



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las
máquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Ruiz Rojas, Alexis Arnold (orcid.org/0000-0002-7936-950X)

ASESORES:

Dr. Aranda Gonzalez, Jorge Roger (orcid.org/0000-0002-0307-5900)

Dr. Linares Lujan, Guillermo Alberto (orcid.org/0000-0003-3889-4831)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, quien me acompaña en todo momento y guía cada uno de mis pasos

A mi Madre, a mi Hermano quien a pesar que su corazón dejó de latir, su recuerdo continúa intacto. Mi Esposa y mis Hijos por ser el motivo constante de mi superación personal.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor, Dr. Aranda González, Jorge Roger, excelente profesional, por su apoyo académico durante la realización de este trabajo.

Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Método de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN	66
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS	73
ANEXOS.....	77

Índice de tablas

Tabla 1: Técnicas e instrumentos del proyecto	23
Tabla 2: Resultados de validez del Juicio de Expertos	24
Tabla 3: Pre test MTBF – MTTR – Disponibilidad - Setiembre 22	32
Tabla 4: Pre test MTBF – MTTR – Disponibilidad - Octubre 22	32
Tabla 5: Pre test MTBF – MTTR – Disponibilidad – Noviembre 22.....	33
Tabla 6. Resumen de la Disponibilidad de equipos antes de mejoras en la Gestión de Mantenimiento	34
Tabla 7. Indicador de Cumplimiento	35
Tabla 8. Tasa de Mantenimiento Preventivo	36
Tabla 9: Ponderación de las causas que afectan la Disponibilidad de las maquinarias	38
Tabla 10: Frecuencias acumuladas y porcentuales de las causas al problema	38
Tabla 11: Determinación de soluciones y herramientas en la Gestión de mantenimiento	42
Tabla 13. Objetivos y KPI.....	44
Tabla 14. KPI de Mantenimiento	44
Tabla 15. Verificación de KPI actualizados	45
Tabla 16. Actividades.....	47
Tabla 17. Verificación de Procedimiento	49
Tabla 18. Programa de mantenimiento	51
Tabla 19. Temas y Programación	60
Tabla 20. Asistencia Programado y Ejecutado	61
Tabla 21. Disponibilidad posterior a la mejora de la gestión	62
Tabla 22. Efecto de la Gestión de Mantenimiento	63
Tabla 23. Normalidad de la disponibilidad	64
Tabla 24. T-student. Prueba Inferencial	65
Tabla 25: Matriz de operacionalización de las variables del proyecto	91

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Ciclo de Deming.....	15
Figura 2. Actividad de Alquiler de maquinaria pesada.....	27
Figura 3. Diseños de las maquinarias pesadas.....	28
Figura 4. Organigrama de la Empresa.....	29
Figura 5. Mapa de procesos de la Empresa.....	30
Figura 6: Diagrama de Flujo de proceso de mantenimiento.....	31
Figura 7: Disponibilidad antes de mejora.....	34
Figura 8: Diagrama de Ishikawa Baja Disponibilidad.....	37
Figura 9: Diagrama de Pareto de las causas del Problema de la Baja Disponibilidad	40
Figura 11. Tablero de Comando.....	45
Figura 12. Verificación de actualización de KPI.....	46
Figura 13. Revisando Tablero de Comando en Laptop.....	46
<i>Figura 14. Actividades de la revisión de unidades.....</i>	<i>48</i>
Figura 15. Supervisando Procedimiento.....	50
Figura 16. Inspeccionando componentes como parte del Plan propuesto.....	57
Figura 17. Actividades Plan Capacitación.....	59
Figura 18. Capacitando al Personal.....	61
Figura 19. Disponibilidad de mejoras luego de mejoras.....	63
Figura 20. Efecto de la productividad en cada uno de los equipos.....	64

