



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Mejora en la disponibilidad de la maquinaria pesada mediante un plan
de mantenimiento preventivo en la empresa SETRAMI S.A.C. Trujillo
2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Nuñez Lopez Anthony (orcid.org/0000-0003-2876-4531)

ASESORA:

Mg. Quispe Rivera Teotista Adelina (orcid.org/0000-0002-3371-1488)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

Línea de acción de responsabilidad social universitaria:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A DIOS:

Por estar a mi lado, brindándome hasta este punto y dándome la fuerza para lograr mis metas, asimismo de estar persistentemente ahí para mí con su ternura y afecto sin límites.

A MIS PADRES: CATALINO Y EDITH

Gracias por todo tu soporte papá estar en todo momento y a ti madre por brindarme todas las fuerzas desde el cielo, sé que de ahí me guías y me motivas en este proceso que estoy dando, gracias por el amor que me brindaste.

Agradecimiento

Quisiera agradecer a la Universidad César Vallejo por educarme integralmente a lo extenso del progreso académico de mis estudios, a los profesores que a través de sus experiencias han contribuido a fortalecer mis capacidades como ingeniero y en especial a mi mentor, la ingeniera Teotista Quispe Rivera Adelina. Así mismo también muestro mi especial respeto por la empresa SETRAMI SAC, la cual me ha brindado la oportunidad de desarrollar mi investigación propia y en ella.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Tablas	v
Índice de figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos.	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.	40
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
Tabla 2: Numero de fallas y tiempo de reparaciones 2021 Julio – diciembre	22
Tabla 3: Análisis de criticidad 2021 julio – diciembre.	27
Tabla 4: comparativo de tiempo promedio reparaciones (MTTR)	31
Tabla 5: comparativo de tiempo promedio entre fallas (MTBF)	32
Tabla 6: Comparativo de disponibilidad	33
Tabla 7: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos pre-tes MTBF, julio-diciembre 2021.	34
Tabla 8: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos post-tes MTBF, enero-mayo 2021.	35
Tabla 9: Prueba estadística wilcoxon del pre-tes y pos-tes del MTBF.	35
Tabla 10: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos pre-tes MTTR, julio-diciembre 2021	37
Tabla 11: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos post-tes MTTR, enero-mayo 2022.	37
Tabla 12: Prueba estadística t-student del pre-tes y pos-tes del MTTR.	37
Tabla 13: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos pre-tes disponibilidad, julio-diciembre 2021	38
Tabla 14: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos pos-tes disponibilidad, julio-diciembre 2021	39
Tabla 15: Prueba estadística t-student del pre-tes y pos-tes de la disponibilidad de maquinaria pesada.	39
tabla 16: matriz operacionalización de variables	41
Tabla 17: Número de fallos de la excavadoraM1 del mes julio – diciembre del 2021	43
Tabla 18: Número de fallos de la excav02 del mes julio – diciembre del 2021	43
Tabla 19: Número de fallos de la excav03 del mes julio – diciembre del 2021	44
Tabla 20: Número de fallos de la excav04 del mes julio – diciembre del 2021	44
Tabla 21: Número de fallos de la excav05 del mes julio – diciembre del 2021	44
Tabla 22: Tabla de número de horas paradas del julio- diciembre del 2021	45

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación empresa SETRAMI SAC	20
Figura 2: Diagrama de Pareto de análisis de tiempo promedio de reparaciones maquinaria pesada.	22
Figura 3: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora M1 320D	23
Figura 4: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora 02 320D (excav02)	24
Tabla 19: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora 03 320D (excav03)	24
Figura 6: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora 04 320D (excav04)	25
Figura 7: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora 05 320DL (excav05)	26
Figura9: Diagrama de Pareto, paradas del mes de julio- diciembre 2021.	5
Figura 10: Formato de orden de trabajo	6
Figura 11: formato de Pre-Uso	8
Figura 12: formato análisis de trabajo seguro	9
Figura 13: cronograma de engrase de equipos	10
Figura 14: cartilla de mantenimiento preventivo excavadoraM1	11
Figura 15: cartilla de mantenimiento preventivo excav02	12
Figura 16: cartilla de mantenimiento preventivo excav03 y excav05	13
Figura 17: cartilla de mantenimiento preventivo excav04	14
Figura 18: cartilla de mantenimiento preventivo excav06	15
Figura 19: cartilla de mantenimiento preventivo de motoniveladora M1 y M2	16
Figura 21: programa de capacitación en el área de mantenimiento.	18
Figura 22: fuga de aceite en manguera hidráulica.	19
Figura 23: rotura de adapter central y uña.	19
Figura 24: soldando adapter y cantonera en mal estado	20
Figura 25: capacitación en campo sobre manipulación del equipo motoniveladora 120k y rodillo compactador.	21
Figura 26: maquinaria pesada operativo en relave minero.	21
Figura 27: maquinaria pesada operativo en relave minero.	22
Figura 28: Fuga de aceite hidráulico.	22
Figura 29: Rotura de zapatas del carril	23

RESUMEN

La presente investigación que tiene como título Mejora en la disponibilidad de la maquinaria pesada mediante un plan integral de mantenimiento, en la empresa SETRAMI S.A.C. Trujillo 2022. La empresa fue creada en el año 2003, comenzó a brindar servicio logístico a minas como poderosa, Barrick, marza y otras. Al transcurrir de los años la empresa estuvo creciendo, hasta llegar a brindar servicio de movimiento de tierras, como muestreo y topografía en minera poderosa.

Por otro lado, la investigación tuvo como objetivo general ¿En qué medida el plan integrado de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria pesada en el taller de la empresa SETRAMI SAC?, esta investigación es de tipo aplicada con un diseño preexperimental y un enfoque cuantitativo. La muestra censal se conformó por 10 equipos de maquinaria pesada, las cuales fueron: 02 rodillos compactadores, 02 motoniveladoras 120k, 06 excavadoras 320dl, desarrollándose en un tiempo de 6 meses antes y 5 mes después. Se utilizó el método analítico y para recoger información del estado de la empresa fueron, reporte de fallas y análisis de criticidad para verificar el estado del área de mantenimiento. Para el análisis de datos se aplicaron el método de Pareto, fórmulas de teoría y prueba de analisis relacionadas (spss). Teniendo como resultados el aumento de la confiabilidad (MTBF) en todos los equipos un promedio del 10% y también disminuyo la mantenibilidad (MTTR), logrando el aumento de la disponibilidad en los equipos reflejándose así en la excavadora-M1 de 52% a 91%, excav02 de 70% a 92%, excav03 de 80% a 93%, excav04 de 82% a 94%, excav05 de 82% a 94%, excav06 de 85% a 94%, motoniveM1 de 91% a 94%, motonive02 de 95% a 96%, rodillo-M1 de 94% a 97%, rodillo02 de 95% a 97%.

Palabras claves: Mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Disponibilidad.

ABSTRACT

This research entitled Improvement in the availability of heavy machinery through a comprehensive maintenance plan, in the company SETRAMI S.A.C. Trujillo 2022. The company was created in 2003, it began to provide logistics services to mines such as Poderosa, Barrick, Marza and others. As the years went by, the company grew, to the point of providing earthmoving services, such as sampling and surveying in powerful mines.

On the other hand, the research had as a general objective: To what extent does the integrated preventive maintenance plan improve the availability of heavy machinery in the workshop of the company SETRAMI SAC? This research is of an applied type with a pre-experimental design and an approach quantitative. The census sample was made up of 10 pieces of heavy machinery, which were: 02 roller compactors, 02 motor graders 120k, 06 excavators 320dl, developing in a time of 6 months before and 5 months after. The analytical method was used and to collect information on the state of the company, failure reports and criticality analysis to verify the state of the maintenance area. For data analysis, the Pareto method, theory formulas and related analysis tests (spss) were applied. Having as a result the increase of the reliability (MTBF) in all the equipment an average of 10% and also decreased the maintainability (MTTR), achieving the increase of the availability in the equipment, thus reflecting in the excavationM1 from 52% to 91%, excav02 from 70% to 92%, excav03 from 80% to 93%, excav04 from 82% to 94%, excav05 from 82% to 94%, excav06 from 85% to 94%, motoniveladora-M1 from 91% to 94%, motonive02 from 95% to 96%, rodilM1 from 94% to 97%, roller02 from 95% to 97%.

Keywords: Maintenance, Preventive maintenance, Availability.

I. INTRODUCCIÓN

La empresa SETRAMI (Servicios De Transportes Mina S.A.C.), cuenta con una flota de equipos línea blanca (volquetes), línea liviana (camionetas), grupos estacionarios y maquinaria amarilla integrando por excavadoras, motoniveladoras, y rodillo compactador, que desarrolla actividades como movimiento, nivelación y compactación de relave en minera PODEROSA SA. Es el área de mantenimiento el objetivo de estudio, en específico los equipos de maquinaria amarilla.

Este es uno de los problemas más comunes en las áreas de mantenimiento. Debido a la falta de un programa de mantenimiento integrado, las fallas normales de los equipos provocan interrupciones no planificadas y un aumento del mantenimiento de reparación no proyectado.

Además, no hay mantenimiento preventivo cuando se expresa con elocuencia la vida útil acortada de los equipos, sobrecostos de piezas, repuestos que no cumplen con el cronograma de producción, etc. Esto refleja una leve falta de mantenimiento debido a la falta de inspección en los procedimientos y la supervisión.

El personal técnico está capacitado para resolver el problema, pero la operación está mal coordinada y no se puede mantener el equipo.

En cuanto a la formulación del problema de investigación, luego de analizar el problema, se rastrea a través de la pregunta general ¿En qué medida el plan integrado de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria pesada en el taller de la empresa SETRAMI S.A.C?, así mismo se plantea como preguntas específicos, ¿Cuál es el estado actual del sistema de mantenimiento en el taller de la empresa?, ¿De qué manera ayudara aplicar un plan integral de mantenimiento preventivo en el taller de la empresa SETRAMI SAC, 2022?, ¿Cuál es el impacto del plan integral de mantenimiento para aumentar la disponibilidad en el taller de la empresa SETRAMI SAC, 2022?

Con lo antes mencionado se pretende evaluar el estado actual del área de mantenimiento, ver el estado en que se encuentra, a través de reportes internos de la empresa con el personal encargado y realizar una observación general. Para ver que equipos más críticos encontramos. Se debe realizar un inventario de los equipos y un análisis de criticidad. Para luego aplicar un plan de mantenimiento, que trata de implementar, procedimientos, formatos check list, pre-uso, mantenimiento autónomo de tal manera tratar de incrementar la disponibilidad en cada equipo.

La justificación teórica, servirá argumentar el deseo de verificar los aspectos teóricos basado en el mantenimiento y disponibilidad, donde ayudará a desarrollar el proceso del proyecto de investigación.

La justificación práctica, servirá para tener a todos los equipos operativos y tratar de programar las paradas de mantenimiento preventivo, a su vez tener los equipos disponibles más de un 90%. Optando por una programación preventiva ordenada. Respaldo por un plan de mantenimiento preventivo (TPM) que se utilizó parcialmente y que incluye mantenimiento automatizado, lo que requiere que los operadores realicen trabajos de mantenimiento básico después de la capacitación, para aumentar los resultados en el lugar de trabajo.

La justificación metodológica, servirá para recopilar los reportes de fallos promulgada por el área de mantenimiento, donde se obtendrá un resultado que permitirá cumplir con la formulación del problema, además de cuadrar la hipótesis y el logro de los objetivos planteados, con el fin de dar solución a un importante problema de disponibilidad de maquinaria pesada.

La investigación planteo como objetivo general Mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada a través del plan integrado de mantenimiento en la empresa SETRAMI SAC y como objetivos específicos:

Evaluar el sistema de mantenimiento actual de la empresa SETRAMI S.A.C; Identificar equipos y fallas críticas; Elaborar el plan de mantenimiento preventivo tomando como referencia la herramienta del TPM parcialmente; Evaluar el impacto de la implementación de mantenimiento preventivo en la disponibilidad. Por otro lado,

planteándose además como hipótesis general que con la implementación de un plan integral de mantenimiento preventivo en el taller de la empresa SETRAMI S.A.C. mejora la disponibilidad de su maquinaria e hipótesis específicas: El plan integral de mantenimiento preventivo reduce el tiempo promedio de reparación MTTR, y el plan integral de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo promedio entre falla MTBF.

II. MARCO TEÓRICO

(Gutierrez Carranza, 2021) realizo una tesis donde tiene como objetivo general, Determinar en qué medida la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en una Municipalidad, el diseño utilizado en esa investigación fue de tipo Pre experimental, para el proceso de esta investigación las técnicas de recolección de datos fueron: la observación directa, diagrama de Ishikawa y la técnica de Pareto. Con el fin de ver las causas que ocasionaron la baja disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada, por otra parte, se aplicó análisis crítico donde observaron en algunos equipos bajo porcentaje de disponibilidad, de este modo poder ayudar aumentar la disponibilidad.

(Reyes Povich, 2020) se realizó una tesis, obteniendo como objetivo Diseñar un plan de mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de flota de transporte de mineral de la empresa JAIDOR S.A.C, el diseño aplicado en el presente estudio es de tipo no empírico, para desarrollar este estudio el método de recolección de datos fueron: observación directa en los procesos de gestión de mantenimiento, así también se emplearon técnicas para el progreso de la tesis un diagrama Ishikawa, diagrama de Pareto para seleccionar los equipos que tienen más fallos y paradas no programadas, esto le permitió segmentar los equipos más críticos, para luego poder ser aplicado el plan integral gestión de mantenimiento TPM (pilares), esto permitió mejorar la disponibilidad de las unidades críticas de estar en valor del 82% a 90% en un periodo semestral.

(Castro Pérez y Ortega Sánchez, 2020) realizo una tesis, consiguiendo un objetivo general Aplicar el TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, para el desarrollo de esta investigación se usó la tecnología de adquisición de datos, fue la observación directa, ya que se aplicó el TPM directo a un solo equipo (ATOMIZADOR ATM-90), por lo que se observó que tenía muchas paradas no programadas, esto ayudo a incrementar la confiabilidad 17.62 hrs a 21.36 hrs, así también aumentando la disponibilidad de 84.3% a 93%, por otro lado también se logró que la mantenibilidad disminuyera 2.27 hrs a 1.52 hrs. Estas

cifras género que el equipo trabaje constantemente sin ningún problema, sin embargo, se recomienda realizar las capacitaciones propuestas a corto y largo plazo.

(Maya Velásquez, 2018) se realizó una tesis, donde plantea como propósito general, la metodología RCM se aplica al diseño de nuevos programas de mantenimiento para las líneas de producción de alimentos para cumplir con los requisitos del Paso 4 (mantenimiento basado en el tiempo) y el Paso 5 (mantenimiento basado en la condición) del plan de columna de mantenimiento para el Metodología TPM, para el desarrollo de esta investigación el método de recolección de datos fueron basarse en el historial de fallas del año 2018, donde el mantenimiento sobresalio denegadamente, obteniendo una disponibilidad menor del 85%, luego realizaron técnicas de monitoreo en los equipos críticos según el estudio FMEA (análisis de modo de fallos y efectos), además aplicar la el plan integral mantenimiento preventivo TPM, Se logra una mejora gradual en la disponibilidad de la línea de producción en un 93 %.

(Pazmiño Morales, 2018) Realizó un trabajo investigación propuesto por CMD análisis, como propósito general es analizar la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los sistemas de reinyección de agua PETROAMAZONAS EP, Lote 18 ZPF, el diseño utilizado en esa investigación fue de tipo explicativo pues busca las razones de los hechos, estableciendo relaciones de causa y efecto. Para desarrollar este estudio, el método de adquisición de datos fue observación de campo y fuente documental, base de datos compilada por Máximo Oil & Gas, y bitácora de operación de la sala de control de Palo Azul de PETROAMAZONAS EP, así mismo se determinó los índices de confiabilidad, fiabilidad y disponibilidad dando como resultado los equipos más críticos (P1501A, P1501B, P1501C, P1501D y P1501E) están de acuerdo en que el análisis CMD actual es completamente similar al sistema de investigación. Por otro lado, el tiempo medio entre reparaciones MTTR para bombas P1501A y P1501B se estima en 30,98. 23.67 Hora de decisión. El MTTR de las bombas P1501C y P1501D es de 3,66 horas y 12,79 horas, y finalmente el MTTR de la bomba P1501 E es de 100,76 horas, lo que indica que la autonomía mínima del sistema de reinyección de agua es de 4 días. Debe tener sin una bomba.

