |

4. Soporte teórico

| Instrumento | Dimensiones | Definición |
|--|-------------------------------------|---|
| Lista de cotejo para MTBF, MTTR y fiabilidad | MTBF (Tiempo promedio entre fallas) | Es una medida del Tiempo Medio entre Fallas de máquinas. Es importante para las empresas que dependen de máquinas para operar, identificando problemas y planificar mantenimiento o reemplazo antes de que realicen paradas en la producción. (Gasca, 2017) |
| | | Indicador de facilidad de mantenimiento (mide la facilidad en que un equipo puede repararse) es el |

Validación N° 3: Guía de entrevista y Lista de Cotejo

Evaluación por juicio de expertos

Respetado evaluador: usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento: "Guía de entrevista para plan de mantenimiento preventivo.". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente, aportando al quehacer profesional. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del evaluador

| | |
|------------------------------------|---|
| Nombres y apellidos: | Mg. Severin Augusto Fahsbender Cespedes |
| Número de documento de identidad: | 02644838 |
| Grado profesional: | Maestría |
| Área de experiencia profesional: | Universitaria |
| Institución laboral: | |
| Tiempo de experiencia profesional: | Más de 5 años |
| Experiencia en investigación: | |

2. Propósito de la evaluación

El instrumento debe ser claro y conciso y debe permitir ser aplicado sin inconveniente alguno en cuanto a su comprensión y claridad permitiendo la recolección de datos que sustenten el presente estudio de investigación.

3. Datos de la escala

| | |
|-------------------------|---|
| Nombre del instrumento: | Guía de entrevista |
| Autor(a)(es): | Ancajima Huayama, José Manuel Vargas Alburqueque, Luis Ángel |
| Procedencia: | |
| Administración: | Asistida (X) Autoaplicable () |
| Tiempo de aplicación: | 30 minutos |
| Ámbito de aplicación: | Empresa Piurana |
| Significación: | El instrumento está estructurado en dos indicadores: mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo. |

4. Soporte teórico

| Instrumento | Dimensiones | Definición |
|---|--------------------------|---|
| Guía de Entrevista para plan de mantenimiento | Mantenimiento Preventivo | Técnica fundamental en la que se planea y se programa, teniendo el objetivo de aplicarlo antes de que se presenten las fallas, bien sean cambiándolos o reparándolos para reducir gastos de mantenimiento. (Nava, 2006) |
| | Mantenimiento Predictivo | Detección de posibles fallas por medio de la interpretación de ciertos parámetros y |

Evaluación por juicio de expertos

Respetado evaluador: usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento: "Lista de Cotejo para MTBF, MTTR, FIABILIDAD.". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente, aportando al quehacer profesional. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del evaluador

| | |
|------------------------------------|---|
| Nombres y apellidos: | Mg. Severin Augusto Fahsbender Cespedes |
| Número de documento de identidad: | 02644838 |
| Grado profesional: | Maestría |
| Área de experiencia profesional: | Universitaria |
| Institución laboral: | |
| Tiempo de experiencia profesional: | Más de 5 años |
| Experiencia en investigación: | |

2. Propósito de la evaluación

El instrumento debe ser claro y conciso y debe permitir ser aplicado sin inconveniente alguno en cuanto a su comprensión y claridad permitiendo la recolección de datos que sustenten el presente estudio de investigación.

3. Datos de la escala

| | |
|-------------------------|---|
| Nombre del instrumento: | Lista de cotejo |
| Autor(a)(es): | Ancajima Huayama, José Manuel Vargas Alburqueque, Luis Ángel |
| Procedencia: | |
| Administración: | Asistida (X) Autoaplicable () |
| Tiempo de aplicación: | 45 minutos |
| Ámbito de aplicación: | Empresa Piurana |
| Significación: | El instrumento está estructurado en tres indicadores: MTBF (Tiempo promedio entre fallas), MTTR (Tiempo promedio entre reparación, Fiabilidad). |

4. Soporte teórico

| Instrumento | Dimensiones | Definición |
|--|-------------------------------------|---|
| Lista de cotejo para MTBF, MTTR y fiabilidad | MTBF (Tiempo promedio entre fallas) | Es una medida del Tiempo Medio entre Fallas de máquinas. Es importante para las empresas que dependen de máquinas para operar, identificando problemas y planificar mantenimiento o reemplazo antes de que realicen paradas en la producción. (Gasca, 2017) |
| | | Indicador de facilidad de mantenimiento (mide la facilidad en que un equipo puede repararse) es el |

ANEXO 4. CONSTANCIA DE LA EMPRESA

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA


Yo Jose Manuel Ancajima Huayama, identificado con DNI 47870825, en mi calidad de Gerente general de la empresa SERVICIOS MULTIPLES JAMAQ E.I.R.L. con R.U.C N° 20609752271, ubicada en la ciudad de Piura.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Luis Ángel Vargas Alburqueque, identificado(s) con DNI N° 75106206, de la carrera profesional de Ingeniería Industrial para que utilice la siguiente información de la empresa:

Manuales de procesos de gestión de personal, políticas laborales dentro del área de RR.HH., registros, fotografías; aceptación de una encuesta al personal de la empresa, con la finalidad de que pueda desarrollar su Informe estadístico, Trabajo de Investigación, Tesis para optar el Título Profesional.