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada tuvo como objetivo Determinar el efecto de la gestión de mantenimiento en la disponibilidad de las máquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada. El tipo de diseño de investigación fue pre-experimental y de nivel explicativo. Se usó como técnicas el análisis documental y la observación. La metodología usada correspondió al ciclo de Deming con el desarrollo de las 4 fases que comprende. Dentro de los resultados, logrados por esta investigación tenemos que la disponibilidad mejoró en 5.85%, pasando de 87.77% y llegando a 96.82%, en el caso del MTTR se produjo una mejora, con una reducción de 0.30, pasando de 2.98 a 2.68 y en el caso del MTBF se logró un incremento en el tiempo entre cada reparación de 29.67 hacia 46.12, Esto significa como conclusión que: La gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de las maquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada.

Palabras clave: gestión de mantenimiento, disponibilidad, MTTR, MTBF

ABSTRACT

The present investigation was developed with the objective of determining the effect of maintenance management on the availability of machines in a heavy machinery rental company. The type of research design was pre-experimental and explanatory level. Documentary analysis and observation were used as techniques. The methodology used corresponded to the Deming cycle with the development of the 4 phases that it comprises. Among the results achieved by this research we have that availability improved by 5.85%, going from 87.77% and reaching 96.82%, in the case of the MTTR there was an improvement, with a reduction of 0.30, going from 2.98 to 2.68 and in the case of the MTBF there was an increase in the time between each repair from 29.67 to 46.12, This means as a conclusion that: Maintenance management improves the availability of machines in a heavy machinery rental company.

Keywords: maintenance management, availability, MTTR, MTBF

I. INTRODUCCIÓN

La importancia que representa la industria 4.0 en las instituciones de diferentes sectores económicos ha ocasionado que adopten variadas herramientas en sus procesos que desarrollan, con el fin de poder ayudar a la mejora continua de estos procesos, y así poder satisfacer la demanda de sus clientes con niveles de calidad que cubran sus expectativas y así poder fidelizarlos en el tiempo logrando una satisfacción total de sus necesidades, de acuerdo a lo indicado para Esquivel y Lecca (2018), analizan que las instituciones cuando incorporan estos sistemas tienden a la reducción de sus costos operacionales, mejoran la eficiencia de sus procesos, resaltan la importancia de que los equipos, que usan para el desarrollo de sus operaciones, se encuentren siempre disponibles, cuando sean requeridos, buscan la reducción de los mantenimientos correctivos dado que ocasionan gastos variados y sobre todo ocasionan pérdidas en la producción; para ello se requiere una adecuada gestión de del mantenimiento de estos equipos, con la finalidad de que tener una eficiencia mayor y a la vez repercute en la productividad de sus procesos.

En USA, con la ayuda de una buena gestión del equipamiento y del recurso humano en el año 2020, se logró generar un ahorro de aproximadamente \$. 82,300 millones en el sector minero y de construcción (FORBES, 2021).

En Irán un estudio indica que las empresas encuentran dificultades variadas el momento de gestionar a sus equipos, lo cual generalmente se ocasiona por una inadecuada gestión del mantenimiento, donde se evidencia un control inadecuado, con mediciones no realizadas o con carencia de indicadores que le ayuden a realizar los correctivos en forma oportuna que y medición de sus operaciones, motivo que los lleva a tomar medidas preventivas (Afzali & Keynia, 2019).

En otra propuesta efectuada en Chile, se resaltó el poder del sector minero como un pilar fundamental en el desarrollo económico y social, con un nivel de participación mundial del 23% mundial, donde destacan su éxito, sostenido en el tiempo, a la gestión del mantenimiento, que les permita tener una alta disponibilidad de las unidades que soportan las operaciones, y que están disponibles cuando estos son requeridos (SONAMI, 2021).

Realizar un mantenimiento a los equipos es vital dado que permite tener una confiabilidad adecuada de los mismos, pero este mantenimiento debe asegurar ser realizado optimizando los recursos que se le asignan, así en el Massachusetts Institute of Technology consideran que para que una industria progrese debe contar con una gestión acertada de mantenimiento (Wienker, 2017).