(Vélez Serrano, 2021) en su tesis mencionó como objetivo, elaborar un plan de mantenimiento basado en la aplicación del TPM, para la línea de vehículos livianos GAD Municipal de Azogues, el diseño utilizado en esa investigación fue de tipo Previo al pre-experimental, las técnicas de adquisición de datos para el desarrollo de este estudio fueron: método de Ishikawa, método deductivo, entrevistas al personal y la observación de cada uno de los métodos que se elaboran la consecución para la entrega de vehículos reparados, luego se identificó todas las no conformidades en el taller, luego se procedió a capacitar con contenidos TPM al personal, la respuesta fue positiva y contribuyó a la integración del personal y mejores métodos y tácticas de trabajo, áreas limpias y ordenadas, así también se observó el incremento mayor al 20% en la disponibilidad de los vehículo y el tiempo del personal de trabajo aumento al 15%.

(Belloso Chacín, 2015) En su investigación tuvo como objetivo general analizar la gestión de mantenimiento en las instituciones pública en educación de la municipalidad superior, así mismo indica que la investigación es descriptiva, con diseño experimental, los métodos de recolección de datos que empleo es un censo de población y cuestionario de 16 ítems, validado por 6 expertos, donde concluye que la disponibilidad es muy alta en el área de mantenimiento y moderada en la calidad de servicio.

(Kamat y Sugandhi, 2020) según su artículo mencionó como detectar las anomalías en los mantenimientos preventivos, explica que las paradas imprevistas dañan fuertemente a producción y a sus finanzas. De manera que su objetivo es reducir los fallos de los equipos para tener mayor disponibilidad, esto le detecta realizando un buen mantenimiento predictivo que permite alerta al supervisor las anomalías de cada equipo, es así que detectando las anomalías podrá programarse su reparación y así mismo reducirá las paradas de los equipos, aumentado du disponibilidad y producción.

(Mustofa, Utomo y Soemadi, 2018) en su artículo habla sobre una empresa farmacéutica que tiene muchos problemas con sus equipos de llenado. Para resolver este problema, aplica el método de reemplazo, esto consiste en verificar el tiempo de uso del equipos o repuestos que están afectando la producción, para luego ser

reemplazados por equipos o repuestos nuevos. Para verificar que repuestos están en mal estado, plantea un diagrama de Pareto a cada máquina crítica, esta operación lo realiza también con cada repuesto. Así mismo este análisis ayudo a segmentar de los equipos en óptimas condiciones de los equipos críticos.

Luego de realizar el análisis llego a concluir que componentes se deberían cambiar, logrando tener mayor disponibilidad, costo de mantenimiento y aumento de producción.

Además (Chaïb et al., 2015) en una conferencia detalla sobre el enfoque que tiene al encontrar una falla en el mantenimiento. Esto permite ubicar los componentes más críticos, a la vez determinar el procedimiento para cambios de mejora a futuro. Así apreciar la conducta de los repuestos nuevos a colocar, y aumentar su disponibilidad.

Según (Bataineh et al., 2019) la finalidad de su artículo es optimar la eficacia de la producción de las unidades, para lograr este propósito implemento un plan de mantenimiento productivo total (TPM). Así mismo aplica un diseño secuencial fundado por los 13 pasos del TPM, que consta de planear, implementar, verificar y controlar la producción. Teniendo como resultado el aumento eficaz de todos los equipos en un 62.6 % en un tiempo de 36 semanas, dando a conocer mejora de disponibilidad y calidad de producto. Por otro lado, aumentó también la eficacia de los colaboradores del área de mantenimiento.

Así mismo (Kumar Sharma, Joshi y Jurwall, 2020) en un congreso de avances de ingeniería refiere al mantenimiento productivo total, que es una herramienta muy funcional para todo tipo de empresa. También hace mención de sus pilares como formación y desarrollo que ayudan a formar nuevas habilidades a los trabajadores, aumentando también su productividad.

(Salgado Duarte, Martínez Del Castillo Serpa y Santos Fuentefría, 2018) nos comenta que el mantenimiento preventivo (Mp) es un conjunto de actividades preventivas a plazos fijos establecidos durante la carrera operativa del sistema estudiado, destinadas a progresar su confiabilidad y disponibilidad de cada equipo evaluado. Sin embargo, todos los métodos tienen formulado planes de mantenimiento definidos por el

fabricante para acortar el flujo de error. Por lo tanto, las tareas de mantenimiento preventivo en general, consisten en la breve inspección general de los componentes que se desgastan o dejan de funcionar.

Así también encontramos estrategias como el mantenimiento programado. Esta estrategia se determina por realizar inspecciones, reparaciones, remplazos de piezas, aun se hallen marchando correctamente.

De otro modo tenemos también el mantenimiento predictivo, que busca prever las fallas potenciales a través de la detección adelantada de niveles inusuales de medidas activas o de funcionamiento, a través del servicio de las ciencias aplicadas.

Una estrategia que mejora a las anteriores es el Mantenimiento Autónomo, se caracteriza por adecuar la responsabilidad principal a los operadores, tanto que ellos deben tener un compromiso del cuidado de cada equipo asignado, de la misma forma se responsabilizan del mantenimiento básico, como ajustes, lubricación y limpieza de la máquina.

Por otro lado (Ngoy y Israel, 2021) hace mención los tipos de mantenimiento, como mantenimiento de averías, preventivo, correctivo, predictivo. Así también define el TPM como una estrategia que con su ayuda aumentar el rendimiento de las unidades, minimiza fallos y convence a los implicados (operarios) a integrarse realizando un mantenimiento autónomo.

Sin embargo (García-Córdoba, 2017) Según su artículo menciona que el mantenimiento periódico, es un tipo de mantenimiento de atención frecuente con el fin de prevenir paradas no programadas, para posteriormente aplicarlas en las horas donde el equipo no está en funcionamiento, donde se realizan pruebas y si es el caso cambiar algunas piezas del equipo.

Así también tenemos el Mantenimiento Analítico, este mantenimiento trata de aplicar sensores u observaciones constantes desde que la unidad comienza a trabajar hasta su funcionamiento final, para medir tiempos de los fallos de cada equipo.

De la misma manera el Mantenimiento Progresivo, este tipo es muy importante igual que las otras, consiste en aplicar el mantenimiento cuando el equipo tenga tiempo ocio, esto quiere decir que cada vez que generen un trabajo esto debe ser programado, y no a facetar la productividad o avance del equipo.

Por otro lado, tenemos el mantenimiento Técnico, esto consiste en una revisión o diagnostico que realiza a la maquinaria verificando que todo su funcionamiento este en buenas condiciones, al no tenerla se programara para realizar las reparaciones y así poder tener operativo el equipo.

Entre las más conocidas se encuentran el Mantenimiento Total Productivo (TPM), que continuamente se muestra como un componente clave de la Lean Production, e incluye entre sus herramientas al Mantenimiento Autónomo, que funciona en utilizar la experiencia y conocimientos del personal de mantenimiento y operador para facilitar las metas planteadas. (Cárcel Carrasco, 2016).

Así también (Guariente et al., 2017) en su artículo nos habla sobre una empresa de fabricación de pieza para línea automotriz que se encuentra en Portugal, donde se implementó el mantenimiento autónomo en la línea AA3, con ayuda de las 5s, TPM y gestión de mantenimiento. Con el fin de mejorar la disponibilidad en la línea de fabricación AA3 y evitar paradas imprevistas. Ya aplicado la mejora se vio reflejado el aumento de disponibilidad a un 10%, a la vez aumentó la eficiencia general en un 8%, reduciendo el tiempo de averías (MTTR) en los equipos.

Asimismo (dos Reis et al., 2019) en su artículo también nos comenta que implemento el meto de mantenimiento productivo total, donde tiene como objetivo de disminuir los equipos de fabricación críticos. Donde lograron aumentar un 18% del analisis aplicado.

Por otra parte (Foerster et al., 2019) en su artículo menciona que la implementación de una orden de trabajo es muy importante en el método de control autónomo. Ya que permite tener un mejor enfoque en cada trabajo realizado.

(Paropate y Sambhe, 2020) en su artículo hace referencia al TPM en empresas de fabricaciones en india, ya que es un método muy importante en el proceso de mejorar

el estado en el área de mantenimiento, ya que ayuda controlar tiempos de averías, de reparaciones y aumentar la disponibilidad y productividad de cada equipo.

Así mismo, para medir el nivel de criticidad es fundamental segmentar los equipos más críticos de la flota por ello utilizamos este método como (AMFE) Análisis de Modos de Falla y sus Efectos.

Podemos incluir también que la teoría crítica o criticidad es un modelo que categoriza dispositivos, sistemas y procesos, lo que permite elaborar una distribución que facilita la toma de disposiciones efectivas respecto a los tipos de mantenimiento. Sobre todo, se basa básicamente en la evaluación de dos atributos respectivamente: uno está relacionado con la fuente del error y el otro está comparado con la materialidad predominante en el error. Aunque la fijación de precios de estos componentes de calificación es de naturaleza cuantitativa, también son algo cualitativos (intuitivos), ya que se emplea la práctica de los operadores de las unidades y gerentes de mantenimiento para acercar el título a la realidad (Cervantes, Casanova y Zavala Loría, 2019).

CRITICIDAD TOTAL (CT)= FRECUENCIA (FF) x CONSECUENCIAS (CC)

(Zegarra, 2016) en su artículo hace mención que la disponibilidad es un objetivo de mantenimiento importante y puede manifestarse como la creencia de que un mecanismo o procedimiento tolerante al mantenimiento que realizará su función sin problemas durante un período de tiempo específico.

(Mokaddis GS, Hana y Alhajeri, 2020) en su artículo y revista menciona, que la disponibilidad se formula como un porcentaje de tiempo, en que el método dispuesto este en controlar y se aplique en sistemas operativos perennemente.

Inclusive (Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez Cuba Penabad-Sanz, Miguel y Antonio, 2016) en su artículo indica que los indicadores de mantenimiento son fundamental para un buen desempeño en la gestión de mantenimiento, también comenta sobre la semejanza que tiene el indicador disponibilidad y la disposición del

vehículo, donde concluye que los dos indicadores describen el estado de la unidad desempeñando medidas requeridas.

Sin embargo (Galar et al., 2016) en su artículo menciona un triángulo de equilibrio de eficacia, tanto operativa como financiera. Donde menciona que el objetivo principal de las empresas es tener operativo cualquier tipo de equipos asociados a mantenimiento, ya que en ese aspecto el funcionamiento disponible de los equipos mejora los ingresos y de la mano mejora los costes asociados.

(Carlos, Osorio y Céspedes Gutiérrez, 2016) en su artículo menciona que el MTTR: (Tiempo Medio Para Reparar) Indica el tiempo medio de reparación o intervención en la máquina por motivos mecánicos. Este es el momento en que la máquina está en estado de reparación (no funciona). Por lo tanto, Brinda información sobre el adecuado manejo de la planeación y taller, conteniendo el área de logística y demás áreas afines de la compañía con esmero a los recursos precisos para la realización de los servicios

De manera similar, un valor bajo de MTTR indica que los trabajos de mantenimiento no se están ejecutando como deberían. Las buenas prácticas de mantenimiento recomiendan que el valor medio del MTTR esté entre 3 y 6 horas. (Sahoo y Yadav, 2020).

MTTR = HORAS EN REPARACIONES/NÚMEROS DE PARADAS

Así mismo (Kumar Agrawal et al., 2022), en su artículo de investigación donde evaluó la confiabilidad y mantenibilidad de unos equipos de perforación modelo EPBTBM. Donde hace mención que, para tener buena confiabilidad y mantenibilidad en los equipos, se debe tener un buen seguimiento en la gestión de mantenimiento, como tiempos, horas de los equipos inoperativos y horas de averías.

Por lo tanto, usando el análisis de confiabilidad (MTTBF), que son tiempos dados de falla entre falla y la mantenibilidad (MTTR) son horas durante el equipo está fallando o en reparación. En su investigación se revisó todos los tiempos tanto de confiabilidad como mantenibilidad, donde encontraron datos que no tenían correlación, para verificar esta información se realizó una prueba de Kolmogórov-Smirnov. Luego de

realizar estas pruebas el análisis indico que el nivel de confiabilidad es 2.64 hrs operativo, y el MTTR es de 5,78hrs. Así mismo la disponibilidad de los equipos 67%. Luego de este proceso también se realizó un análisis de criticidad, esto se hizo para encontrar fallas internas del equipo perforador, donde el cortador de discos fue el que tenía un riesgo muy alto.

Por otro lado (Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería de mantenimiento, 2016) (Cárcel Carrasco, 2016) nos dice que el TPM (mantenimiento productivo total) indica que es un modelo que trabaja directamente sobre los activos físicos e infiere que el operador debe ser responsable tanto de la calidad, como de la confiabilidad del equipo para mantenerlo en funcionamiento. Según esta revista, esto ha sido definido en años anteriores, también muestra que el TPM engloba tres conceptos diferentes: Búsqueda de la eficiencia económica, Mantenimiento preventivo a través del diseño orientado al mantenimiento y Número total de trabajadores involucrados a través del mantenimiento automatizado.

(Fonseca-Junior et al., 2015) en su revista aplica la gestión de mantenimiento basada en TPM, su objetivo principal es reducir costos de operación. Esto le ayudo a organizar las programaciones de mantenimiento preventivo, por lo tanto, esto le permite no tener paradas imprevistas en los equipos.

(Tortorella et al., 2021) y (Nota, Postiglione y Carvello, 2022) ambos en su artículo hacen mención al mantenimiento productivo en la industria tecnológica de I4.0 en las manufactureras de otros países y de Brasil, donde realizaron varios estudios de intracasos y casos, dando resultado que su disposición varía según la contribución de cada operario. Para cambiar este resultado se planteó un esquema de los pilares de TPM, como mantenimiento autónomo, este punto los operadores colaboraron realizando limpieza, inspección, entender las causas y efecto de algunos problemas. Luego aplicaron en segundo pilar mejoras enfocadas, donde identificaron perdidas, aplicar métodos de causa efecto y, se formaron equipos para solucionar problemas. También el pilar mantenimiento planificado, realizaron esquema de ciclo de vida, formatos de verificación, mejoraron los tiempos de fallos y reparación. En el pilar

educación y entrenamiento, se capacito a impartir nuevas tecnologías, realizar nuevas tecnologías y competencias. Y por últimos el pilar de seguridad, salud y medio ambiente, punto es velar por un trabajo seguro sin accidentes, tratar de eliminar los incidentes y generar nuevos procedimientos.

(TPM For The Colombian Industry, 2018) y (Al-refaie, Lepkova y Camlibel, 2022) mencionan que el TPM desarrolla gradualmente los siguientes 10 programas o pilares, específicamente: Liderazgo técnico: Todos los empleados de la empresa deben liderar al menos un proyecto específico y deben recibir capacitación para el desarrollo del liderazgo técnico. Auto mantenimiento: Las máquinas salen de su estado de deterioro y pasan a un proceso de mejora continua, comenzando con la limpieza para detectar fallas y solucionar la causa raíz del problema; Mejora basada en la eficiencia: existen planes para abordar 16 pérdidas importantes que generalmente afectan las estructuras de producción; Organización y Planificación: Enfocado en establecer estrategias de planificación efectivas para el plan maestro de TPM y apoyar todas las actividades de TPM; Mantenimiento planificado: Utilizando técnicas de mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento basado en confiabilidad RCM; Familiarizarse con el equipo por primera vez: Asegúrese de que antes de usar por primera vez, estén dadas todas las condiciones para que sepa cómo instalar, operar y mantener la máquina; Capacitación y capacitación: En TPM se brinda capacitación específica para cada necesidad técnica en lugar de capacitación en temas generales; TPM Administrativo: entendido como el apoyo del departamento administrativo de la empresa a las actividades de TPM y como el desarrollo de técnicas de TPM para mejorar la eficiencia de la gestión administrativa. Salud y seguridad industrial, buenas prácticas de manufactura y gestión ambiental: este pilar trabaja para implementar y apoyar cada uno de estos temas, en cada uno de los cuales se desarrolla TPM y en particular en apoyo del pilar Mantenimiento o programa autónomo; Higiene y seguridad industrial.