- (x) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.
- (x) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o



SERVICIOS MULTIPLES JAMAQ E.I.R.L.
RUC: 20609752271
JOSE MANUEL ANCAJIMA HUAYAMA
TITULAR - GERENTE

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 47870825

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

<



Firma del Estudiante

DNI: 75106206

ANEXO 5. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Descripción de la implementación del plan preventivo para aumentar la disponibilidad de maquinaria pesada en una empresa piurana, 2023

Según lo analizado en base a la realidad problemática y el planteamiento de los objetivos el presente plan de mantenimiento se ha elaborado de la siguiente manera:

Codificación de los equipos

Al momento de realizar la codificación de los equipos se tuvo en cuenta el siguiente sistema de codificación alfanumérica donde se asigna un número o un código correlativo a cada equipo, pero este código no aporta con más información adicional, si no únicamente este código nos hace ubicar al equipo.

Tabla 2

Listado de la maquinaria pesada de una empresa piurana, 2023.

| Especificaciones técnicas de los equipos de maquinaria pesada | | | | | |
|---|------------------|-------------|---------|---------------------|--------------|
| ITEM | EQUIPO | MARCA | MODELO | N° DE SERIE | CODIFICACIÓN |
| 1 | Retroexcavadora | Caterpillar | 420D | *CAT0420DHFDP18886* | RE-01 |
| 2 | Retroexcavadora | Caterpillar | 420D | *CAT0420DPFDP04914* | RE-02 |
| 3 | Retroexcavadora | Caterpillar | 430D-IT | *CAT0430DPBML01029* | RE-03 |
| 4 | Retroexcavadora | Caterpillar | 420F | *CAT0420FTLTG00394* | RE-04 |
| 5 | Retroexcavadora | Caterpillar | 420F | *CAT0420FCLTG01348* | RE-05 |
| 6 | Retroexcavadora | Caterpillar | 420F2 | *CAT0420FCLYB00253* | RE-06 |
| 7 | Retroexcavadora | Volvo | BL70D | *BL70D10437* | RE-07 |
| 8 | Retroexcavadora | John deere | 310SK | *1T0310SKCCD218296* | RE-08 |
| 9 | Cargador frontal | John deere | 544J | *DW544JZ593588* | CF-01 |

Fuente: Elaboración de la empresa piurana, 2023

En la Tabla 2 se encuentra la lista de equipos con los que cuenta la empresa piurana, 2023. Además, se muestra la codificación que se le agregó como parte de la implementación del plan de mantenimiento preventivo. La cual ayuda en la identificación de los equipos, tanto físicamente y en todos los formatos del plan.

Fichas técnicas de los equipos

Con la lista ya elaborada, el paso siguiente es la realización de una ficha para cada uno de los equipos que componen la lista previamente elaborada. Esta ficha debe contener los datos más sobresalientes de cada uno de los equipos.


Tabla 3

Ficha técnica Retroexcavadora RE-01

| DATOS DEL EQUIPO | | CODIGO | RE-01 | |
|-------------------------------------|-------------------|---|--------------------|--|
| DESCRIPCIÓN | Retroexcavadora |  | | |
| MARCA | Caterpillar | | | |
| MODELO | 420D | | | |
| AÑO DE FABRICACIÓN | 2008 | | | |
| N° SERIE | CAT0420DHFDP18886 | | | |
| MOTOR | | | | |
| MODELO | 3054C | | | |
| POTENCIA | 65.6 Kw | | | |
| CILINDRADA | 4L | | | |
| TRANSMISIÓN | | | DIMENSIONES | |
| TIPO DE TRANSMISION | Powershuttle | DESPEJE DEL SUELO | 297 mm | |
| N° DE MARCHAS ADELANTE | 4 | LONGITUDE DE TRANSPORTE | 6974 mm | |
| N° DE MARCHAS ATRÁS | 4 | ANCHO DE TRANSPORTE | 2352 mm | |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 32.8 km/h | ALTURA DE TRANSPORTE | 3585 mm | |
| HIDRÁULICA | | EXPLOTACIÓN | | |
| TIPO DE BOMBA | Pistones | PESO UTIL | 7150 kg | |
| CAPACIDAD DE LA BOMBA | 163 L/mi | VOLUMEN DE COMBUSTIBLE | 128 L | |
| PRESIÓN DE LA VALVULA DE REGULACIÓN | 22754 Kpa | TAMAÑO DE NEUMATICOS DELANTEROS | 12.5/80x18 | |
| | | TAMAÑO DE NEUMATICOS POSTERIORES | 19.5L24 | |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 4*Ficha técnica Retroexcavadora RE-02*