Según el INEI el sector de servicios creció en un 2,18% con respecto al año anterior de los cuales favorecen para el restablecimiento de actividades que estuvieron paralizadas por la pandemia del Covid19. Para las empresas prestadoras de servicios de alquiler de maquinaria pesada en el sector construcción, minería y agricultura enfatizan que las maquinas que presentan mayor demanda son camiones para carga, maquinaria para movimiento de tierra, manipulación de materiales, iluminación y energía, un estudio de Insight Hunting SEO y la Unidad Inteligente de Datos del cual determina que las ciudades que buscan maquinarias pesadas son Lima con un 60.1% Arequipa con 6.1% y Trujillo con un 5.1%. Ante este panorama tener a los equipos disponibles el mayor tiempo posible es clave para el sector de servicios de máquinas y equipos, se realizan diversas evaluaciones para identificar su operatividad ante los Kpi de gestión de mantenimiento que les permite medir su funcionamiento una de ellas es la disponibilidad que representa el porcentaje de tiempo en cuanto a un equipo de encuentra apto para su uso tomando en cuenta el tiempo por paradas y fallas (INEI, 2022)

Bajo este contexto, la empresa en estudio de esta investigación, se dedica a brindar servicios de alquiler de maquinaria pesada en diferentes industrias, en especial el sector construcción y minería. Sin embargo presenta problemas en la gestión de mantenimiento, observando que no cuentan con una correcto control de los repuestos de alta rotación para sus equipos, análisis de fluidos y de aceites, no hay estándares de mantenimiento, su procedimiento se encuentra desactualizado, no se identifican los elementos de desgaste, en cuando a los operarios existe mucha rotación del personal y no están calificados en dar soportes constante en cuanto a las maquinas que operan, la gerencia no toma decisiones asertivas, careciendo de una gestión adecuada del mantenimiento, lo cual impacta en la disponibilidad de las unidades generando mayor

mantenimiento correctivo.

De acuerdo a lo que se indica se formula ¿Cuál es el impacto de la Gestión de Mantenimiento sobre la Disponibilidad de las maquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada?

Para la justificación del proyecto, respecto al aspecto teórico dado que se incluyen conocimientos existentes y probados que ayudan a resolver el problema planteado como parte de las mejoras que son de aporte para el desarrollo de esta investigación. Por otra parte, también se resalta la justificación del aspecto metodológico dado que se incorporan instrumentos, que recomiendan las buenas prácticas y metodologías aplicadas para la captación de datos válidos y que ayudarán a realizar las mediciones respectivas y las pruebas de aceptación de la hipótesis planteada, en el aspecto práctico, existe justificación dado que la propuesta ayudará a desarrollar las labores del personal asociado al proceso, de una manera eficiente, y con ello a contribuir a la mejora permanente de su área, y por ende de la empresa; esto implica que los colaboradores podrá aplicar herramientas adecuadas de mejoramiento de los procesos que desarrollan y en el lado de los directivos un conjunto de indicadores de gestión para realizar el monitoreo y control adecuadas del desarrollo de las operaciones, finalmente, desde el aspecto económico, dado que las mejoras en la gestión ayudarán a incrementar la disponibilidad de las unidades que usa la empresa, así mismo, se reducirán los diversos costos por averías que se presenten, y la disminución de los tiempos improductivos, mejorando así la rentabilidad de la empresa en el tiempo.

Se tiene por objetivo general ante este estudio: Determinar el efecto de la gestión de mantenimiento en la disponibilidad de las máquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada. Se enuncian los objetivos específicos: (1) Diagnosticar la situación actual de la empresa en cuanto a la disponibilidad de las máquinas (2) Determinar la gestión de mantenimiento actual en la empresa; (3) Diseñar e Implementar un Plan de mejora de gestión de mantenimiento para la empresa; (4) Determinar el resultado de la disponibilidad después de implementar la mejora y el efecto entre las variables.