Sin embargo, (Fonseca-Junior et al., 2015) en su artículo reduce esta estrategia del TPM en 4 etapas, estas son: la etapa diagnóstica, este punto tiene como objetivo recopilar información para empezar analizar el estado de la empresa y proceder con

la segunda etapa. el plan maestro estratégico, es la etapa 2, esta evalúa la información recopilada en la etapa 1 y se toma decisiones u oportunidades para el análisis a seguir, sin embargo, en la etapa 3 que es la formación, en este caso lo que se propone es capacitar a todo el personal involucrado, formando comités o grupos para atacar las deficiencias de algunas áreas. En la última etapa de seguimiento, este programa ayudare a realizar auditorías, reuniones constantes y seguimientos de cada pilar, así mismo poder mejorar cada pilar aplicado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación corresponde a la categoría APLICADA y responderá a medir la disponibilidad de equipos (maquinaria pesada), atender cortes oportunos y transiciones frecuentes de mantenimiento y proponer un plan de mantenimiento global. (Monjarás-Ávila et al., 2019)

Teniendo un enfoque: Cuantitativo, porque se muestra cantidades numéricas, a nivel explicativo. (Ñaupas et al., 2018)

El diseño utilizado para este estudio es pre- experimental, el cual se utilizará un grupo de máquinas seleccionadas para la aplicación de pre-test; luego se aplica la prueba y el paso final, se aplica el post-test.

RG1: O1 X O2

Donde: X: es la variable independiente; O1 es la medida Pre-experimental y O2 es la medida Post experimental.

3.2. Variables y operacionalización

En este caso la variable dependiente consistió en la disponibilidad de la maquinaria pesada y la variable independiente consta del plan integrar de mantenimiento. (Espinoza Freire, 2019)

Por otro lado, la metodología a utilizar será cuantitativa porque está ligada al conteo numérico y métodos matemáticos, también es adecuada para estimar la magnitud de fenómenos y contrastar hipótesis.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población de la presente investigación está compuesta por 10 máquinas pesadas, que conforman (06 excavadoras 320d, 02 rodillos compactadora, 02 motoniveladoras 120k) que cuenta la empresa SETRAMI SAC, en el año 2022. Así mismo la muestra se obtendrá a través del listado de fallas que obtengan cada equipo del periodo semestral (Julio - Diciembre 2021), y con ayuda del método de criticidad se segmentará las unidades más críticas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para realizar un trabajo de investigación, es esencial aplicar un método, técnicas e instrumentos para encaminar el trabajo a realizar. Por lo tanto, el uso de técnicas para recolectar información, es una parte donde se revisa minuciosamente y así se convierten en su objetivo a resaltar. (Hernandez Mendoza y Duana Avila, 2020)

De la misma forma utilizaremos tablas de recolección de datos, para hallar números de fallos, tiempos de reparación, tiempo de operación, tiempo promedio de reparación, para luego encontrar el porcentaje de disponibilidad de los equipos.

INDICADOR TÉCNICAS INSTRUMENTOS

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

INDICADOR	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Numero de falla	Observación directa	Tabla de mantenimiento
Tiempo de Operación (TTO)	Observación directa	Tabla de mantenimiento
Tiempo de reparación (TTR)	Observación directa	Tabla de mantenimiento
Tiempo Disponible de operación (TBF)	Observación directa	Tabla de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos.

Los siguientes pasos se utilizan para lograr cada uno de los objetivos específicos.

Para evaluar la presente situación de la empresa a estudiar, se realizará una observación directa, revisando información, reporte de fallas, reporte de paradas no programadas. Esta información nos brindara el planner de mantenimiento, ya que él, es el encargado de ingresar esos datos. Esto no ayudará a realizar un listado de todos los equipos con sus fallos y tiempos.

Para encontrar las unidades de la maquinaria pesada más críticas, que se va a estudiar en la empresa SETRAMI SAC. Se tomará como ejemplo el método de análisis de criticidad, donde se segmentará los equipos y los fallos, así mismo se determinarán con gráficos de Pareto las unidades y repuestos más críticos, para luego poder enfocarnos en lo más críticos y aplicar el plan integral de mantenimiento.

Luego de tener ya segmentado toda nuestra flota, con ayuda del análisis, pasamos aplicar el plan integral de mantenimiento preventivo, para ello este plan nos ayudaremos de TPM (mantenimiento productivo total) con sus pilares.

Así mismo hacemos mención de los pilares a implementar, son: mejoras enfocadas, en este pilar se busca la causa raíz del problema, por eso utilizamos el método de criticidad. El siguiente pilar es el mantenimiento autónomo, en este punto se capacitará a todo el personal involucrado con temas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. El pilar mantenimiento planificado, esta etapa se encarga el personal de mantenimiento, junto con los supervisores para programar los mantenimientos y así evitar paradas imprevistas, esto se logrará con las cartillas de mantenimiento (Fig. 14) que nos brindará la empresa Ferreyros. El pilar de formación y entrenamiento, este se encargará de realizar capacitación y realizar seguimientos a los encargados de mantenimiento preventivo, para evaluar que tanto han aprendido de las capacitaciones antes realizadas. El ultimo pilar seguridad, salud y medio ambiente se implementará formatos como ATS (Fig.) (análisis de trabajo seguro) con ayuda del área de seguridad, para reducir accidentes en los operadores y mecánicos.

Luego de implementar lo mencionado se realizará mediciones para poder visualizar el aumento de la disponibilidad de los equipos.

3.6. Método de análisis de datos.

Para la recolección de información se utilizará análisis descriptivo, instrumentos propuestos en las escalas de las variables de investigación (razón, numérico) y medidas de su tendencia central calculadas tabulando Histogramas según los datos de la tabla de distribución de frecuencias y la naturaleza del resultado.

Análisis de inferencia, a nivel de inferencia, primero se prueba la hipótesis utilizando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar su impacto en la productividad, donde se determinará si los datos funcionan normalmente o no, de ser así, la prueba del estudiante sería han utilizado y si no la prueba estadística de Wilcoxon con confianza 95, para probar la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

Según la carta de ética de los estudios de la Universidad Cesar Vallejo, es necesario cumplir con todas las acciones previstas en el decreto del Consejo de Grado número 2022/UCV. De manera que se pueda documentar respetando los estándares de cambio establecidos, y completando este análisis con fuentes citadas de manera que sea relevante e información que los autores puedan procesar para seguir mejorando la investigación, someter las sanciones necesarias si no es posible hacerlo. lo acordado. Por lo tanto, se regula para legitimar los resultados y garantizar la integridad de los datos proporcionados por SETRAMI SAC.

Así mismo validando el documento emitido dando visto bueno, donde el estudiante realizara mediciones en la empresa que labora actualmente. Este documento es un afecto ético muy importante, ya que da un sustento importante de la empresa hacia la entidad estudiantil (UCV).

Por otro lado, tenemos la plataforma turnitin, una plataforma que permite que el estudiante no copie informes de otros autores, teniendo un porcentaje permitido por la universidad. (Díaz Arce, Educativa Santana-Cuenca y Ecuador, 2017)

IV. RESULTADOS.

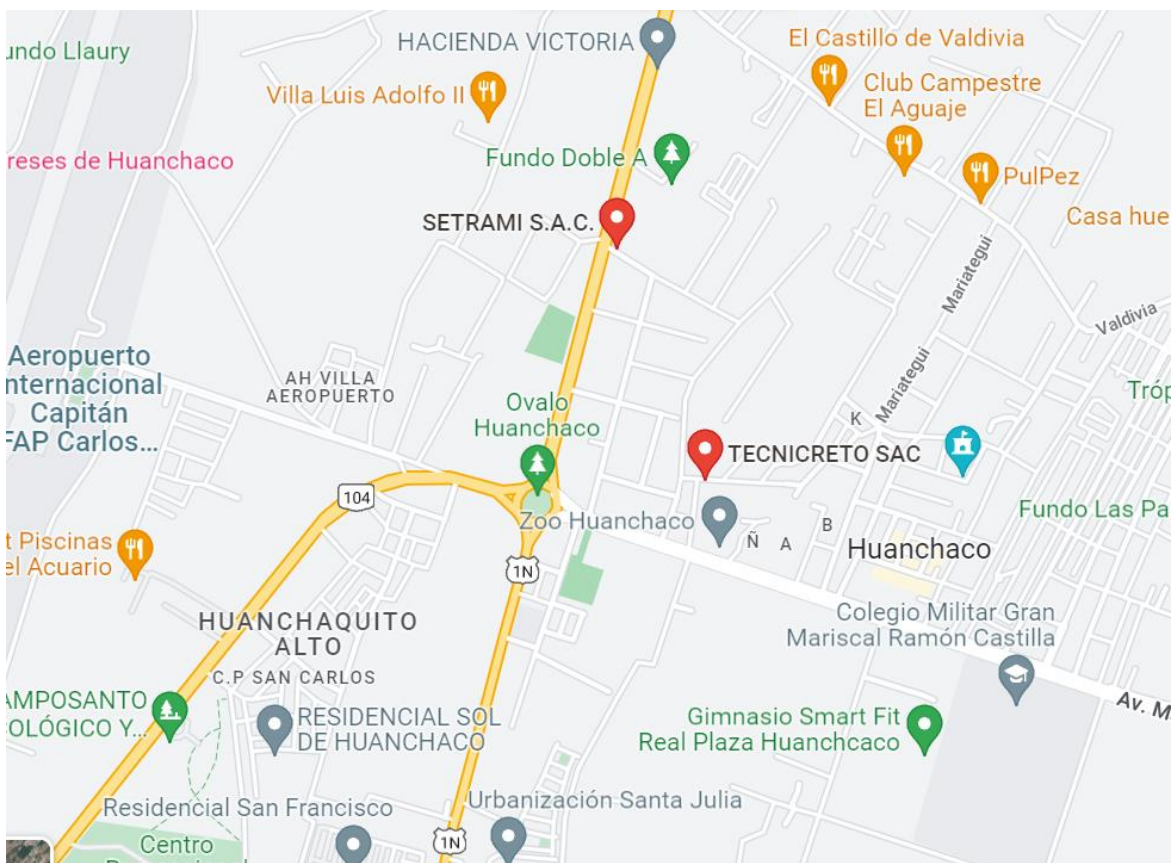
Generalidades de la empresa.

La empresa SETRAMI SAC, su función principal es operador logístico, pero con el transcurrir de los años ha optado por brindar servicios de movimientos de tierras (relave) a minera compañía PODEROSA SA. Actualmente está posicionada en Patatez brindando este servicio con una flota de 10 equipos de línea amarilla y volquetes, a la vez el servicio de topografía y muestreo. Se encuentra localizada en el distrito de Patatez sector Valdivia alta – Huanchaco.

Razón social: Servicios De Transportes Mina S.A.C.

Ruc: 20440405143

Figura 1. Ubicación empresa SETRAMI SAC.



Fuente: Google maps

Evaluación de la empresa en el área de mantenimiento.

La evaluación se basó en una observación directa, y revisar los reportes emitido por el planner de mantenimiento. Durante los meses de recolección de datos y conversaciones con el gerente de operaciones, me comentaba que tenía muchas paradas imprevistas, aparte de ello, la demora de compra de repuestos. Ya que su almacén de repuestos queda en Trujillo y sus equipos en mina (Pataz), este hecho le hizo pensar en abastecer su almacén con repuestos rotativos, por lo cual le seria costoso.

A parte de ello me comento que deberíamos evaluar la disponibilidad, mejorar e incluir nuevos formatos para la recolección optima de información de los equipos.

Al transcurrir de los días estuve evaluando la información emitida por la empresa de los equipos de maquinaria pesada, y me encuentro que tiene muchas paradas imprevistas, en algunos casos el equipo se queda inoperativo durante días, pregunte a los mecánicos a cargo y me comentaron que eso se debía a la demora de entrega de repuestos. Conversando con el área de almacén me dijeron que hay algunos casos que repuestos se encuentran en lima y otros para importar.

Por otro lado, en campo verifique muchas deficiencias por parte de los mecánicos, como de los operadores. Era que nunca revisaban sus equipos antes de empezar a operar y siempre esperaban a que falle para reportar al supervisor y posterior a los mecánicos. Otra cosa los mantenimientos preventivos no se realizaba un seguimiento adecuado ya que no tenían mapeado los mantenimientos que le siguen, había casos que realizaban mantenimientos básicos y el resto se lo salteaban, esto era mala gestión por parte de planeamiento.

Luego de visualizar todo lo comentado, comencé a evaluar los datos entregados por parte de mantenimiento, donde observo la cantidad de horas paradas los equipos, teniendo en cuenta que cada equipo trabaja 10 horas al día.

TTR: Tiempo de reparaciones

MTTR: Tiempo promedios de reparaciones.

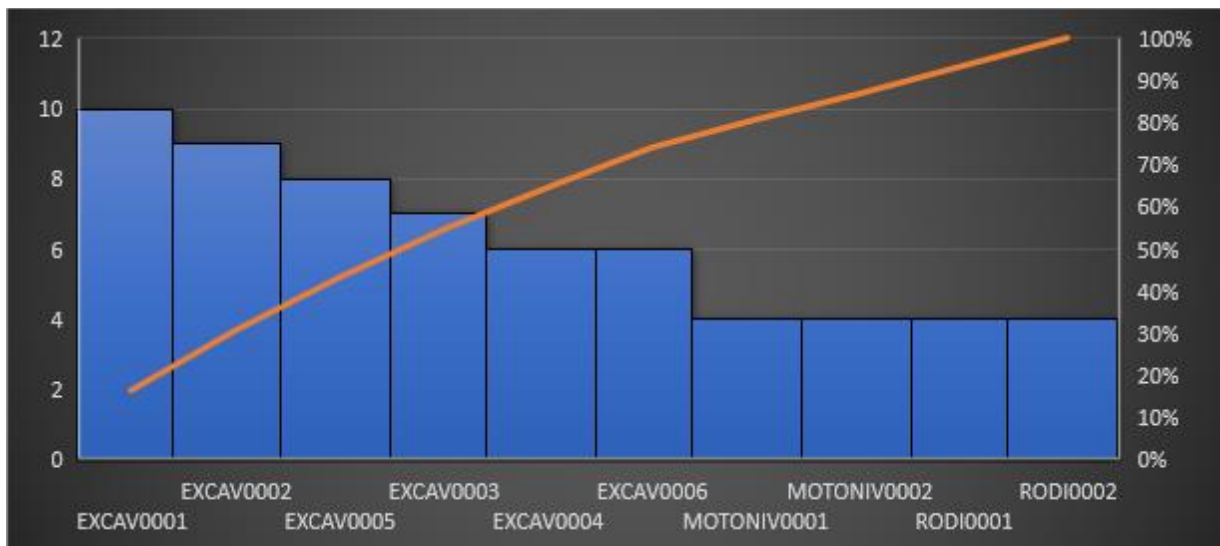
Tabla 2: Numero de fallas y tiempo de reparaciones 2021 Julio – diciembre
 MAQUINA Numero de Fallas TTR MTTR

MAQUINA	Numero de Fallas	TTR	MTTR
EXCAVADORA-M1	10	800	80.00
EXCAVADORA-M2	9	500	55.56
EXCAVADORA-M3	7	340	48.57
EXCAVADORA-M4	6	300	50.00
EXCAVADORA-M5	8	400	50.00
EXCAVADORA-M6	6	250	41.67
MOTONIVELADORA-M1	4	150	37.50
MOTONIVELADORA-M2	4	80	20.00
RODILLO-M1	4	100	25.00
RODILLO-M2	4	80	20.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en este resumen de reporte 2021 (tabla 1), podemos visualizar a los equipos con mayor número de fallos constantes como la excavm1,m2,m3,m4,m5, y m6 y a su vez número de horas de parada del mes de Julio hasta diciembre.