| DATOS DEL EQUIPO | | CODIGO | RE-02 |
|-------------------------------------|-------------------|--|------------|
| DESCRIPCIÓN | Retroexcavadora |  | |
| MARCA | Caterpillar | | |
| MODELO | 420D | | |
| AÑO DE FABRICACIÓN | 2008 | | |
| N° SERIE | CAT0420DPFDP04914 | | |
| MOTOR | | | |
| MODELO | 3054C | | |
| POTENCIA | 65.6 Kw | | |
| CILINDRADA | 4L | | |
| TRANSMISIÓN | | DIMENSIONES | |
| TIPO DE TRANSMISION | Powershuttle | DESPEJE DEL SUELO | 297 mm |
| N° DE MARCHAS ADELANTE | 4 | LONGITUDE DE TRANSPORTE | 6974 mm |
| N° DE MARCHAS ATRÁS | 4 | ANCHO DE TRANSPORTE | 2352 mm |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 32.8 km/h | ALTURA DE TRANSPORTE | 3585 mm |
| HIDRÁULICA | | EXPLOTACIÓN | |
| TIPO DE BOMBA | Pistones | PESO UTIL | 7150 kg |
| CAPACIDAD DE LA BOMBA | 163 L/mi | VOLUMEN DE COMBUSTIBLE | 128 L |
| PRESIÓN DE LA VALVULA DE REGULACIÓN | 22754 Kpa | TAMAÑO DE NEUMATICOS DELANTEROS | 12.5/80x18 |
| | | TAMAÑO DE NEUMATICOS POSTERIORES | 19.5L24 |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 5

Ficha técnica Retroexcavadora RE-03

| DATOS DEL EQUIPO | | CODIGO | RE-03 | |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------------------|---|--|
| DESCRIPCIÓN | Retroexcavadora | |  | |
| MARCA | Caterpillar | | | |
| MODELO | 430D-IT | | | |
| AÑO DE FABRICACIÓN | 2006 | | | |
| N° SERIE | CAT0430DPBML01029 | | | |
| MOTOR | | | | |
| MODELO | 3054 | | | |
| POTENCIA | 65.6 Kw | | | |
| CILINDRADA | 4L | | | |
| TRANSMISIÓN | | DIMENSIONES | | |
| TIPO DE TRANSMISION | Powershuttle | DESPEJE DEL SUELO | 297 mm | |
| N° DE MARCHAS ADELANTE | 4 | LONGITUDE DE TRANSPORTE | 6974 mm | |
| N° DE MARCHAS ATRÁS | 4 | ANCHO DE TRANSPORTE | 2352 mm | |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 32.8 km/h | ALTURA DE TRANSPORTE | 3585 mm | |
| HIDRÁULICA | | EXPLOTACIÓN | | |
| TIPO DE BOMBA | Pistones | PESO UTIL | 7150 kg | |
| CAPACIDAD DE LA BOMBA | 163 L/mi | VOLUMEN DE COMBUSTIBLE | 128 L | |
| PRESIÓN DE LA VALVULA DE REGULACIÓN | 22754 Kpa | TAMAÑO DE NEUMATICOS DELANTEROS | 12.5/80x18 | |
| | | TAMAÑO DE NEUMATICOS POSTERIORES | 19.5L24 | |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 6

Ficha técnica Retroexcavadora RE-04

| DATOS DEL EQUIPO | | CODIGO | RE-04 |
|-------------------------------------|-------------------|---|------------|
| DESCRIPCIÓN | Retroexcavadora |  | |
| MARCA | Caterpillar | | |
| MODELO | 420F | | |
| AÑO DE FABRICACIÓN | 2014 | | |
| N° SERIE | CAT0420FTLTG00394 | | |
| MOTOR | | | |
| MODELO | 3054C | | |
| POTENCIA | 65.6 Kw | | |
| CILINDRADA | 4.4L | | |
| TRANSMISIÓN | | DIMENSIONES | |
| TIPO DE TRANSMISION | Powershuttle | DESPEJE DEL SUELO | 297 mm |
| N° DE MARCHAS ADELANTE | 4 | LONGITUDE DE TRANSPORTE | 6974 mm |
| N° DE MARCHAS ATRÁS | 4 | ANCHO DE TRANSPORTE | 2352 mm |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 32.8 km/h | ALTURA DE TRANSPORTE | 3585 mm |
| HIDRÁULICA | | EXPLOTACIÓN | |
| TIPO DE BOMBA | Pistones | PESO UTIL | 6.983 kg |
| CAPACIDAD DE LA BOMBA | 163 L/mi | VOLUMEN DE COMBUSTIBLE | 40 GL |
| PRESIÓN DE LA VALVULA DE REGULACIÓN | 22754 Kpa | TAMAÑO DE NEUMATICOS DELANTEROS | 12.5/80x18 |
| | | TAMAÑO DE NEUMATICOS POSTERIORES | 19.5L24 |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 7*Ficha técnica Retroexcavadora RE-05*