Se tiene como hipótesis: La gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de las maquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada

II. MARCO TEÓRICO

Entre los antecedentes seleccionados se tiene:

En el plano internacional, se tiene la propuesta desarrollada por Pinto (2020) que su artículo, siendo el objeto de su investigación el desarrollo de una gestión de mantenimiento con la finalidad de aumentar la disponibilidad en sus equipos estudiados. En cuanto a las mejoras de gestión que fueron aplicadas, estas fueron, efectuar un monitorio de las operaciones a través de indicadores de gestión que fueron plasmados en un tablero de comando, incluye un plan de capacitación, el cual brinda a su personal una serie de herramientas para el mejor desempeño de sus labores que realiza y un actualización del procedimiento de mantenimiento, lo cual evita duplicidad de esfuerzos y ayuda a mejorar los tiempos en la realización de las labores como parte del proceso. El resultado, luego de aplicar la gestión de mantenimiento se obtuvo una mejora en la atención de falla en un 23%, aumentando así la disponibilidad de sus equipos en un 5% aproximadamente. El autor concluye que una gestión de mantenimiento, con mejoras propuestas ayuda en el incremento de la disponibilidad de los equipos.

Otra propuesta, es el artículo de los autores Díaz y Villar (2019) que tuvieron el objetivo de diseñar su propuesta metodológica como ayuda a la gestión de mantenimiento. El cual fue descriptivo y de carácter exploratorio, en donde los autores realizaron el análisis de metodologías existentes asociadas al tema de gestión de mantenimiento, para luego proponer como resultado final un modelo, el cual está conformado por 5 principales etapas y un total de 21 dimensiones. En cuanto al artículo propuesto, este tiene como conclusión que la aplicación de la metodología propuesta para gestionar el mantenimiento, ayuda al éxito en los equipos que tiene la empresa como parte de sus operaciones cotidianas.

Se tiene el artículo preparado por Canahua (2021) el cual busca como objetivo el de gestionar el mantenimiento basado usando TPM con el fin de incrementar la disponibilidad en los equipos de la institución en estudio. La propuesta investigativa es pre-experimental y de cuantitativa. En cuanto a las propuestas de mejoras, estas tomaron como base a indicadores de rendimiento, y a una actualización de

procedimientos, entre otras mejoras propuestas. El autor obtiene como resultados una mejora (inicial de 49.44% llegando a 94.64%) en la calidad de los servicios que brinda, y obtuvo adicionalmente un incremento (inicial de 86.70% llegando luego de las mejoras a 96.88%) de la disponibilidad. Así mismo, el estudio concluye, que una gestión de mantenimiento usando, ayuda al aumento de la disponibilidad y correcta operación de equipos.

En el plano nacional, se tiene el estudio que preparó Cáceres (2018) el tiene el objetivo de incrementar la eficiencia de las unidades en base a una adecuada gestión de mantenimiento, el autor parte de un diagnóstico del proceso, para ello elaboró un diagrama de Ishikawa, y estableció una prioridad de causas por medio de Pareto; posteriormente con las causas identificadas establece una serie de mejoras en donde aplica el ciclo de Deming, como un pilar del TPM. De acuerdo a los valores de los resultados que indica el autor como logro, se muestra un aumento en la eficiencia de los equipos de maquinaria pesada, que pasó de un dato inicial de 67.2% y luego de la aplicación de la gestión de mejoras hasta el 76.2%.

De acuerdo a Valdiviezo (2018) en su propuesta investigativa, busca como objetivo primordial el aumento en la disponibilidad de las unidades vehiculares de la institución en estudio, para ello enfoca su estudio de manera cuantitativa y en cuanto al diseño investigativo que desarrolla el autor, corresponde al pre-experimental. Aplicó como propuesta metodológica el RCM para las unidades vehiculares estudiadas. Luego de estas mejoras que aplicó, obtuvo como resultado en cuanto a indicadores de la gestión de mantenimiento, los valores finales siguientes: confiabilidad obtuvo un 45%, disponibilidad logró un 70%, y cuanto al MTBF obtuvo 65 hrs aproximadamente. Finalmente, su propuesta tiene como conclusión que al aplicar una gestión del mantenimiento, esta permite aumentar la disponibilidad de unidades vehiculares, reduciendo el número de averías, que se presentan en el uso normal de los diversos equipos.