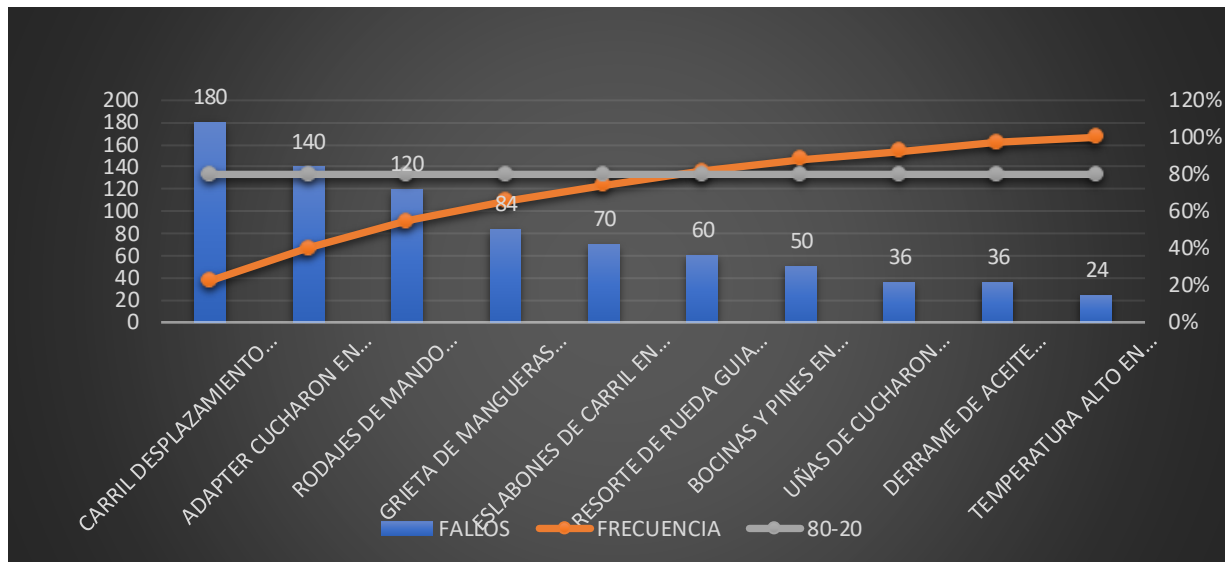
Figura 2: Diagrama de Pareto de análisis de tiempo promedio de reparaciones maquinaria pesada.



Análisis de Pareto.

Para comprobar y determinar las posibles causas que están ocasionado las paradas imprevistas y demora en el avance de producción de la empresa. En este caso se utilizó un diagrama de Pareto, plasmando una lista de fallos constantes, causados por el mantenimiento preventivo incorrecto en la maquinaria pesada de SETRAMI SAC.

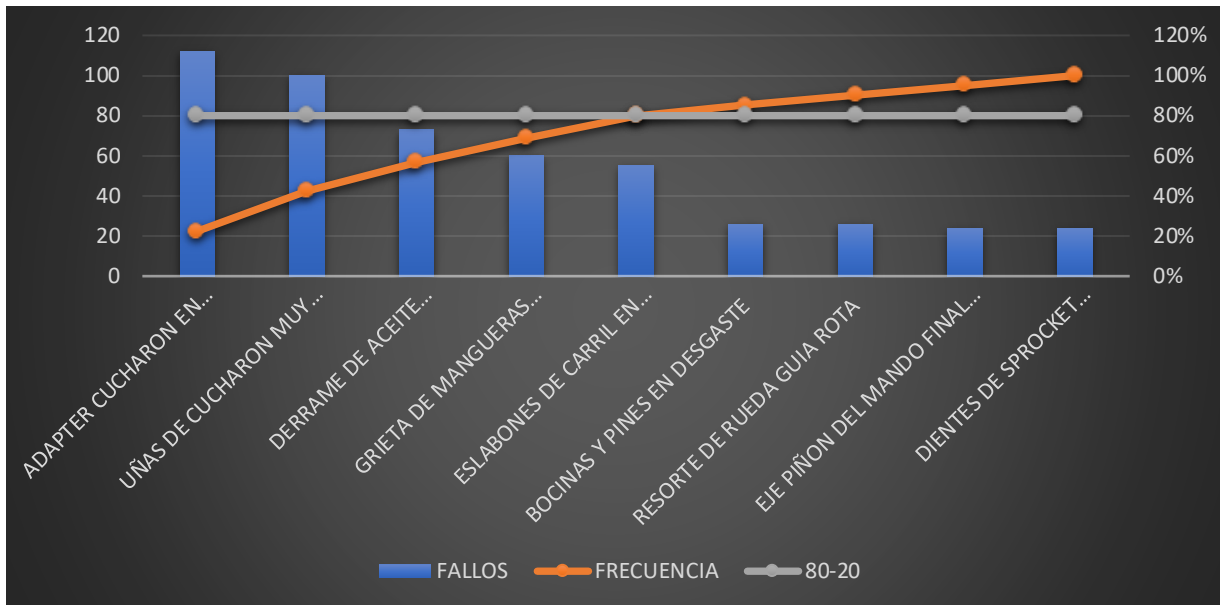
Figura 3: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora M1 320D



Fuente :

En este resultado se observó la mayor hora de paradas por fallos fue desgaste en el carril de desplazamiento, donde la gráfica muestra 180 horas de paradas sobre ese fallo, que representa una frecuencia de 22.5 %. Por lo tanto, debemos tener en cuenta también los 4 fallos más que están debajo del 80% para poder atacarlos.

Figura 4: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora 02 320D (excav02)



En este resultado se observó la mayor hora de paradas por fallos fue desgaste en de adapter del cucharón, donde la gráfica muestra 112 horas de paradas sobre ese fallo, que representa una frecuencia de 22.4%. Por lo tanto, debemos tener en cuenta también los 4 fallos más que están debajo del 80% para poder atacarlos.

Tabla 19: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora 03 320D (excav03)

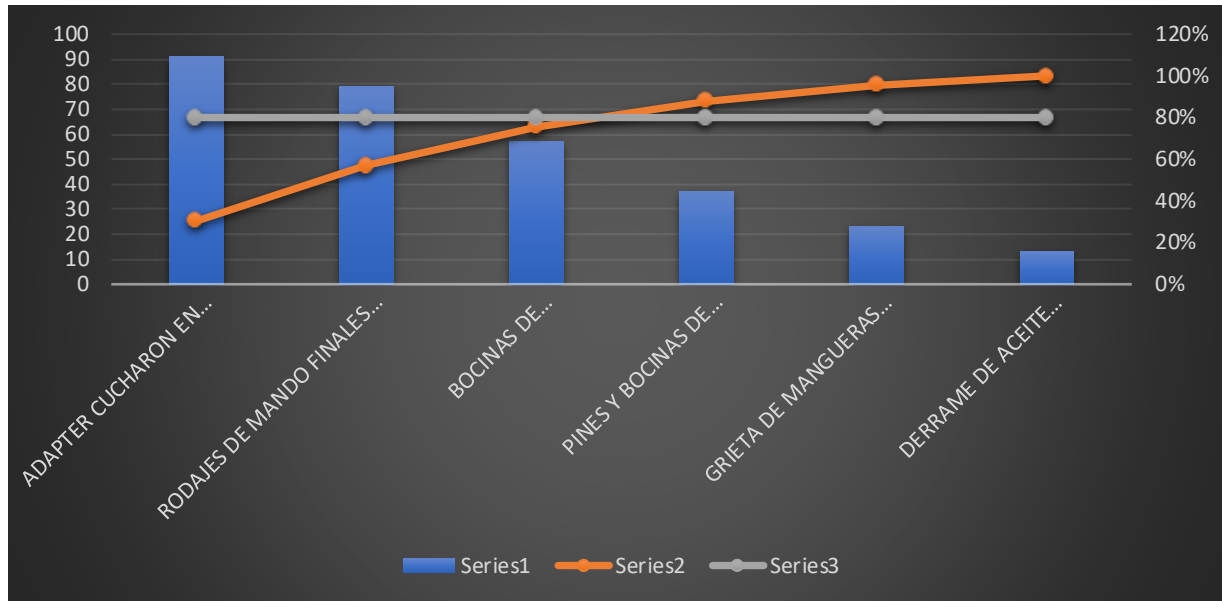
MAQUINA	FALLAS	PARADA HRS	F. RELATIVA	F. ACUMULDA	80-20
EXCAVADORA-M3	DERRAME DE ACEITE HIDRAULICO	80	80	23.53%	80%
	BOCINAS Y PINES EN DESGASTE	66	146	42.94%	80%
	RUEDA GUIA EN DESGASTE	59	205	60.29%	80%
	ESLABONES ROTOS	44	249	73.24%	80%
	LINEAS DE COMBUSTIBLE OBTRUIDAS	38	287	84.41%	80%
	UÑAS DE CUCHARON MUY DESGASTADAS	29	316	92.94%	80%
	ESLABONES DE CARRIL EN DESGASTE	24	340	100%	80%

340

En este resultado se observó la mayor hora de paradas por fallos fue en el derrame de aceite hidráulico, donde la gráfica muestra 80 horas de paradas sobre ese fallo, que

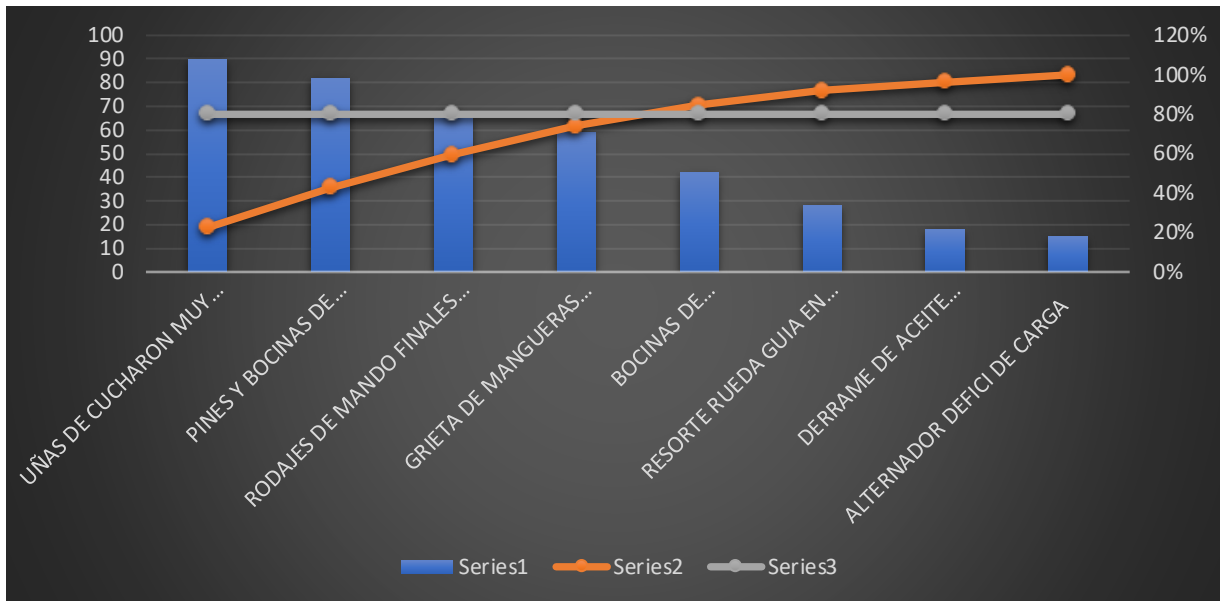
representa una frecuencia de 23.53%. Por lo tanto, debemos tener en cuenta también los 4 fallos más que están debajo del 80% para poder atacarlos.

Figura 6: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora 04 320D (excav04)



En este resultado se observó la mayor hora de paradas por fallos fue desgaste en de adapter de uñas del cucharón, donde la gráfica muestra 91 horas de paradas sobre ese fallo, que representa una frecuencia de 30.33%. Por lo tanto, debemos tener en cuenta también los 3 fallos más que están debajo del 80% para poder atacarlos.

Figura 7: Diagrama de Pareto por fallos del equipo excavadora 05 320DL (excav05)



En este resultado se observó la mayor hora de paradas por fallos fue desgaste en de uñas del cucharón, donde la gráfica muestra 90 horas de paradas sobre ese fallo, que representa una frecuencia de 22.50%. Por lo tanto, debemos tener en cuenta también los 4 fallos más que están debajo del 80% para poder atacarlos.

Análisis de criticidad.

Como vimos anteriormente los equipos de maquinaria pesada tienen muchas fallas constantes y muy altas horas de reparación. Por lo tanto, se verificó cuál de todos los equipos son más críticos, para poder aplicar directamente el plan integral de mantenimiento.

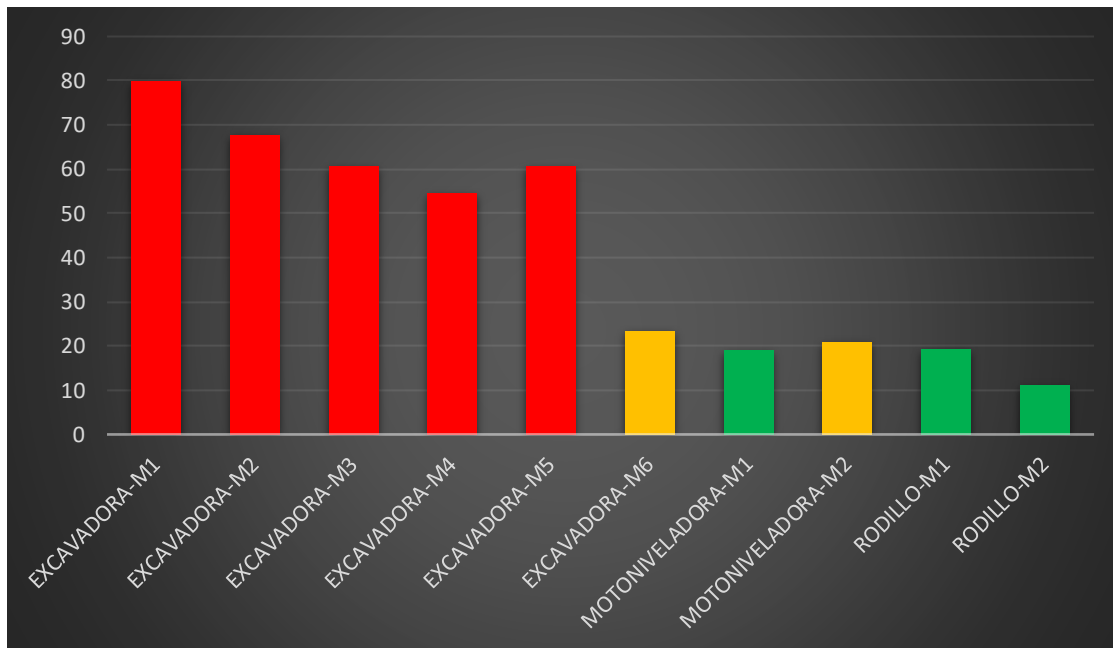
Tabla 3: Análisis de criticidad 2021 julio – diciembre.

MAQUINARIA	PROD	MAS	CO	ER	Ef	Criticidad
EXCAVADORA-M1	43	40	7	0.8	1	80
EXCAVADORA-M1	45	43	7	0.8	0.8	67.68
EXCAVADORA-M3	45	45	7	0.8	0.7	60.62
EXCAVADORA-M4	44	43	6	0.7	0.7	54.6
EXCAVADORA-M5	45	45	7	0.8	0.7	60.62
EXCAVADORA-M6	25	21	5	0.6	0.6	23.4
MOTONIVELADORA-M1	24	20	6	0.6	0.5	19
MOTONIVELADORA-M2	23	21	7	0.7	0.5	21
RODILLO-M1	21	23	5	0.6	0.5	19.3
RODILLO-M2	24	5	5	0.6	0.5	11.2

Fuente: Elaboración propia

Observamos en la tabla que la excav-M1 hasta excav-M5, son equipos críticos, que sobrepasan mayor al puntaje 40. Por lo tanto, se tuvo prioridad a los primeros equipos de la maquinaria pesada SETRAMI SAC.