| DATOS DEL EQUIPO | | CODIGO | RE-05 |
|-------------------------------------|-------------------|---|------------|
| DESCRIPCIÓN | Retroexcavadora |  | |
| MARCA | Caterpillar | | |
| MODELO | 420F | | |
| AÑO DE FABRICACIÓN | 2013 | | |
| N° SERIE | CAT0420FCLTG01348 | | |
| MOTOR | | | |
| MODELO | 3054C | | |
| POTENCIA | 65.6 Kw | | |
| CILINDRADA | 4.4L | | |
| TRANSMISIÓN | | DIMENSIONES | |
| TIPO DE TRANSMISION | Powershuttle | DESPEJE DEL SUELO | 297 mm |
| N° DE MARCHAS ADELANTE | 4 | LONGITUDE DE TRANSPORTE | 6974 mm |
| N° DE MARCHAS ATRÁS | 4 | ANCHO DE TRANSPORTE | 2352 mm |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 32.8 km/h | ALTURA DE TRANSPORTE | 3585 mm |
| HIDRÁULICA | | EXPLOTACIÓN | |
| TIPO DE BOMBA | Pistones | PESO UTIL | 6.983 kg |
| CAPACIDAD DE LA BOMBA | 163 L/mi | VOLUMEN DE COMBUSTIBLE | 40 GL |
| PRESIÓN DE LA VALVULA DE REGULACIÓN | 22754 Kpa | TAMAÑO DE NEUMATICOS DELANTEROS | 12.5/80x18 |
| | | TAMAÑO DE NEUMATICOS POSTERIORES | 19.5L24 |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 8


Ficha técnica Retroexcavadora RE-06

| DATOS DEL EQUIPO | | CODIGO | RE-06 |
|-------------------------------------|--------------------|---|------------|
| DESCRIPCIÓN | Retroexcavadora |  | |
| MARCA | Caterpillar | | |
| MODELO | 420F2 | | |
| AÑO DE FABRICACIÓN | 2018 | | |
| N° SERIE | CAT0420F2CLYB00253 | | |
| MOTOR | | | |
| MODELO | 3054C | | |
| POTENCIA | 65.6 Kw | | |
| CILINDRADA | 4.4L | | |
| TRANSMISION | | DIMENSIONES | |
| TIPO DE TRANSMISION | Powershuttle | DESPEJE DEL SUELO | 297 mm |
| N° DE MARCHAS ADELANTE | 4 | LONGITUDE DE TRANSPORTE | 6974 mm |
| N° DE MARCHAS ATRÁS | 4 | ANCHO DE TRANSPORTE | 2352 mm |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 32.8 km/h | ALTURA DE TRANSPORTE | 3585 mm |
| HIDRÁULICA | | EXPLOTACIÓN | |
| TIPO DE BOMBA | Pistones | PESO UTIL | 7.726 kg |
| CAPACIDAD DE LA BOMBA | 163 L/mi | VOLUMEN DE COMBUSTIBLE | 42 GL |
| PRESIÓN DE LA VALVULA DE REGULACIÓN | 25000 Kpa | TAMAÑO DE NEUMATICOS DELANTEROS | 12.5/80x18 |
| | | TAMAÑO DE NEUMATICOS POSTERIORES | 19.5L24 |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 9

Ficha técnica Retroexcavadora RE-07

| DATOS DEL EQUIPO | | CODIGO | RE-07 |
|-------------------------------------|-----------------|---|------------|
| DESCRIPCIÓN | Retroexcavadora |  | |
| MARCA | Volvo | | |
| MODELO | BL70D | | |
| AÑO DE FABRICACIÓN | 2008 | | |
| Nº SERIE | BL70D10437 | | |
| MOTOR | | | |
| MODELO | D4D | | |
| POTENCIA | 390 Nm | | |
| CILINDRADA | 4.04L | | |
| TRANSMISIÓN | | DIMENSIONES | |
| TIPO DE TRANSMISION | Powershuttle | DESPEJE DEL SUELO | |
| Nº DE MARCHAS ADELANTE | 4 | LONGITUD DE TRANSPORTE | 7.021 m |
| Nº DE MARCHAS ATRÁS | 4 | ANCHO DE TRANSPORTE | 2.35 m |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 35 km/h | ALTURA DE TRANSPORTE | 3.57 m |
| HIDRÁULICA | | EXPLOTACIÓN | |
| TIPO DE BOMBA | Piston | PESO UTIL | 8.074 t |
| CAPACIDAD DE LA BOMBA | 42 Gl/ Min | VOLUMEN DE COMBUSTIBLE | 31.7 Gl |
| PRESIÓN DE LA VALVULA DE REGULACIÓN | 3.625 PSI | TAMAÑO DE NEUMATICOS DELANTEROS | 12.5/80-18 |
| | | TAMAÑO DE NEUMATICOS POSTERIORES | 19.5L-24 |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 10