Adicionalmente, se presenta el estudio propuesto por Zavaleta (2022) quien busca

principalmente como objetivo el identificar como afecta el implementar mejoras de la gestión de Mantenimiento en la disponibilidad de una Flota de Transporte. Su propuesta fue pre-experimental, al manipular la variable gestión de mantenimiento y el nivel en el que se desarrolló fue explicativo. La metodología que se usó para la mejora de la gestión fue la de Deming, complementando con la aplicación de instrumentos como el diagrama de pescado y Pareto. Sus resultados que indica el autor van, de manera principal en aumentar disponibilidad de la flota de unidades, que partió de un 89.72% sin aplicar la gestión de mantenimiento y luego de su aplicación obtuvo un 96.32%, lo cual significa un incremento de en 6.6% en la disponibilidad, el autor propone como conclusión que una la mejora al gestionar el Mantenimiento ayuda a incrementar la disponibilidad de la Flota de Unidades pesadas de la empresa estudiada.

Las teorías que relacionan a esta investigación son las siguientes:

La gestión de mantenimiento: es una ciencia que ayuda a la gestión de recursos de mantenimiento, es una manera de administrar, con el fin realizar el mantenimiento de un sistema o equipos, en un funcionamiento normal y de manera correcta (Salzano & Acampa, 2021). El optimizar una gestión implica mejorar el uso de recursos asignados para el desarrollo de una actividad de mantenimiento entre ellas tenemos: equipos, materiales, fuerza laboral (Canahua, 2021)

La gestión del mantenimiento se realiza como una mejora de proceso, agregando indicadores de rendimiento como una herramienta de monitoreo y control, con la finalidad de asegurar la disponibilidad de equipos cuando estos sean requeridos (Dui & Liu, 2023). Una acertada gestión de mantenimiento ayuda a reducir la cantidad de horas hombre que se usan al realizar un mantenimiento y los costos asociados al mismo (Viscaíno, 2019).

Se menciona como uno de los tipos de mantenimiento, es el preventivo se usa en la prevención de posibles interrupciones en el funcionamiento normal de los equipos que sirven para un proceso que desarrolla una empresa (Verena, 2016). Este mantenimiento ayuda a reducir los costos de tipo operativo al momento de poner en

marcha un equipo determinado (Espinosa, 2020).

El ciclo de Deming apoya a un proceso para realizar una buena gestión de mantenimiento, menciona Nguyen (2020), en el que definen a este círculo de la calidad o mejor dicho el ciclo de PHVA como un valioso método para poder lograr una mejora continua de un proceso determinado que busca mejorar la calidad y productividad del mismo. Se basa en 4 sencillos pasos según la figura siguiente (Menéndez, 2018):



Figura 1. Ciclo de Deming

Fuente; (Chiuchi, 2021).

(P) Planear. se identifican inconvenientes que atentan contra una determinada variable del proceso y se propone un plan de mejoras con responsable y fechas a desarrollar (Bittencourt, 2020).

(H) Hacer, es ejecutar los planes que se programaron en la etapa anterior. Se ejecutan una serie de actividades, de acuerdo a las fechas establecidas enfatizando los plazos que se identificaron, con los responsables que se asignaron (Isnía & Hardi, 2020).

(V) Verificar. Se verifican las actividades que se ejecutaron tomando como base lo programado y se define una comparación entre programado y ejecutado, lo cual ayudará el grado de cumplimiento realizado (Salazar, 2020).

(A) Actuar. Se proponen una serie de nuevas mejoras que se deben realizar como parte de un nuevo ciclo, tomando como base el cumplimiento de los programado en la

fase anterior (Becerra, 2019).