Figura 8. Gráfico de análisis de criticidad 2021 julio – diciembre.



MEJORAS ENFOCADAS.

Como resultado de los reportes emitidos por el planner de mantenimiento, las observaciones directas y el análisis de fallas que se aplicó en la empresa SETRAMI SAC, hemos encontrado los problemas principales que afectan a la disponibilidad de la maquinaria pesada son: falta de procedimiento, información, materiales, equipos y herramientas.

Procedimientos:

Los procedimientos dentro de una empresa ayudan a tener un orden de trabajo, desde el inicio de la operación de la maquinaria pesada, hasta el final.

Por lo tanto, se implementó un formato de check list (Pre Uso), es un pequeño formato que es aplicado por el operador de la maquinaria pesada cada vez que inicia su labor. Esto ayudo a revisar el equipo y encontrar pequeños fallos que pueden a lo largo generar horas prolongadas de paradas.

Sin embargo, si se encontraría un fallo leve o programable. Se informaría al supervisor a cargo, el posteriormente deberá informar a los mecánicos para evaluar el fallo, para luego informar al gerente de operaciones para su programación.

Luego de ser programado, se informa al área de almacén. Así ellos realicen la compra del repuesto dañado con tiempo.

Por otro lado, también se mejoró el formato de orden de trabajo, este formato es llenado por el mecánico a cargo, todo lo que se realiza en el equipo está plasmado en la orden de trabajo, horas de inicio y fin, repuestos que ha usado, si el mantenimiento es preventivo o correctivo, registro de hodómetro y observaciones si es el caso. Donde la orden de trabajo será firmada por, mecánico, operador y supervisor.

Información:

En el punto anterior se comentó de dos formatos de pre uso y orden de trabajo que ayuda a verificar y recolectar información de los trabajos en los equipos de maquinaria pesada, donde toda esa información es ingresada por el planner de mantenimiento. A continuación, se describirá el uso de ambos formatos.

Pre–uso: es un documento que se verifica diariamente por el operador ante de cada trabajo, esto ayudara a no tener paradas imprevistas. Por lo tanto, tendrá que ser firmado por supervisor, mecánico y operador.

Orden de trabajo, este documento cuenta con una mucha información, hodómetro del equipo, tipo de fallo, ubicación, y el tiempo que resulto realizar el trabajo.

MANTENIMIENTO AUTONOMO

Este pilar del TPM, se refiere a que el operador de los equipos tiene que tener responsabilidad sobre las maquinarias que opera y que debe tener conocimientos básicos sobre el mantenimiento, y no depender de los técnicos de mantenimiento realizando trabajos rutinarios, como es el caso de inspección antes de empezar cada trabajo.

Este punto es muy importante ya que el operador debe ser capacitado para que tenga la formación de identificar algunos problemas y ser competentes de tomar decisiones inmediatas y tratar de solucionarlo.

Por lo tanto, esto incluye, que el operador debe inspeccionar su equipo antes de cada trabajo, utilizando en documento de Pre-Uso.

Debe generar alertas en el caso que hubiera un fallo y coordinarlo para su próxima programación, así mismo evitar paradas.

MANTENIMIENTO PLANIFICADO.

Este pilar de mantenimiento planificado, es muy primordial ya que tiene como objetivo disminuir los fallos de cada equipo y las paradas no programadas.

Para realizar un mejor mantenimiento preventivo, lo que se realizó fue comunicarse con el fabricante de los equipos en este caso Ferreyros, para que nos brinde las cartillas de mantenimiento, donde se aprecia los intervalos de cada mantenimiento que es de 250 horas.

Por lo tanto, para poder aumentar la disponibilidad en los equipos, se debe llevar un buen control del mantenimiento preventivo con el intervalo ya mencionado líneas arriba.

Así mismo, se implementó una programación de engrase en los equipos, esto ayudara a que las piezas que trabajan modo fricción, estén muy bien lubricadas y evite tener mayor desgaste.

FORMACION Y ENTRENAMIENTO.

Este pilar, además de tratar de aumentar la disponibilidad, se basa en la formación y mejoras de los trabajadores. Por lo que se tomó una decisión de implantar un cronograma de capacitaciones referente al mantenimiento preventivo, como objetivo que los operadores puedan dar solución a fallos leves, en caso que sea fallos graves se comunica a los encargados.

Los temas a tratar en la capacitación serán en el mantenimiento preventivo adecuado, operación de la maquinaria pesada y seguridad del personal involucrado.

SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.

Este punto es muy importante para todos los trabajadores de la empresa, ya que la seguridad es muy primordial para ellos, por lo tanto, se implementó un formato llamado ATS (análisis de trabajo seguro), esto se aplicará a inicios de cada operación o trabajo a realizar. Así mismo se garantiza la seguridad de cada trabajador en el área

conveniente a laborar. El ATS, consiste en identificar peligros y riesgos donde el personal se vea expuesto.

Por otro lado, evaluar la disponibilidad, se tomó la información en dos etapas, uno que fue las pre-tes en el mes de julio a diciembre del 2021, y otra que fue el pos-tes en el mes de enero a mayo del 2022. Teniendo en cuenta el tiempo de operación semestral igual 1680 hrs (6 meses).

Tiempo promedio de reparación (MTTR)

La fórmula para hallar el tiempo promedio de reparación es la siguiente:

$$\text{MTTR} = \text{Número de horas de paro por avería} / \text{Numero de averías}$$

Tabla 4: comparativo de tiempo promedio reparaciones (MTTR)

MAQUINARIA	PRE-TES			POS-TES		
	NUMERO DE FALLAS	TTR	MTTR	NUMERO DE FALLAS	TTR	MTTR
EXCAVADORA-M1	10	800	80.00	3	150	50.00
EXCAVADORA-M2	9	500	55.56	3	120	40.00
EXCAVADORA-M3	7	340	48.57	2	110	55.00
EXCAVADORA-M4	6	300	50.00	2	100	50.00
EXCAVADORA-M5	8	400	50.00	3	120	40.00
EXCAVADORA-M6	6	250	41.67	2	100	50.00
MOTONIVELADORA-M1	4	150	37.50	2	99	49.50
MOTONIVELADORA-M2	4	80	20.00	2	30	15.00
RODILLO-M1	4	100	25.00	2	40	20.00
RODILLO-M2	4	80	20.00	2	30	15.00

Fuente: Elaboración propia

Observamos en la tabla los resultados obtenidos de las pre-tes y las pos-tes enfocados en hallar las horas del MTTR, donde las fallas de cada equipo y el tiempo promedio de reparación han disminuido. Esto significa que el nivel de mantenibilidad es bueno.

Tiempo promedio entre fallas (MTBF)

Fórmula para hallar el tiempo promedio entre falla (MTBF):

MTBF = Tiempo disponible de operación / Número de fallas

MTBF = Tiempo disponible - Tiempo total de reparación / Número de fallas

Tabla 5: comparativo de tiempo promedio entre fallas (MTBF)

MAQUINA	N° de Fallas	TTO	TTR	MTBF
EXCAVADORA-M1	3	1680	150	510.00
EXCAVADORA-M2	3	1680	120	520.00
EXCAVADORA-M3	2	1680	110	785.00
EXCAVADORA-M4	2	1680	100	790.00
EXCAVADORA-M5	3	1680	120	520.00
EXCAVADORA-M6	2	1680	100	790.00
MOTONIVELADORA-M1	2	1680	99	790.50
MOTONIVELADORA-M2	2	1680	30	825.00
RODILLO-M1	2	1680	40	820.00
RODILLO-M2	3	1680	30	550.00

Fuente: Elaboración propia

Observamos en la tabla los resultados obtenidos del pre-tes y el pos-tes enfocados en hallar las horas del MTBF, donde el tiempo disponible de operación y el tiempo promedio entre fallas han aumentado. Esto significa que el nivel de confiabilidad es bueno.

Comparativo de la disponibilidad.

Para hallar este indicador que es disponibilidad, tuvimos que hallar primero el MTTR y el MTBF, y así ver en qué estado se encuentra la disponibilidad de los equipos antes y después.

La fórmula aplicada para hallar la disponibilidad es la siguiente:

Disponibilidad = $MTBF / (MTBF + MTTR)$

Tabla 6: Comparativo de disponibilidad

MAQUINARIA	PRE-TES			POS-TES		
	MTTR	MTBF	D %	MTTR	MTBF	D %
EXCAVADORA-M1	80.00	88.00	52.38%	50.00	510.00	91.07%
EXCAVADORA-M2	55.56	131.11	70.24%	40.00	520.00	92.86%
EXCAVADORA-M3	48.57	191.43	79.76%	55.00	785.00	93.45%
EXCAVADORA-M4	50.00	230.00	82.14%	50.00	790.00	94.05%
EXCAVADORA-M5	50.00	160.00	76.19%	40.00	520.00	92.86%
EXCAVADORA-M6	41.67	238.33	85.12%	50.00	790.00	94.05%
MOTONIVELADORA-M1	37.50	382.50	91.07%	49.50	790.50	94.11%
MOTONIVELADORA-M2	20.00	400.00	95.24%	30.00	825.00	96.49%
RODILLO-M1	25.00	395.00	94.05%	20.00	820.00	97.62%
RODILLO-M2	20.00	400.00	95.24%	15.00	550.00	97.35%

Elaboración propia.

Como observamos en la tabla los resultados obtenidos del pre-tes y el pos-tes enfocados en comparar el porcentaje de disponibilidad. Como resultado notamos que la disponibilidad aumentada, y vemos que todos los equipos críticos sobrepasan el 90%.

Análisis descriptivo.

El análisis descriptivo es un fragmento completo orientado al conocimiento cuantitativo. Así mismo se ocupa de recopilar, organizar, analizar y sacar conclusiones de los datos. (Ramachandran y Tsokos, 2015)

Variable dependiente: disponibilidad de la maquinaria pesada

Comprobando la hipótesis general:

Donde:

H1: La aplicación del TPM mejora la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa SETRAMI SAC, 2022.

H0: La aplicación del TPM no mejora la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa SETRAMI SAC, 2022.

H0: $D_a > D_d$

Para comprobar la hipótesis, debemos especificar qué tipo de estadígrafo se va utilizar. En este caso como son 10 equipos, utilizaremos Shapiro-Wilk.

Dimensión: confiabilidad (MTBF)

Comprobando la hipótesis general:

Donde:

H1: La aplicación del TPM aumenta la confiabilidad de la maquinaria pesada en la empresa SETRAMI SAC, 2022.

H0: La aplicación del TPM no aumenta la confiabilidad de la maquinaria pesada en la empresa SETRAMI SAC, 2022.

Luego pasaremos a realizar la prueba de normalidad para ver si los datos son significativos, no serlo se realizar una prueba de wilcoxon.

Tabla 7: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos pre-tes MTBF, julio-diciembre 2021.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
MTBF PRE- TES	0.238	10	0.113	0.867	10	0.091

Fuente: IBM SPSS Statistics

Interpretación: observamos los resultados del MTBF del pre-tes, donde el nivel significativo $p = 0.091$. Por lo tanto, se debe utilizar una prueba paramétrica, t- student

Tabla 8: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos post-tes MTBF, enero-mayo 2021.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTBF POS- TES	0.347	10	0.001	0.732	10	0.002

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics

Interpretación: observamos los resultados del MTBF del post-tes, donde el nivel significativo $p = 0.002$. Por lo tanto, se debe utilizar una prueba no paramétrica, de wilcoxon.

Tabla 9: Prueba estadística wilcoxon del pre-tes y pos-tes del MTBF.

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La mediana de diferencias entre MTBF PRE-TES y MTBF POS-TES es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	0.005	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Resumen de prueba
de rangos con signo
de Wilcoxon para
muestras relacionadas**

N total	10
Estadístico de prueba	55.000
Error estándar	9.804
Estadístico de prueba estandarizado	2.805
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.005

Interpretación: observamos que la p de la prueba wilcoxon da 0.005, donde la probabilidad obtenida del p-valor es menor al 5%. Por lo tanto, se aprueba la hipótesis H1, que nos dice, que al aplicar el plan integral del TPM aumenta el MTBF.

Dimensión: Mantenibilidad (MTTR)

Comprobando la hipótesis general:

Donde:

H1: La aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de la maquinaria pesada en la empresa SETRAMI SAC, 2022.

H0: La aplicación del TPM no disminuye la mantenibilidad de la maquinaria pesada en la empresa SETRAMI SAC, 2022.

Tabla 10: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos pre-tes MTTR, julio-diciembre 2021

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTTR PRE- TES	0.149	10	.200*	0.925	10	0.403

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación: observamos los resultados del MTTR del pre-tes, donde el nivel significativo $p = 0.403$. ya que es mayor al valor $p > 0.05$ Por lo tanto, se considera una distribución normal. Así mismo se debe utilizar una prueba paramétrica, t- student

Tabla 11: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos post-tes MTTR, enero-mayo 2022.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTTR POS- TES	0.254	10	0.067	0.861	10	0.079

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics

Interpretación: observamos los resultados del MTTR del pos-tes, donde el nivel significativo $p = 0.079$. ya que es mayor al valor $p > 0.05$ Por lo tanto, se considera una distribución normal. Así mismo se debe utilizar una prueba paramétrica, t- student

Tabla 12: Prueba estadística t-student del pre-tes y pos-tes del MTTR.

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	MTTR PRE- TES	42.8300	10	18.46771	5.84000
	MTTR POS- TES	39.9500	10	13.90533	4.39725

Fuente: IBM SPSS Statistics

Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Significación	
			P de un factor	P de dos factores
Par 1 MTTR PRE-TES & MTTR POS-TES	10	0.702	0.012	0.024

Fuente: IBM SPSS Statistics

Interpretación: observamos que la p de la prueba t-student da 0.024, donde la probabilidad obtenida del p-valor es menor al 5%. Por lo tanto, se aprueba la hipótesis H1, que nos dice, que al aplicar el plan integral del TPM aumenta el MTBF.

Tabla 13: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos pre-tes disponibilidad, julio-diciembre 2021

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISPONIBILIDAD PRE-TEST	0.169	10	.200*	0.882	10	0.138

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics

Interpretación: observamos los resultados del MTTR de las pre-tes, donde el nivel significativo $p = 0.138$. ya que es mayor al valor $p > 0.05$ Por lo tanto, se considera una distribución normal. Así mismo se debe utilizar una prueba paramétrica, t- student

Tabla 14: Análisis de normalidad con Shapiro-Wilk datos pos-tes disponibilidad, julio-diciembre 2021

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISPONIBILIDAD POS-TES	0.284	10	0.022	0.873	10	0.109
DISPONIBILIDAD POS-TES	0.284	10	0.022	0.873	10	0.109

Fuente: IBM SPSS Statistics

Interpretación: observamos los resultados del MTTR del pos-tes, donde el nivel significativo $p = 0.109$. ya que es mayor al valor $p > 0.05$ Por lo tanto, se considera una distribución normal. Así mismo se debe utilizar una prueba paramétrica, t- student.

Tabla 15: Prueba estadística t-student del pre-tes y pos-tes de la disponibilidad de maquinaria pesada.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	DISPONIBILIDAD PRE-TEST	0.8200	10	0.13565	0.04290
	DISPONIBILIDAD POS-TES	0.9450	10	0.02369	0.00749

Fuente: IBM SPSS Statistics

Interpretación: observamos que la p de la prueba t-student da 0.008, donde la probabilidad obtenida del p-valor es menor al 5%. Por lo tanto, se aprueba la hipótesis H1, que nos dice, que al aplicar el plan integral del TPM aumenta la disponibilidad en la maquinaria setrami sac.

V. DISCUSION.

Al evaluar el estado actual estado de la maquinaria pesada en la empresa setrami sac, se aplicó el método de recolección de datos, por observación directa y reportes emitidos por el área de mantenimiento, luego aplicamos la técnica de Pareto para identificar las posibles causas que ocasionó que la disponibilidad disminuya. Por otro lado, se aplicó un análisis de criticidad, para atacar los posibles equipos más críticos. Fueron métodos que ayudo a visualizar el estado de disponibilidad de cada equipo. Encontrando equipos con menos de un 80% de disponibilidad.