Ficha técnica Retroexcavadora RE-08

| | | | | | |
|------------------------|-----------------------|--------------|---|--|-------|
| DATOS DEL EQUIPO | | | CODIGO | | RE-08 |
| DATOS DEL EQUIPO | | | CODIGO | | RE-08 |
| DESCRIPCIÓN | Retroexcavadora | |  | | |
| MARCA | John Deere | | | | |
| MODELO | 310SK | | | | |
| AÑO DE FABRICACIÓN | 2013 | | | | |
| N° SERIE | 1T0310SKCC D218296 | | | | |
| MOTOR | | | | | |
| MODELO | 4045HT085 | | | | |
| POTENCIA | 399 Nm | | | | |
| CILINDRADA | 4.5L | | | | |
| TRANSMISIÓN | | | | | |
| TIPO DE TRANSMISION | | Powershuttle | DESPEJE DEL SUELO | | |
| N° DE MARCHAS ADELANTE | | 5 | LONGITUDE DE TRANSPORTE | | |
| N° DE MARCHAS ATRÁS | | 5 | ANCHO DE TRANSPORTE | | |
| VELOCIDAD MÁXIMA | | 40 km/h | ALTURA DE TRANSPORTE | | |
| HIDRÁULICA | | | EXPLOTACIÓN | | |
| TIPO DE BOMBA | | Engranaje | PESO UTIL | | |

| | | | | |
|-------------------------------------|--|------------|----------------------------------|--|
| | | | | |
| CAPACIDAD DE LA BOMBA | | 42 GI/ Min | VOLUMEN DE COMBUSTIBLE | |
| PRESIÓN DE LA VALVULA DE REGULACIÓN | | 3.625 PSI | TAMAÑO DE NEUMATICOS DELANTEROS | |
| | | | TAMAÑO DE NEUMATICOS POSTERIORES | |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 11

Ficha técnica Cargador Frontal CF-01

| DATOS DEL EQUIPO | | CODIGO | CF-01 |
|-------------------------------------|------------------|--|------------|
| DESCRIPCIÓN | Cargador Frontal |  | |
| MARCA | John Deere | | |
| MODELO | 544J | | |
| AÑO DE FABRICACIÓN | 2010 | | |
| Nº SERIE | DW544JZ593588 | | |
| MOTOR | | | |
| MODELO | 6068H | | |
| POTENCIA | 650 Nm | | |
| CILINDRADA | 6.8L | | |
| TRANSMISIÓN | | DIMENSIONES | |
| TIPO DE TRANSMISION | Powershuttle | DESPEJE DEL SUELO | |
| Nº DE MARCHAS ADELANTE | 4 | LONGITUDE DE TRANSPORTE | |
| Nº DE MARCHAS ATRÁS | 4 | ANCHO DE TRANSPORTE | |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 38.4 km/h | ALTURA DE TRANSPORTE | |
| HIDRÁULICA | | EXPLOTACIÓN | |
| TIPO DE BOMBA | Pistones | PESO UTIL | 10 tn |
| CAPACIDAD DE LA BOMBA | 60 Gl/ Min | VOLUMEN DE COMBUSTIBLE | 85 GL |
| PRESIÓN DE LA VALVULA DE REGULACIÓN | 4.625 PSI | TAMAÑO DE NEUMATICOS DELANTEROS | 20.5R25L-3 |
| | | TAMAÑO DE NEUMATICOS POSTERIORES | 20.5R25L-3 |

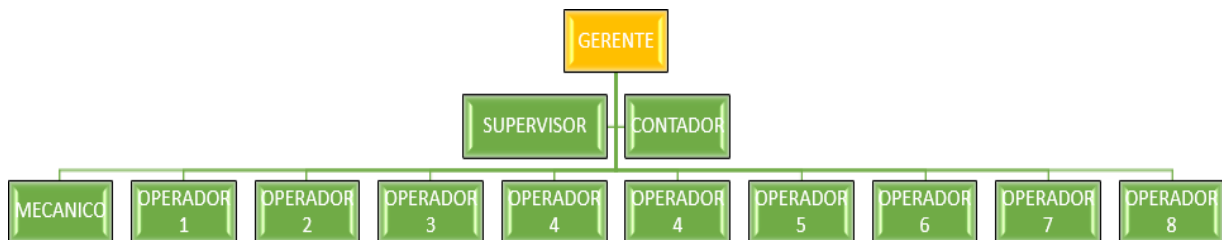
Fuente: Elaborado por los investigadores

Organigrama de la empresa

Para la asignación de funciones se reestructuró el organigrama de la empresa piurana, que se presenta en la Figura 1.