Las herramientas, que se estilan aplicar para evaluar un proceso, con mayor uso, son: Diagrama de Ishikawa, que ayuda en la identificación de causas que afectan de manera negativa a un proceso (Burgasí, 2021), el diagrama tiene 6 bloques, en las que se agrupan las diversas causas existentes, y ayuda a analizar mejor el problema (Banda, 2021); el diagrama tienen una apariencia de un esqueleto de pescado, debido a esto tiene como denominación alternativa: diagrama de pescado (Gallegos, 2021).

Es importante resaltar al Diagrama de Pareto, nos ayuda a clasificar causas existentes, que afectan a un proceso, priorizándolas, a fin de determinar su nivel de importancia, en donde regularmente un 20% de ellas, genera un 80% del problema principal que aqueja a un proceso (Mirand, 2021). Tiene como fin el conseguir los mayores beneficios en el proceso que tiene alguna problemática establecida (Estupiñán, 2021).

Otro punto importante es resaltar en cuanto a los indicadores que se incorporan en una gestión de mantenimiento, con el fin de poder determinar y analizar el buen cumplimiento de las actividades que se ejecutan en cuánto a su planificación, esto va ceñido a la Norma ISO 9001 el cual presenta que toda organización debe tener en cuenta los objetivos y metas que relacionen a la calidad dentro de sus procesos y puedan ser medibles y coherentes ante las políticas que establece cualquier organización (Piscoya, 2019). También se menciona que deben ser comunicados y cambiados para poder actualizarlos de acuerdo a los requerimientos que se establece en una gestión; por otra parte se debe obtener información veraz en cuanto a la documentación que debe considerar actividades, proceso y todos los servicios que le puedan permitir identificar el control de lo antes mencionado todo esto en referencia a los recursos que posee la organización ya sea materia prima como recurso humano que debe estar debidamente capacitados y entrenados para el desarrollo de las actividades de mantenimiento (Andrade, 2019)

Por otra parte, tenemos al mantenimiento, que se define cómo la proporción de todas las operaciones que se realizan sobre una línea de producción la cual se orienta a

prevenir y corregir averías e inadecuadas funciones que se puedan presentar durante su vida útil (Carrillo, 2018).

El mantenimiento también se define como aquel método que viene a ser utilizado para poder mencionar aquellas solicitudes que se integran dentro de las actividades de mantenimiento de los activos físicos que pertenecen a la estructura operativa. Posee el objetivo de poder conservar todas las funciones de los equipos y de esta manera evitar las consecuencias que pueden presentarse en cuanto a las fallas (Becerra, 2019).

También tenemos que el mantenimiento viene a ser todos los campos de información que poseen en cuanto al sistema que Integra e involucra la producción de operaciones y mantenimiento, éstos pueden ser retroalimentado por parte de los clientes desde. Muy lejanos mediante la aplicación empresarial de su nivel Superior (2020)

La disponibilidad: viene a ser la medición que se presenta ante la evaluación del rendimiento para la continuidad de un trabajo específico que realiza una máquina o equipo, todo esto en un tiempo establecido tomando como referencia la confiabilidad y la mantenibilidad (Alberti, 2020). La disponibilidad posee una estrecha relación con el tiempo del funcionamiento de un activo físico que debe ser aprovechado para poder fabricar un producto o servicio, para poder evitar el desperdicio del tiempo en el que toma por alguna parada que se realiza en cuanto a su mantenimiento. Para poder realizar su cálculo se resta el tiempo que se encuentra realizando algún mantenimiento y el tiempo que se encuentra disponible en cuanto a su funcionamiento y producción (Silvaa & Pintoa, 2020).