Comparando con (Gutierrez Carranza, 2021) realizo una tesis como objetivo de mejorar su disponibilidad en el mismo rubro. El realizo los mismos métodos para recolectar información del estado de los equipos de la empresa que estudio. Como observación directa, análisis de criticidad, y AMEF. Encantarando equipos de baja disponibilidad.

Ambos realizamos los mismos métodos, para recolección de datos como análisis de datos, en este caso fue y análisis de criticidad. Este tipo de análisis donde se concluye que la teoría de criticidad permitió elaborar una distribución que facilita la toma de disposiciones efectivas respecto a los tipos de mantenimiento. Sobre todo, se basa básicamente en la evaluación de dos atributos respectivamente: uno está relacionado con la fuente del error y el otro está comparado con la materialidad predominante en el error. (Cervantes, Casanova y Zavala Loría, 2019)

Así mismo para atacar esos fallos y disminuir los tiempos de paradas, y luego aumentar la disponibilidad. Para eso aplicamos los pilar del TPM. Esto consiste en llevar una serie de pasos como, mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, formación entrenamiento, seguridad y salud. Estos pasos mencionados nos ayudaran aumentar la disponibilidad, como demuestra el articulo investigación de (Bataineh et al., 2019) para optimar la eficacia de la producción de las unidades, para lograr este propósito implemento un plan de mantenimiento productivo total (TPM). Así mismo aplica un diseño secuencial fundado por los 13 pasos del TPM, que consta de

planear, implementar, verificar y controlar la producción, logrando aumentar la disponibilidad.

Ya aplicado el plan de mantenimiento preventivo parcialmente del TPM, logramos aumentar los indicadores de confiabilidad (MTBF), donde los 5 equipos más críticos aumentaron, la excavadoraM1 de 88 hrs a 510 hrs, excav02 de 131.11 hrs a 520 hrs, excav03 de 191.43 a 785 hrs, excav04 de 230 hrs a 790 hrs, excav05 de 160 hrs a 520 hrs, y disminuyo fiabilidad (MTTR) la excavadoraM1 de 80 hrs a 50 hrs, excav02 de 55.56 hrs a 40 hrs, excav03 de 48.57 a 55 hrs, excav04 de 50 hrs a 50 hrs, excav05 de 50 hrs a 40 hrs. Estos avances también se podrán visualizar en la investigación en la tesis de (Castro Pérez y Ortega Sánchez, 2020) realizo una tesis, consiguiendo un objetivo general Aplicar el TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín. por lo que se observó que tenía muchas paradas no programadas, esto ayudo a incrementar la confiabilidad 17.62 hrs a 21.36 hrs, así también aumentando la disponibilidad de 84.3% a 93%, por otro lado, también se logró que la mantenibilidad disminuyera 2.27 hrs a 1.52 hrs.

Así también se vio reflejado el aumento de disponibilidad en todos los equipos, como en la excavadora-M1 de 52% a 91%, excav02 de 70% a 92%, excav03 de 80% a 93%, excav04 de 82% a 94%, excav05 de 82% a 94%, excav06 de 85% a 94%, motoniveM1 de 91% a 94%, motonive02 de 95% a 96%, rodilloM1 de 94% a 97%, rodillo02 de 95% a 97%. Esto también fue reflejado en la investigación (Vélez Serrano, 2021) para elaborar un plan de mantenimiento basado en la aplicación del TPM, para la línea de vehículos livianos GAD Municipal de Azogues, donde se aplicó el plan de mantenimiento de TPM, realizando métodos como Ishikawa, método deductivo, entrevistas al personal y la observación de cada uno de los métodos que se elaboran la consecución para la entrega de vehículos reparados, luego se identificó todas las no conformidades en el taller, luego se procedió a capacitar con contenidos TPM al personal, la respuesta fue positiva y contribuyó a la integración del personal y mejores métodos y tácticas de trabajo, áreas limpias y ordenadas, así también se observó el incremento mayor al 20% en la disponibilidad de los vehículo y el tiempo del personal de trabajo aumento al 15%.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación realizada en la empresa SETRAMI SAC. Se llegó a las siguientes conclusiones:

Se concluye que al revisar los datos emitidos de la empresa setrami, se vio reflejado la falta de control en el mantenimiento preventivo, al igual del control de reposición de repuestos. Esto generaba paradas imprevistas afectando impuntualidades con avance diaria del proyecto asignado.

Se concluye que al aplicar el análisis de criticidad identificamos 5 equipos con nivel crítico muy alto variando un puntaje del 50% a 80%. Por lo tanto, se opta por trabajar con las 5 maquinarias, incluyendo también el resto de equipos.

Se aplicó el plan de mantenimiento preventivo con la herramienta del TPM parcialmente, con ayuda de este plan de mantenimiento, se logró realizar formatos como check list (pre-uso) de equipos, orden de trabajo, y análisis de trabajo seguro, esto con fin de tener seguimientos más concretos en el mantenimiento preventivo. Así mismo se realizó capacitaciones referentes al tema de mantenimiento. A demás corregir y ordenar las programaciones de mantenimiento preventivo, como la programación de engrase.

Se concluye que aplicando el plan de mantenimiento preventivo TPM parcialmente, en los equipos de la empresa setrami sac, se incrementa la disponibilidad tanto a los equipos críticos, como al resto de equipos. Así se refleja en la excavadora-M1 de 52% a 91%, excav02 de 70% a 92%, excav03 de 80% a 93%, excav04 de 82% a 94%, excav05 de 82% a 94%, excav06 de 85% a 94%, motonive-M1 de 91% a 94%, motonive02 de 95% a 96%, rodillo-M1 de 94% a 97%, rodillo02 de 95% a 97%.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere a la empresa SETRAMI SAC, que conlleve este paso importante que ha dado en el área de mantenimiento, aplicando el plan integral con responsabilidad, involucrando a todo el personal del área. Así mismo tenerles en cuenta en todo momento cuando requieran herramientas o equipos que puedan facilitar su trabajo en menor tiempo, y así poder disminuir los tiempos de parada.

Se recomienda que antes de cada operación, deben tener unas charlas breves y frecuentes sobre la seguridad y el manejo del equipo.

Se recomienda a los técnicos de mantenimiento como a los operadores de cada equipo deben mantener una buena comunicación, aplicando el plan integral de mantenimiento preventivo, esto permitirá no tener paradas imprevistas, y así mismo sean trabajos programados.

Se sugiere que gerencia de operaciones, con supervisores y planner de mantenimiento mantenga una reunión mensual, con finalidad de observar parámetros o indicadores del MTTR, MTBF y disponibilidad, así mismo proyectar nuevas mejoras para mantener los equipos disponibles.

REFERENCIAS

AGRARIA DE LA HABANA FRUAGRARIA DE LA HABANA FRUCTUOSO RODRÍGUEZ PÉREZ CUBA PENABAD-SANZ, U., MIGUEL, A. y ANTONIO, P., 2016. Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias [en línea], vol. Vol 25, pp. 64-73. ISSN 1010-2760. DOI 10.13140/RG.2.2.16118.19522OI. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16118.19522OI>:

AL-REFAIE, A., LEPKOVA, N. y CAMLIBEL, M.E., 2022. The Relationships between the Pillars of TPM and TQM and Manufacturing Performance Using Structural Equation Modeling. Sustainability (Switzerland), vol. 14, no. 3. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su14031497.

BATAINEH, O., AL-HAWARI, T., ALSHRAIDEH, H. y DALALAH, D., 2019. A secuencial TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study. Journal of Quality in Maintenance Engineering [en línea], vol. 25, no. 1, pp. 144-161. ISSN 1355-2511. DOI 10.1108/JQME-07-2017-0045. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQME-07-2017-0045/full/html>.

BELLOSO CHACÍN, R., 2015. INDICADORES DE GESTION MANTTO PUBLICAS EDUCACION SUPERIOR CABINAS. TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, vol. 17, no. ISSN 1317-0570, pp. 495-511.

CÁRCEL CARRASCO, F.J., 2016. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS TPM Y RCM EN LA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO. 3C Tecnología_Glosas de innovación aplicadas a la pyme, vol. 5, no. 3, pp. 68-75. DOI 10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.68-75.

CARLOS, J., OSORIO, T. y CÉSPEDES GUTIÉRREZ, P.A., 2016. METODOLOGÍA PARA MEDIR CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD EN MANTENIMIENTO. . Medellin, Colombia:

CASTRO PÉREZ, R.O. y ORTEGA SÁNCHEZ, P.M., 2020. Aplicación del TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

CERVANTES, Y., CASANOVA, M.A. y ZAVALA LORÍA, R.J., 2019. Aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos. *Project, Design and Management*, vol. 1, no. 1, pp. 33-48. DOI 10.35992/mlspdm.v1i1.168.

CHAÏB, R., TALEB, M., BENIDIR, M., VERZEA, I. y BELLAOUAR, A., 2015. Failure: A source of progress in maintenance and design. *Physics Procedia*. S.I.: Elsevier B.V., pp. 185-191. DOI 10.1016/j.phpro.2014.07.027.

DÍAZ ARCE, D., EDUCATIVA SANTANA-CUENCA, U. y ECUADOR, A., 2017. HERRAMIENTAS «ANTIPLAGIO»: ¿SON CONFIABLES? ESTUDIO DE CASOS. «ANTIPLAGIARISM» TOOLS: ARE THEY RELIABLE? CASE STUDY. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa* [en línea], pp. 1-13. Disponible en: <http://smallseotools.com/plagiarism->.

DOS REIS, M.D.O., GODINA, R., PIMENTEL, C., SILVA, F.J.G. y MATIAS, J.C.O., 2019. A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction. *Procedia Manufacturing*. S.I.: Elsevier B.V., pp. 908-915. DOI 10.1016/j.promfg.2020.01.173.

ESPINOZA FREIRE, E.E., 2019. variables y su operacionalizacion en la investigacion educativa. *Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*, vol. Vol 15, pp. 171-180. ISSN 1990-8644.

FOERSTER, F., MUELLER, D., SCHOLZ, D., MICHALIK, A. y KIEBLER, L., 2019. Integration of condition based maintenance orders into the decision-making of autonomous control methods. *Procedia CIRP*. S.I.: Elsevier B.V., pp. 216-221. DOI 10.1016/j.procir.2019.03.038.

FONSECA-JUNIOR, M., HOLANDA-BEZERRA, U., CABRAL-LEITE, J. y REYES-CARVAJAL, T.L., 2015. Programa de gestión de mantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora

de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas. DYNA (Colombia), vol. 82, no. 194, pp. 139-149. ISSN 00127353. DOI 10.15446/dyna.v82n194.47642.

GALAR, D., BERGES, L., LAMBÁN, P. y TORMOS, B., 2016. The measurement of maintenance function efficiency through financial KPIS. DYNA [en línea], vol. 81, no. 184, pp. 102-109. ISSN 2346-2183. Disponible en: <http://dyna.medellin.unal.edu.co/>.

GARCÍA-CÓRDOBA, M., 2017. Una polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo. Revista de Investigaciones Sociales [en línea], vol. 3, no. 8, pp. 1-11. Disponible en: www.ecorfan.org/republicofnicaragua.

GUARIENTE, P., ANTONIOLLI, I., FERREIRA, L.P., PEREIRA, T. y SILVA, F.J.G., 2017. Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. Procedia Manufacturing, vol. 13, pp. 1128-1134. ISSN 23519789. DOI 10.1016/j.promfg.2017.09.174.

GUTIERREZ CARRANZA, E.W., 2021. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en una municipalidad Trujillo. Trujillo: Universidad Privada del Norte.

HERNANDEZ MENDOZA, S. y DUANA AVILA, D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, vol. 9, no. 17, pp. 51-53. ISSN 2007-4913. DOI 10.29057/icea.v9i17.6019.

KAMAT, P. y SUGANDHI, R., 2020. Anomaly Detection for Predictive Maintenance in Industry 4.0- A survey. E3S Web of Conferences, vol. 170, pp. 02007. ISSN 2267-1242. DOI 10.1051/e3sconf/202017002007.

KUMAR AGRAWAL, A., CHATTOPADHYAYA, S., MURTHY, V.M.S.R. y KUMAR ADESH, A., 2022. Assessment of reliability and maintainability of earth pressure balance tunnel boring machine (EPBTBM) – An approach. Tunnelling and Underground Space Technology, vol. 121. ISSN 08867798. DOI 10.1016/j.tust.2021.104337.

KUMAR SHARMA, A., JOSHI, A. y JURWALL, V., 2020. Performance measurement metrics in TPM: A contextual view to training and development. *Materials Today: Proceedings*. S.I.: Elsevier Ltd, pp. 2476-2480. DOI 10.1016/j.matpr.2020.04.796.

MAYA VELÁSQUEZ, J.A., 2018. Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

MOKADDIS GS, HANA y ALHAJERI, 2020. The different system with preventive maintenance and repair. *Opción*, vol. 36, no. 27, pp. 1-22. ISSN 1012-1587/ISSNe: 2477-935.

MONJARÁS-ÁVILA, A.J., BAZÁN-SUÁREZ, A.K., PACHECO-MARTÍNEZ, Z.K., RIVERA-GONZAGA, J.A., ZAMARRIPA-CALDERÓN, J.E. y CUEVAS-SUÁREZ, C.E., 2019. Diseños de Investigación Research Designs. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud* [en línea], vol. Vol 15, no. ISSN: 2007-4573, pp. 119-122. ISSN 2007-4573. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/issue/archive>.

MUSTOFA, F.H., UTOMO, R.F. y SOEMADI, K., 2018. Filling machine preventive maintenance using age replacement method in PT Lucas Djaja. *MATEC Web of Conferences*, vol. 154, pp. 01056. ISSN 2261-236X. DOI 10.1051/mateconf/201815401056.

ÑAUPAS, H., MARCELINO, P., VALDIVIA, R., JESÚS, D., PALACIOS, J., HUGO, V. y DELGADO, E.R., 2018. Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis. 5. Bogotá, Colombia: s.n. ISBN 978-958-762-876-0.

NGOY, K.R. y ISRAEL, K., 2021. The Strategy of Successful Total Productive Maintenance (TPM): Implementation and Benefits of TPM (Literature Review). *IJIRMP* [en línea], vol. 9, no. 6. ISSN 2349-7300. Disponible en: www.ijirmps.org.

NOTA, G., POSTIGLIONE, A. y CARVELLO, R., 2022. Text mining techniques for the management of predictive maintenance. *Procedia Computer Science*. S.I.: Elsevier B.V., pp. 778-792. DOI 10.1016/j.procs.2022.01.276.

PAROPATE, R. V. y SAMBHE, R.U., 2020. A Review on Total Productive Maintenance. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, pp. 527-530. ISSN 2395-1990. DOI 10.32628/ijrsrset2072101.

PAZMIÑO MORALES, D.E., 2018. Análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) del sistema de reinyección de agua de formación de la empresa Petroamazonas EP, bloque 18 ZPF. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

RAMACHANDRAN, K.M. y TSOKOS, C.P., 2015. Descriptive Statistics. *Mathematical Statistics with Applications in R* [en línea]. S.I.: Elsevier, pp. 1-52. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124171138000011>.

REYES POVIS, E.N., 2020. Diseño de un plan de mantenimiento productivo total en una empresa de transporte de mineral para aumentar la disponibilidad de flota en la empresa JAIDOR SAC. Lima, Peru: Universidad tecnologica del Peru.

SAHOO, S. y YADAV, S., 2020. Influences of TPM and TQM Practices on Performance of Engineering Product and Component Manufacturers. *Procedia Manufacturing*. S.I.: Elsevier B.V., pp. 728-735. DOI 10.1016/j.promfg.2020.02.111.

SALGADO DUARTE, Y., MARTÍNEZ DEL CASTILLO SERPA, A. y SANTOS FUENTEFRÍA, A., 2018. Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. *Revista de Ingeniería Energética*, vol. 39, no. 3. ISSN 1815-5901.