Figura 1

Propuesta de reestructuración del organigrama de la empresa piurana, 2023



Fuente: Elaborado por los investigadores

En la Figura 1 se presentan el organigrama de la empresa piurana, siendo el líder la función de Gerente que es quien supervisa las labores y tiene el perfil de un ingeniero mecánico o industrial, con experiencia en el manejo de maquinaria pesada.

Seguidamente se ubica el supervisor, que tiene las funciones de supervisión de los procesos de mantenimiento, recambio de elementos a nivel eléctrico, recambio de los elementos importante y cuyo perfil se necesita ser ingeniero o tecnólogo mecánico, eléctrico con experiencia en controles y calidad de los productos.

El contador que se encarga de llevar los estados financieros contables de la empresa y cuyo perfil es tener experiencia en rendición de cuentas financieras ante SUNAT.

El operador que se encarga de las inspecciones visuales, limpieza diaria y engrasado de elementos. El perfil es para cumplir labores como operador.

El mecánico encargado de la limpieza de los elementos importantes, engrasado de estos elementos, reposición de elementos a nivel mecánico, recambio de lubricantes y soldadura de los elementos. El perfil es de labores necesaria para ser un tecnólogo en mecánica con conocimiento en la experiencia de maquinaria pesada.



En tercer lugar, se elaboró el reporte de intervenciones de los equipos, que permite recopilar la información de utilidad para generar un historial de daños de la maquinaria y con ello considerarlo en el plan de mantenimiento preventivo.

Este histórico de las intervenciones debe tenerlo en conocimiento todos los colaboradores de la empresa piurana.

Tabla 12

Reporte de intervenciones de los equipos

Fuente: Elaborado por los investigadores

|  REPORTE DE INTERVENCIONES DE LOS EQUIPOS  | | | | | | | |
|---|--------|-------|-------------|----------|--------------------|-------|-------------------|
| SUPERVISOR | EQUIPO | FECHA | HORA INICIO | HORA FIN | MOTIVO DEL LLAMADO | FALLA | TRABAJO REALIZADO |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Cartillas de mantenimiento

La cartilla de mantenimiento nos muestra los filtros que se deben reemplazar según el horómetro con el que cuenta el equipo.

Tabla 13*Filtros para las retroexcavadoras de la empresa piurana, 2023*

| FILTROS PARA RETROEXCAVADORA | | |
|-------------------------------------|--|--------------|
| POSICIÓN DE MANTTO | DESCRIPCIÓN | CANT. |
| PM 330 | Filtro Aceite de Motor | 1 |
| | Pre-Filtro de Combustible | 1 |
| PM 660 | Filtro Aceite de Motor | 1 |
| | Pre-Filtro de Combustible | 1 |
| | Filtro de Combustible | 1 |
| | Respiradero para Tanque hidráulico | 1 |
| | Respiradero adicional para Tanque hidráulico | 1 |
| PM 1000 | Filtro Aceite de Motor | 1 |
| | Pre-Filtro de Combustible | 1 |
| | Filtro de Combustible | 1 |
| | Respiradero para Tanque hidráulico | 1 |
| | Respiradero adicional para Tanque hidráulico | 1 |
| | Filtro de aceite Hidráulico | 1 |
| | Oring | 1 |
| PM 2000 | Filtro Aceite de Motor | 1 |
| | Pre-Filtro de Combustible | 1 |
| | Filtro de Combustible | 1 |
| | Respiradero para Tanque hidráulico | 1 |
| | Respiradero adicional para Tanque hidráulico | 1 |
| | Filtro de aceite Hidráulico | 1 |
| | Oring | 1 |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 14*Filtros para el cargador frontal de la empresa piurana, 2023*

| FLTROS PARA CARGADOR FRONTAL | | |
|-------------------------------------|---|--------------|
| POSICIÓN DE MANTTO | DESCRIPCIÓN | CANT. |
| PM 330 | Filtro Aceite de Motor | 1 |
| | Pre-Filtro de Combustible | 1 |
| PM 660 | Filtro Aceite de Motor | 1 |
| | Pre-Filtro de Combustible | 1 |
| | Filtro de Combustible | 1 |
| PM 1000 | Filtro Aceite de Motor | 1 |
| | Pre-Filtro de Combustible | 1 |
| | Filtro de Combustible | 1 |
| | Filtro Aceite Transmisión | 1 |
| | O'Ring | 1 |
| | Respiradero de Tanque hidráulico | 1 |
| PM 2000 | Filtro Aceite de Motor | 1 |
| | Pre-Filtro de Combustible | 1 |
| | Filtro de Combustible | 1 |
| | Filtro Aceite Transmisión | 1 |
| | O'Ring | 1 |
| | Respiradero de Tanque Hidraulico | 1 |
| | Filtro Aceite Hidraulico | 1 |
| | O'Ring | 1 |
| | O'Ring de Strainer de Tanque hidráulico | 1 |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Estrategias de mantenimiento

Una estrategia de mantenimiento es un enfoque sistemático para garantizar la fiabilidad y el rendimiento óptimo de los equipos.