TORTORELLA, G.L., FOGLIATTO, F.S., CAUCHICK-MIGUEL, P.A., KURNIA, S. y JURBURG, D., 2021. Integration of Industry 4.0 technologies into Total Productive Maintenance practices. *International Journal of Production Economics*, vol. 240. ISSN 09255273. DOI 10.1016/j.ijpe.2021.108224.

VÉLEZ SERRANO, D.G., 2021. Modelo de gestión de mantenimiento productivo total (TPM) para el parque automotor de vehículos livianos del gobierno autónomo descentralizado municipal de azogues. Azogues, Ecuador: Universidad de Azuay.

ZEGARRA, M., 2016. Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. Ciencia y Desarrollo [en línea], vol. 19, no. 1, pp. 25. [Consulta: 9 abril 2022]. ISSN 2409-2045. DOI 10.21503/cyd.v19i1.1219. Disponible en: <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/view/1219>.

ANEXOS

tabla 16: matriz operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	(Ngoy y Israel, 2021) Define el TPM como una estrategia que con su ayuda aumenta el rendimiento de las unidades, minimiza fallos y convence a los implicados (operarios) a integrarse realizando un mantenimiento autónomo	Mantenimiento productivo, con base de sus pilares lograremos. Aplicar nuevos métodos, e incluir a las personas que operan los equipos generando un mantenimiento autónomo.	Observación Directa	REPORTE DE FALLAS	Razón
			TPM	PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO FORMATOS DE SEGUIMIENTO CAPACITACION	Intervalo

DISPONIBILIDAD	(Zegarra Ventura, 2016) La disponibilidad, objetivo importante del mantenimiento, puede ser explícita como la confianza de que un mecanismo o método que toleró mantenimiento ejerza su función cómodamente para un tiempo dado.	(Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez Cuba Penabad-Sanz, Miguel y Antonio, 2016) en su artículo indica que los indicadores de mantenimiento son fundamental para un buen desempeño en la gestión de mantenimiento, también comenta sobre la semejanza que tiene el indicador disponibilidad y la disposición del vehículo, donde concluye que los dos indicadores describen el estado de la unidad desempeñando medidas requeridas.	CRITICIDAD	CRITICIDAD TOTAL (CT)= FRECUENCIA (FF) x CONSECUENCIAS (CC)	Razón
			MANTENIBILIDAD	MTTR = HORAS EN REPARACIONES/NÚMEROS DE PARADAS	Razón
			CONFIABILIDAD	MTBF = Tiempo disponible de operación / Número de fallas MTBF = Tiempo disponible - Tiempo total de reparación / Número de fallas	Razón
			DISPONIBILIDAD	Disponibilidad = MTBF / (MTBF + MTTR)	Razón

Tabla 17: Numero de fallos de la excavadoraM1 del mes julio – diciembre del 2021.

MAQUINA	FALLAS	PARADA HRS	F. RELATIVA	F. ACUMULDA	80- 20
EXCAVADORA-M1	CARRIL DESPLAZAMIENTO EN DESGASTE	180	180	22.50%	80%
	ADAPTER CUCHARON EN DESGASTE	140	320	40.00%	80%
	RODAJES DE MANDO FINALES EN DESGASTE	120	440	55.00%	80%
	GRIETA DE MANGUERAS HIDRAULICAS	84	524	65.50%	80%
	ESLABONES DE CARRIL EN DESGASTE	70	594	74.25%	80%
	RESORTE DE RUEDA GUIA ROTA	60	654	81.75%	80%
	BOCINAS Y PINES EN DESGASTE	50	704	88.00%	80%
	UÑAS DE CUCHARON MUY DESGASTADAS	36	740	92.50%	80%
	DERRAME DE ACEITE HIDRAULICO	36	776	97.00%	80%
	TEMPERATURA ALTO EN EL MOTOR	24	800	100.00%	80%

800

Tabla 18: Numero de fallos de la excav02 del mes julio – diciembre del 2021

MAQUINA	FALLAS	PARADA HRS	F. RELATIVA	F. ACUMULDA	80-20
EXCAVADORA-M2	ADAPTER CUCHARON EN DESGASTE	112	112	22.40%	80%
	UÑAS DE CUCHARON MUY DESGASTADAS	100	212	42.40%	80%
	DERRAME DE ACEITE HIDRAULICO	73	285	57.00%	80%
	GRIETA DE MANGUERAS HIDRAULICAS	60	345	69.00%	80%
	ESLABONES DE CARRIL EN DESGASTE	55	400	80.00%	80%
	BOCINAS Y PINES EN DESGASTE	26	426	85.20%	80%
	RESORTE DE RUEDA GUIA ROTA	26	452	90.40%	80%
	EJE PIÑON DEL MANDO FINAL ROTA	24	476	95.20%	80%
	DIENTES DE SPROCKET DESGASTADO	24	500	100.00%	80%

500

Tabla 19: Numero de fallos de la excavadoraM3 del mes julio – diciembre del 2021

MAQUINA	FALLAS	PARADA HRS	F. RELATIVA	F. ACUMULDA	80- 20
EXCAVADORA-M3	DERRAME DE ACEITE HIDRAULICO	80	80	23.53%	80%
	BOCINAS Y PINES EN DESGASTE	66	146	42.94%	80%
	RUEDA GUIA EN DESGASTE	59	205	60.29%	80%
	ESLABONES ROTOS	44	249	73.24%	80%
	LINEAS DE COMBUSTIBLE OBTRUIDAS	38	287	84.41%	80%
	UÑAS DE CUCHARON MUY DESGASTADAS	29	316	92.94%	80%
	ESLABONES DE CARRIL EN DESGASTE	24	340	100%	80%

340

Tabla 20: Numero de fallos de la excavadoraM4 del mes julio – diciembre del 2021

MAQUINA	FALLAS	PARADA HRS	F. RELATIVA	F. ACUMULDA	80- 20
EXCAVADORA-M4	ADAPTER CUCHARON EN DESGASTE	91	91	30.33%	80%
	RODAJES DE MANDO FINALES EN DESGASTE	79	170	56.67%	80%
	BOCINAS DE DESPLAZAMIENTO DESGASTADA	57	227	75.67%	80%
	PINES Y BOCINAS DE CUCHARON EN DESGASTE	37	264	88.00%	80%
	GRIETA DE MANGUERAS HIDRAULICAS	23	287	95.67%	80%
	DERRAME DE ACEITE HIDRAULICO	13	300	100%	80%

300

Tabla 21: Numero de fallos de la excav05 del mes julio – diciembre del 2021

MAQUINA	FALLAS	PARADA HRS	F. RELATIVA	F. ACUMULDA	80- 20
EXCAVADORA-M5	UÑAS DE CUCHARON MUY DESGASTADAS	90	90	22.50%	80%
	PINES Y BOCINAS DE CUCHARON EN DESGASTE	82	172	43.00%	80%
	RODAJES DE MANDO FINALES EN DESGASTE	66	238	59.50%	80%
	GRIETA DE MANGUERAS HIDRAULICA	59	297	74.25%	80%
	BOCINAS DE DESPLAZAMIENTO EN DESGASTE}	42	339	84.75%	80%
	RESORTE RUEDA GUIA EN DESGASTE	28	367	91.75%	80%
	DERRAME DE ACEITE HIDRAULICO	18	385	96.25%	80%
	ALTERNADOR DEFICI DE CARGA	15	400	100.00%	80%

400

Tabla 22: Tabla de número de horas paradas del julio- diciembre del 2021

MAQUINARIA	Horas paradas (hrs./Semestre)	Frecuencia absoluta acumulada de horas paradas(hrs./Semestre)	Porcentaje absoluto de cada maquinaria independientemente (%)	Porcentaje Relativa acumulada de Horas de parada (%)	80- 20
EXCAVADORA-M1	800	800	27%	27%	80%
EXCAVADORA-M2	500	1300	17%	43%	80%
EXCAVADORA-M3	400	1700	13%	57%	80%
EXCAVADORA-M4	340	2040	11%	68%	80%
EXCAVADORA-M5	300	2340	10%	78%	80%
EXCAVADORA-M6	250	2590	8%	86%	80%
MOTONIVELADORA-M1	150	2740	5%	91%	80%
MOTONIVELADORA-M2	100	2840	3%	95%	80%
RODILLO-M1	80	2920	3%	97%	80%
RODILLO-M2	80	3000	3%	100%	80%
	3000		100%		

Figura9: Diagrama de Pareto, paradas del mes de julio- diciembre 2021.

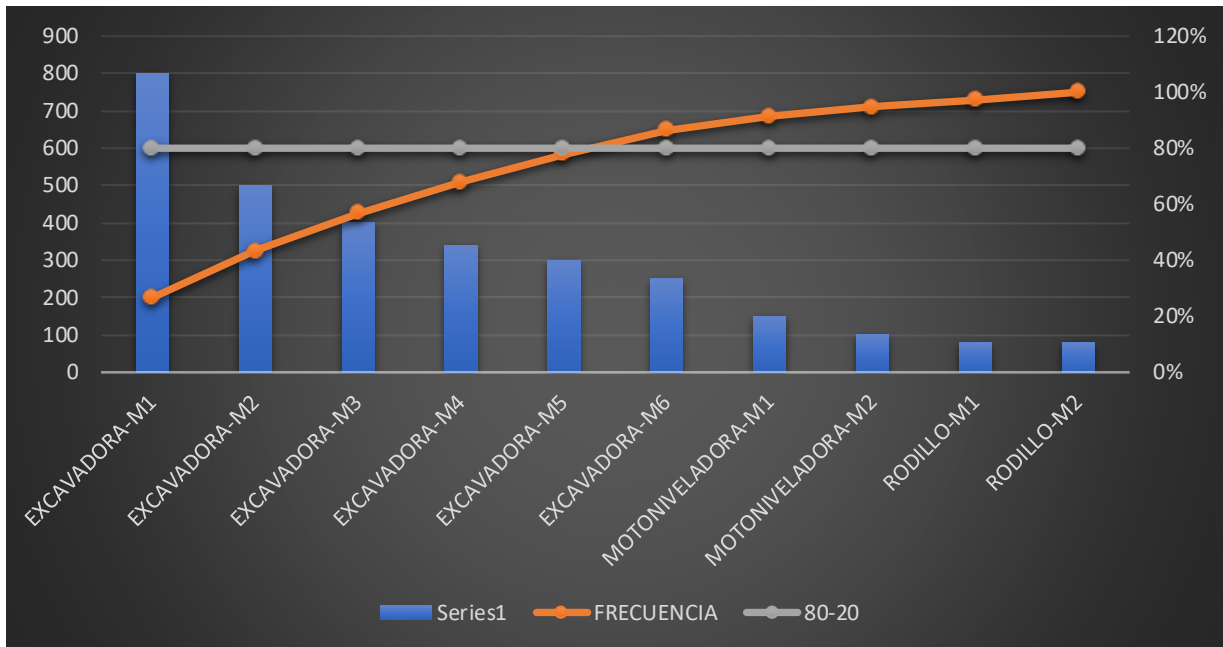


Figura 10: Formato de orden de trabajo

FORMULARIO DE GESTION DE MANTENIMIENTO		CODIGO	F.M.O.T
 ORDEN DE TRABAJO		REVISIÓN	1
		FECHA	
INSPECCIÓN <input type="checkbox"/>		PLANIFICADO <input type="checkbox"/>	
NO PLANIFICADO <input type="checkbox"/>			
1.EXCAVADORA <input type="checkbox"/> 2.MOTONIVELADORA <input type="checkbox"/> 3.RODILLO <input type="checkbox"/>	4.CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/> 5.VOLQUETE <input type="checkbox"/> 6.GRÚA <input type="checkbox"/>	7.CAMIONETA <input type="checkbox"/> 8.COMPRESORA <input type="checkbox"/> 9.OTROS <input type="checkbox"/>	
EQUIPOS		OPERADOR	
UBICACIÓN			
ORIGEN DE LA FALLA			
	ELÉCTRICA <input type="checkbox"/>	MECÁNICA <input type="checkbox"/>	MALA OPERACIÓN <input type="checkbox"/>
	OTROS: _____		
LOCALIZACIÓN DE FALLA			
	MOTOR HIDRÁULICO <input type="checkbox"/>	LLANTAS ELÉCTRICO <input type="checkbox"/>	TRANSMISIÓN DIFERENCIAL <input type="checkbox"/>
DESCRIPCIÓN DE FALLA:			
HOROMETRO/KM			
	<input type="text"/>	REALIZADO	FECHA
		INICIO:	<input type="text"/>
		FINAL:	<input type="text"/>
TRABAJS REALIZADOS			
REPUESTOS Y MATERIALES EMPLEADOS			
N° PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	
OBSERVACIÓN			
MANTENIMIENTO		SUPERVISOR	CONDUCTOR

Figura 11: formato de Pre-Uso, setrami sac.



Formato Pre-uso

FECHA:	HORA:	HOROMETRO:
EQUIPO		SUPERVISOR:
OPERADOR		

CORRECTO: INCORRECTO: NO USA:

Rodillo Compactador	
1. Mandos finales	
2. Rola	
3. Motor de vibracion	
4. Fuga de aceite	
5. Mangueras.	

Motoniveladora	
1. Mandos finales	
2. Tornamesa y direccion	
3. Articulacion del escarificador	
4. cuchillas y uñas	
5. circulina	

Excavadoras	
1. Mandos final	
2. Botellas hidraulicas	
3. Eslabones (pines y bocinas)	
4. Pines y bocinas de articulacion	
5. Rueda guia	
6. sprocket	
7. Tornamesa	
8. Uñas	
9. Mangueras	
10. Circulina	
11. Luces	

Observaciones: _____

 SUPERVISOR

 MECANICO

 OPERADOR

Figura 12: formato análisis de trabajo seguro

		ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)			
NOMBRE DEL TITULAR DE LA ACTIVIDAD MINERA: ÁREA:		NOMBRE DE LA TAREA O TRABAJO:		CÓDIGO : SG - SST - R - 23 Página: 1/1 Versión: 02	
PERSONAL EJECUTOR		FIRMAS	EQUIPO Y HERRAMIENTAS		EPP:
PASOS DE LA TAREA		PELIGROS	RIESGOS POTENCIALES	MEDIDAS PREVENTIVAS	
Supervisor de trabajo:			Ingeniero de Seguridad y Salud en el Trabajo:		
Fecha :			Fecha:		

Figura 13: cronograma de engrase de equipos, setrami sac.

	PROGRAMACION DE ENGRASE SETRAMI SAC									
	EXCAVADORAS						MOTONIVELADORA		RODILLO	
	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2
LUNES	X									
MARTES			X							X
MIERCOLES		X								
JUEVES				X	X				X	
VIERNES						X				
SABADO							X			
DOMINGO								X		

Figura 14: cartilla de mantenimiento preventivo excavadoraM1

				PM1	PM2	PM3	PM4	
				250 HORAS	500 HORAS	1000 HORAS	2000 HORAS	
		DESCRIPCIÓN	N° PARTE	CANTIDAD				
REPUESTOS	1	FILTRO DE ACEITE MOTOR	1R-0739	1	1	1	1	1
	2	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	326-1644	1	1	1	1	1
	3	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRIMARIO	1R-0751	1	1	1	1	1
	4	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO	299-8229	1	1	1	1	1
	5	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	131-8822	1	1	1	1	1
	6	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	131-8821	1		1	1	1
	7	FILTRO DE DRENAJE HIDRAULICO	093-7521	1		1	1	1
	8	FILTRO HIDRAULICO PILOTO	5I-8670	1		1	1	1
	9	FILTRO RETORNO ACEITE HIDRAULICO	179-9806	1			1	1
	10	EMPAQUE DE BALANCINES 1 *	294-1706	1			1	1
	11	EMPAQUE DE BALANCINES 2 *	294-1705	1			1	1
	12	FAJA DE ALTERNADOR	297-7825	1				1
	13	FAJA DE AIRE ACONDICIONADO	255-2927					
	14	REGULADOR TERMOSTATO	324-4128	1				1
	15	EMPAQUE DE REGULADOR TERMOSTATO 1	5I-7735	1				1
	16	EMPAQUE DE REGULADOR TERMOSTATO 2	294-1780	1				1
	17	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	245-7823	1				1
	18	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	293-1184	1				1
FLUIDOS	19	ACEITE COMPARTIMIENTO MOTOR CATERPILLAR S	3E-9713	2	2	2	2	2
	20	ACEITE MANDOS FINALES CAT : SAE 50 - BAL	8T-9576	1			1	1
	21	ACEITE MANDOS TORNAMEZA CAT : SAE 50 -	8T-9576	1			1	1
	22	ACEITE HIDRÁULICO CAT : SAE 10W - CILINDR	309-6930	1				1
	23	LIQUIDO REFRIGERANTE CAT / COOLANT-ELC	238-8649	1				1

Figura 15: cartilla de mantenimiento preventivo excav02

					PM1	PM2	PM3	PM4
					250	500	1000	2000
					HORAS	HORAS	HORAS	HORAS
DESCRIPCIÓN					N° PARTE	CANTIDAD		
RE PU ES TO S	1	FILTRO DE ACEITE MOTOR	1R-0739	1	1	1	1	1
	2	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	438-5386	1	1	1	1	1
	3	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO	1R-0751	2	2	2	2	2
	4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	131-8822	1	1	1	1	1
	5	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	131-8821	1		1	1	1
	6	FILTRO DE DRENAJE HIDRAULICO	093-7521	1		1	1	1
	7	FILTRO HIDRAULICO PILOTO	5I-8670	1		1	1	1
	8	FILTRO RETORNO ACEITE HIDRAULICO	179-9806	1			1	1
	9	EMPAQUE DE BALANCINES 1 *	294-1706	1			1	1
	10	EMPAQUE DE BALANCINES 2 *	294-1705	1			1	1
	11	FAJA DE ALTERNADOR	297-7825	1				1
	13	FAJA DE AIRE ACONDICIONADO						
	12	REGULADOR TERMOSTATO	324-4128	1				1
	13	EMPAQUE DE REGULADOR TERMOSTATO 1	5I-7735	1				1
	14	EMPAQUE DE REGULADOR TERMOSTATO 2	294-1780	1				1
	15	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	245-7823	1				1
16	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	293-1184	1				1	
FL UI D OS	17	ACEITE COMPARTIMIENTO MOTOR CATERPILLAR SAE 15W40 - BALDE	3E-9713	2	2	2	2	2
	18	ACEITE MANDOS FINALES CAT: SAE 50 - BALDE	8T-9576	1			1	1
	19	ACEITE MANDOS TORNAMESA CAT: SAE 50 - BALDE	8T-9576	1			1	1
	20	ACEITE HIDRÁULICO CAT: SAE 10W - CILINDRO	309-6930	1				1
	21	LIQUIDO REFRIGERANTE CAT / COOLANT-ELC	238-8649	1				1

Figura 16: cartilla de mantenimiento preventivo excav03 y excav05

				PM1	PM2	PM3	PM4		
DESCRIPCIÓN				N° PARTE	CANTIDAD	250 HORAS	500 HORAS	1000 HORAS	2000 HORAS
RE PU ES TO S	1	FILTRO DE ACEITE MOTOR	322-3155	1	1	1	1	1	
	2	FILTRO COMBUSTIBLE	1R-1804	1	1	1	1	1	
	3	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	438-5386	1	1	1	1	1	
	4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	6I-2501	1	1	1	1	1	
	5	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	6I-2502	1		1	1	1	
	6	FILTRO DE PILOTAJE HIDRÁULICO	5I-8670	1		1	1	1	
	7	FILTRO HYD	093-7521	1		1	1	1	
	8	FILTRO DE RETORNO	179-9806	1			1	1	
	9	EMPAQUE TAPA BALANCINES	256-7704	1			1	1	
	10	FAJA DE ALTERNADOR	357-2637	1				1	
	11	EMPAQUE DE TERMOSTATO	281-8744	1				1	
	12	REGULADOR TERMOSTATO	417-7782	1				1	
	13	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	245-7823	1				1	
	14	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	293-1184	1				1	
FL UI D OS	15	ACEITE COMPARTIMIENTO MOTOR CATERPILLAR SAE 15W40 - BALDE	3E-9713	1	1	1	1	1	
	16	ACEITE MANDOS FINALES CAT: SAE 50 - BALDE	8T-9576	1			1	1	
	17	ACEITE MANDOS TORNAMESA CAT: SAE 50 - BALDE	8T-9576	1			1	1	
	18	ACEITE HIDRÁULICO CAT: SAE 10W - CILINDRO	309-6931	8				8	
	19	LIQUIDO REFRIGERANTE CAT / COOLANT-ELC	238-8649	1				1	

Figura 17: cartilla de mantenimiento preventivo excav04

				PM1	PM2	PM3	PM4		
DESCRIPCIÓN				N° PARTE	CANTIDAD	250 HORAS	500 HORAS	1000 HORAS	2000 HORAS
RE PU ES TO S	1	FILTRO DE ACEITE MOTOR	322-3155	1	1	1	1	1	
	2	FILTRO COMBUSTIBLE	1R-1804	1	1	1	1	1	
	3	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	438-5386	1	1	1	1	1	
	4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	457-8206	1	1	1	1	1	
	5	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	447-0761	1		1	1	1	
	6	FILTRO DE PILOTAJE HIDRÁULICO	5I-8670	1		1	1	1	
	7	FILTRO HYD	093-7521	1		1	1	1	
	8	FILTRO DE RETORNO	179-9806	1			1	1	
	9	EMPAQUE TAPA BALANCINES	256-7704	1			1	1	
	10	FAJA DE ALTERNADOR	357-2637	1				1	
	11	EMPAQUE DE TERMOSTATO	281-8744	1				1	
	12	REGULADOR TERMOSTATO	417-7782	1				1	
	13	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	245-7823	1				1	
	14	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	293-1184	1				1	
FL UI D OS	15	ACEITE COMPARTIMIENTO MOTOR CATERPILLAR SAE 15W40 - BALDE	3E-9713	1	1	1	1	1	
	16	ACEITE MANDOS FINALES CAT: SAE 50 - BALDE	8T-9576	1			1	1	
	17	ACEITE MANDOS TORNAMESA CAT: SAE 50 - BALDE	8T-9576	1			1	1	
	18	ACEITE HIDRÁULICO CAT: SAE 10W - BALDE	309-6931	8				8	
	19	LIQUIDO REFRIGERANTE CAT / COOLANT-ELC	238-8649	1				1	

Figura 18: cartilla de mantenimiento preventivo excav06

				PM1	PM2	PM3	PM4		
DESCRIPCIÓN				N° PARTE	CANTIDAD	250 HORAS	500 HORAS	1000 HORAS	2000 HORAS
RE PU ES TO S	1	FILTRO DE ACEITE MOTOR	1R-0739	1	1	1	1	1	
	2	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	438-5386	1	1	1	1	1	
	3	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO	1R-0751	2	2	2	2	2	
	4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	131-8822	1	1	1	1	1	
	5	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	131-8821	1		1	1	1	
	6	FILTRO DE DRENAJE HIDRAULICO	093-7521	1		1	1	1	
	7	FILTRO HIDRAULICO PILOTO	5I-8670	1		1	1	1	
	8	FILTRO RETORNO ACEITE HIDRAULICO	179-9806	1			1	1	
	9	EMPAQUE DE BALANCINES 1	294-1706	1			1	1	
	10	EMPAQUE DE BALANCINES 2	294-1705	1			1	1	
	11	FAJA DE ALTERNADOR	297-7825	1				1	
	12	FAJA DE AIRE ACONDICIONADO	255-2927						
	13	REGULADOR TERMOSTATO	324-4128	1				1	
	14	EMPAQUE DE REGULADOR TERMOSTATO 1	5I-7735	1				1	
	15	EMPAQUE DE REGULADOR TERMOSTATO 2	294-1780	1				1	
	16	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	245-7823	1				1	
	17	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	293-1184	1				1	
FL UI D OS	18	ACEITE COMPARTIMIENTO MOTOR CATERPILLAR SAE 15W40 - BALDE	3E-9713	2	2	2	2	2	
	19	ACEITE MANDOS FINALES CAT: SAE 50 - BALDE	8T-9576	1			1	1	
	20	ACEITE MANDOS TORNAMESA CAT: SAE 50 - BALDE	8T-9576	1			1	1	
	21	ACEITE HIDRÁULICO CAT: SAE 10W - CILINDRO	309-6930	1				1	
	22	LIQUIDO REFRIGERANTE CAT / COOLANT-ELC	238-8649	1				1	

Figura 19: cartilla de mantenimiento preventivo de motoniveladora M1 y M2

				PM1	PM2	PM3	PM4	
				250 HORAS	500 HORAS	1000 HORAS	2000 HORAS	
		DESCRIPCIÓN	N° PARTE	CANTIDAD				
RE PU ES TO S	1	FILTRO DE ACEITE MOTOR	1R-1807	1	1	1	1	1
	2	FILTRO DE COMBUSTIBLE SEPARADOR	326-1644	1	1	1	1	1
	3	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRIMARIO	1R-0762	1	1	1	1	1
	4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	245-6375	1	1	1	1	1
	5	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	245-6376	1		1	1	1
	6	FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	328-3655	1		1	1	1
	7	RESPIRADOR DE TRANSMISIÓN	9G-5127	1		1	1	1
	8	RESPIRADOR DE TAMDEN	4H-6112	2			2	2
	9	ORING DE FILTRO RETORNO	3F-1547	1			1	1
	10	ORING REJILLA MAGNET - TRANSMISIÓN	8C-3089	1			1	1
	11	ORING RESPIRADOR DE MOTOR	8H-2046	1			1	1
	12	SEAL-O-RING	9X-8600	1			1	1
	13	FILTRO ACEITE HIDRAULICO	1R-0774	1			1	1
	14	EMPAQUE DE BALANCINES 1	272-0388	1			1	1
	15	EMPAQUE DE BALANCINES 2	304-4924	1				1
	16	FAJA DE ALTERNADOR ((INCLUDES 3-BELTS))	9L-1630	1				1
	17	FAJA DE ONDULADA	198-3611	1				1
	18	REGULADOR TERMOSTATO	115-4223	2				2
	19	EMPAQUE DE REGULADOR TERMOSTATO	222-5915	1				1
	20	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	7T-7358	1				1
	21	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	231-4486	1				1
	22	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	232-1732	1				1
		FILTRO SECADOR DE AIRE	203-2389	1				1
FL UI D OS	23	ACEITE MOTOR CATERPILLAR SAE 15W40 - BALDE	3E-9713	1	1	1	1	1
	24	ACEITE SAE 30: TRANSMISION: CAJA DE CAMBIOS	8T-9572	2			2	2
	25	ACEITE SAE 50: TANDEN	8T-9576	5			5	5
	26	ACEITE 80W90: REDUCTOR TORNAMESA GLN	8T-9582	2			2	2
	27	ACEITE HIDRÁULICO CAT: SAE 10W - BALDE	309-6931	3				3
	28	LIQUIDO REFRIGERANTE CAT / COOLANT-ELC	238-8649	2				2

Figura 20: cartilla de mantenimiento preventivo de rodillo M1 y M2.

				PM1	PM2	PM3	PM4	
		DESCRIPCIÓN	N° PARTE	CANTIDAD	250 HORAS	500 HORAS	1000 HORAS	2000 HORAS
RE PU ES TO S	1	FILTRO DE ACEITE MOTOR	7W-2326	1	1	1	1	1
	2	FILTRO DE COMBUSTIBLE SEPARADOR	308-7298	1	1	1	1	1
	3	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRIMARIO	299-8229	2	2	2	2	2
	4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	222-9020	1	1	1	1	1
	5	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	222-9021	1		1	1	1
	6	FILTRO DE LINEA DE COMBUSTIBLE	384-8512	1		1	1	1
	7	FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	389-1085	1			1	1
	8	RESPIRADOR	183-3873	1			1	1
	10	EMPAQUE DE BALANCINES 1	298-4546	1			1	1
	11	EMPAQUE DE BALANCINES 2	298-4552	1				1
	12	FAJA DE ALTERNADOR ((INCLUDES 3-BELTS))		1				1
	13	FAJA DE ONDULADA	277-8724	1				1
	14	REGULADOR TERMOSTATO	367-1817	1				1
	15	EMPAQUE DE REGULADOR TERMOSTATO	281-8744	1				1
		FILTRO DE CABINA	180-7487	1				1
	16	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO		1				1
	17	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO		1				1
	18	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO		1				1
FL UI D OS	19	ACEITE MOTOR CATERPILLAR SAE 15W40 - BALDE	3E-9713	1	1	1	1	1
	20	ACEITE MANDOS FINALES CAT SAE 50- PTE POSTERIOR	8T-9576	1			1	1
	21	ADITIVO PUENTE (FRENOS Y EJES) GLN	197-0017	1			1	1
		OIL SYNTHETI CAT 220 BLD	4C-6767	2				2
	22	ACEITE HIDRÁULICO CAT: SAE 10W - BLD	309-6931	3				3
	23	LIQUIDO REFRIGERANTE CAT / COOLANT-ELC	238-8649	1				1

Figura 21: programa de capacitación en el área de mantenimiento.



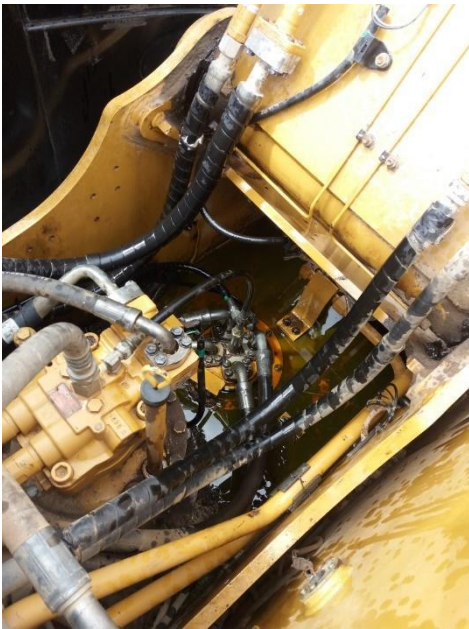
setrami		CAPACITACIÓN EN EL AREA DE MANTENIMIENTO setrami sac														
ITEM	CURSOS	Area de Capacitación	MESES													
			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE		
1	Análisis de trabajo seguro (ATS)	MANTENIMIENTO	X													
2	advertencia en los puntos de electricidad.	MANTENIMIENTO		X												
3	Enfoque de la seguridad para el operador de maquinaria pesada	MANTENIMIENTO														
5	Identificación de riesgos y peigrro	MANTENIMIENTO			X											
6	Inspección del equipos	MANTENIMIENTO	X													
8	Localización de Fallas	MANTENIMIENTO				X				X			X			
9	Operación correcta del equipo	MANTENIMIENTO						X								
10	Partes del motor (básico)	MANTENIMIENTO								X						
12	Reconocimiento de líneas de mangueras y pistones Hidráulicas	MANTENIMIENTO			X								X			
13	Reconocimiento de partes visibles	MANTENIMIENTO		X										X		
14	Reconocimiento del sistema de rodamiento	MANTENIMIENTO														X
15	Reconocimiento de instrumentos y controles del equipo.	MANTENIMIENTO						X					X			
16	Revisión del equipo antes y después del arranque	MANTENIMIENTO							X							X
17	Sistema de dirección y frenos	MANTENIMIENTO								X						
Elaborado por : Anthony Nuñez Lopez		LEYENDA											EJECUTADO			
													PROGRAMADO			

Figura 22: fuga de aceite en manguera hidráulica.



Fuente: setrami sac, 2021.

Figura 23: rotura de adapter central y uña.



Fuente: setrami sac.

Figura 24: soldando adapter y cantonera en mal estado.



Fuente: setrami sac.

Figura 25: capacitación en campo sobre manipulación del equipo motoniveladora 120k y rodillo compactador.



Fuente: setrami sac.

Figura 26: maquinaria pesada operativo en relave minero.



Fuente: setrami sac.

Figura 27: maquinaria pesada operativo en relave minero.



Fuente: setrami sac.

Figura 28: Fuga de aceite hidráulico.



Fuente: setrami sac.

Figura 29: Rotura de zapatas del carril



Fuente: setrami sac.