En ese sentido se implementó la estrategia de mantenimiento para las retroexcavadoras de la siguiente manera:

Tabla 15

Estrategia de mantenimiento de las retroexcavadoras de la empresa piurana 2023

| ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO DE RETROEXCAVADORA | | | | |
|---|--|-------|---------------|------------------|
| Sistema | Componente | TBO | F. Ult cambio | Horas de trabajo |
| Sistema de enfriamiento | Enfriador De Aceite Motor | 30000 | | |
| Sistema de enfriamiento | Ventilador | 12000 | | |
| Tren de potencia | Cardan De Motor | 30000 | | |
| Tren de potencia | Tanque De Combustible | 10000 | | |
| Tren de potencia | Cardan De Transmisión Central | 30000 | | |
| Tren de potencia | Cardan De Transmisión Frontal | 30000 | | |
| Tren de potencia | Cardan De Transmisión Posterior | 30000 | | |
| Tren de potencia | Freno De Parqueo | 15000 | | |
| Tren de potencia | Válvula Convertir De Torque | 12000 | | |
| Tren de potencia | Válvula Lock-Up | 12000 | | |
| Tren de potencia | Válvula De Transmisión | 12000 | | |
| Hidráulico | Bomba Hidráulica Dirección Tandem | 30000 | | |
| Hidráulico | Bomba Transmisión | 20000 | | |
| Hidráulico | Bomba Hidráulica Equipo Trabajo | 30000 | | |
| Hidráulico | Bomba Dirección De Emergencia | 30000 | | |
| Hidráulico | Orbitrol | 30000 | | |
| Hidráulico | Válvula Control Hidraulico (bloque EQ) | 50000 | | |
| Hidráulico | Válvula De Dirección | 50000 | | |
| Hidráulico | Acumulador Hidraulico | 20000 | | |
| Hidráulico | Válvula De Freno | 50000 | | |
| Hidráulico | Tanque Hidráulico | 50000 | | |
| Bastidor | Pin Central | 50000 | | |
| Cabina de | Asiento Operador | 8000 | | |

| | | | | |
|--------------------|------------------------------------|-------|--|--|
| operador | | | | |
| Cabina de operador | Pedal Aceleración | 10000 | | |
| Cabina de operador | Volante (Timón) | 10000 | | |
| Cabina de operador | Palancas De Control De Transmisión | 10000 | | |
| Cabina de operador | Válvula De Freno | 12000 | | |
| Cabina de operador | Palanca De Equipo De Trabajo | 10000 | | |
| Cabina de operador | Joystick Dirección | 50000 | | |
| Cabina de operador | Selenoide Válvula De Freno | 12000 | | |
| Cabina de operador | Acumulador | 20000 | | |
| Cabina de operador | Válvula De Carga De Acumulador | 20000 | | |
| Cabina de operador | Compresor Aire Acondicionado | 12000 | | |
| Cabina de operador | Condensador | 12000 | | |
| Cabina de operador | Motor del Condensador | 12000 | | |
| Cabina de operador | Evaporador | 12000 | | |
| Cabina de operador | Motor del Evaporador | 12000 | | |
| Frenos | Acumulador de Frenos | 9000 | | |
| Frenos | Cilindro de frenos de parqueo | 9000 | | |

Fuente: Elaborado por los investigadores

Asimismo, se implementa la estrategia de mantenimiento para el cargador frontal de la empresa:

Tabla 16

Estrategia de mantenimiento del cargador frontal de la empresa piurana 2023

| ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO DE CARGADOR FRONTAL | | | | |
|--|--|-------|---------------|------------------|
| Sistema | Componente | TBO | F. Ult cambio | Horas de trabajo |
| Hidráulico | Válvula de demanda o prioridad de dirección | 60000 | | |
| Hidráulico | Válvula de pilotaje de control del equipo de trabajo | 60000 | | |
| Hidráulico | Válvula de emergencia de dirección | 90000 | | |
| Hidráulico | Bomba de transmisión | 35000 | | |
| Hidráulico | Bomba de equipo de trabajo | 35000 | | |
| Hidráulico | Bomba Switch | 35000 | | |
| Hidráulico | Bomba de dirección | 35000 | | |
| Hidráulico | Orbitrol | 40000 | | |
| Hidráulico | Enfriador de Transmisión | 30000 | | |
| Hidráulico | Enfriador Hidraulico | 30000 | | |
| Hidráulico | Pedal de Freno | 60000 | | |
| Hidráulico | Freno de parqueo | 60000 | | |
| Hidráulico | Cilindro de freno de parqueo LH | 30000 | | |
| Hidráulico | Cilindro de freno de parqueo RH | 30000 | | |
| Eléctrico | Palanca de Equipo Trabajo LH - Bucket (Swicht Kick Down) | 50000 | | |
| Eléctrico | Solenoide de Palanca de Equipo Trabajo RH - Boom | 50000 | | |
| Eléctrico | Solenoide de Palanca de Equipo Trabajo LH - Bucket | 50000 | | |
| Eléctrico | Joystick de dirección | 50000 | | |
| Eléctrico | Pedal de acelerador | 40000 | | |
| Eléctrico | Controlador de Transmisión | 50000 | | |
| Eléctrico | Controlador de Motor | 50000 | | |
| Eléctrico | Arnés luces de trabajo delanteras | 50000 | | |
| Eléctrico | Arnés principal Cabina parte inferior | 50000 | | |
| Eléctrico | Arnés de solenoides de Transmisión | 50000 | | |
| Eléctrico | Arnés principal posterior del equipo | 50000 | | |
| Eléctrico | Arnés del equipo (lado motor RH) | 50000 | | |
| Eléctrico | Arnés de Motor Diesel | 50000 | | |

ANEXO 6. CÁLCULOS ESTADÍSTICO

6a. Resumen de paradas correctivas de los equipos desde el mes de enero al mes de diciembre del 2022 en la empresa piurana.

| Equipo | Horas totales | N° de paradas | Horas Mantenimiento | Horas efectivas | MTBF | MTTR | DISPONIBILIDAD (%) | FIABILIDAD (%) |
|--------|---------------|---------------|---------------------|-----------------|-------|------|--------------------|----------------|
| RE01 | 8640 | 268 | 1392.02 | 7247.98 | 27.04 | 5.19 | 83.89% | 88.91% |
| RE02 | 8640 | 199 | 1960.31 | 6679.69 | 33.57 | 9.85 | 77.31% | 83.10% |
| RE03 | 8640 | 371 | 1682.79 | 6957.21 | 18.75 | 4.54 | 80.52% | 85.40% |
| RE04 | 8640 | 279 | 1549.65 | 7090.35 | 25.41 | 5.55 | 82.06% | 86.46% |
| RE05 | 8640 | 402 | 1610.89 | 7029.11 | 17.49 | 4.01 | 81.36% | 85.96% |
| RE06 | 8640 | 334 | 1473.31 | 7166.69 | 21.46 | 4.41 | 82.95% | 87.72% |
| RE07 | 8640 | 407 | 1741.05 | 6898.95 | 16.95 | 4.28 | 79.85% | 86.42% |
| RE08 | 8640 | 360 | 1613.13 | 7026.87 | 19.52 | 4.48 | 81.33% | 85.39% |
| CF01 | 8640 | 363 | 1618.10 | 7021.90 | 19.34 | 4.46 | 81.27% | 84.58% |

6b. Resumen de paradas correctivas de los equipos desde el mes de enero al mes de agosto del 2023 en la empresa piurana.

| Equipo | Horas totales | N° de paradas | Horas Mantenimiento | Horas efectivas | MTBF | MTTR | DISPONIBILIDAD (%) | FIABILIDAD (%) |
|--------|---------------|---------------|---------------------|-----------------|-------|------|--------------------|----------------|
| RE01 | 5760 | 134 | 600.62 | 5159.38 | 38.50 | 4.48 | 89.57% | 93.04% |
| RE02 | 5760 | 127 | 512.15 | 5247.85 | 41.32 | 4.03 | 91.11% | 93.71% |
| RE03 | 5760 | 127 | 519.19 | 5240.81 | 41.27 | 4.09 | 90.99% | 94.11% |
| RE04 | 5760 | 110 | 407.42 | 5352.58 | 48.66 | 3.70 | 92.93% | 95.88% |
| RE05 | 5760 | 93 | 378.31 | 5381.69 | 57.87 | 4.07 | 93.43% | 96.96% |
| RE06 | 5760 | 104 | 450.78 | 5309.22 | 51.05 | 4.33 | 92.17% | 95.42% |
| RE07 | 5760 | 115 | 459.65 | 5300.35 | 46.09 | 4.00 | 92.02% | 95.02% |
| RE08 | 5760 | 107 | 360.38 | 5399.62 | 50.46 | 3.37 | 93.74% | 97.04% |
| CF01 | 5760 | 166 | 518.29 | 5241.71 | 31.58 | 3.12 | 91.00% | 93.66% |