Decir que un activo posee confiabilidad es asumir continuamente su funcionamiento en cuanto al impacto que genere su rendimiento, en la que debe presentar prioridad al mantenimiento preventivo ya que se involucran una serie de factores para poder realizar el aumento de stock de repuestos, el estudio de confiabilidad a profundidad y todas las capacitaciones que se deben realizar al personal (Lavado, 2020). El operario es aquel que vela la operatividad para la producción de alguna máquina o equipo y este debe saber cuál viene a ser su ciclo de vida útil por ello debe modificar parámetros en cuanto a la realización de mantenimientos que estén en función a desarrollarse perfectamente de esta manera evitar el mantenimiento durante la operatividad en

algún proceso productivo la cual debe ser controlable y velar por su funcionamiento correcto por ello se debe tener un índice medio entre reparaciones (MTBR) por el número de fallas que se lleguen a cuantificar en el tiempo total de su inactividad (Chaurey & Kalpande, 2023).

Se tiene una gestión de mantenimiento, basada en indicadores que sirven principalmente, para determinar los tiempos de funcionamiento de los equipos, entre ellos tenemos el MTBF que viene a ser el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio en el que se dedica a realizar una reparación MTTR (Gallesi & Velarde, 2020).

Entre las dimensiones de la disponibilidad se tiene:

Tiempo medio entre paradas, (Mean Time Between Failures), se conoce como MTBF es una métrica que se usa para realizar el cálculo del tiempo medio de ocurrencia entre averías o fallas y la siguiente oportunidad es que se presenta una nueva falla o avería (IRibeiroa & Godinab, 2019). El MTBF es usado preferentemente en sistemas que se encuentran conformados por equipos, donde estos presentan una avería que impide su funcionamiento y a la cual es preferible aplicar un mantenimiento preventivo o reemplazar de manera preventiva los componentes dañados, por desgaste de su uso normal que tienen (Peyman & Farshid, 2019).

Para su cálculo se aplica la fórmula siguiente (Gallesi & Velarde, 2020):

$$MTBF = \frac{\text{Horas totales de Paradas}}{\text{Número de Paradas}}$$

Tiempo medido de paradas (Mean Time to Repair), se conoce como MTTR siendo una forma de medir el tiempo medio requerido, por una determinada falla o avería que se presenta en un equipo determinado de forma intempestiva determinado (Cervantes, 2019).

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Numero de Acciones de Reparacion}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente trabajo fue de tipo aplicada, según Lozada (2017), este tipo de investigación con la finalidad de proporcionar información o conocimiento a través de métodos que al ser aplicables al problema directamente podrá encontrar de manera técnica la cual es fundamentada ante la relación de teorías y la práctica

Este estudio estuvo basado en proporcionar la manipulación en la base conocimiento científico que será aplicado con el fin de poder lograr los objetivos plasmados en el presente estudio.

Diseño de la investigación

El diseño del trabajo de investigación fue pre experimental, según Salas (2017), menciona que todo estudio que manipule de forma premeditada al menos una variable es de diseño aplicada es decir posee causas – efecto, de esta manera al ser analizadas, se prepara para obtener los resultados como efecto ante la manipulación en un determinado espacio y tiempo. Por ello para la empresa que solo cuenta con una cantidad determinada de equipos por lo que no podrá ser comparados con otro grupo estudio se utilizará este diseño.

La presente investigación será aplicada en la parte práctica con el diseño pre prueba /pos prueba en un mismo grupo, se pretende manipular la variable “Gestión de mantenimiento” y ver los efectos que tiene en la variable “disponibilidad”, que tuvo un periodo de revisión de datos por 3 meses antes de aplicar la gestión de mantenimiento O1(pre prueba) y una segunda observación que denotamos como O2 (post prueba)



Dónde:

X: Gestión de mantenimiento

O1: Disponibilidad, antes de implementar la gestión de mantenimiento

O2: Disponibilidad, después de implementar la gestión de mantenimiento

3.2. Variables y operacionalización

Se desarrolló una matriz de operacionalización de las variables donde se encuentra la definición conceptual y operacional de las variables que se están utilizando en este proyecto de investigación.

Variable 1: Independiente

Gestión de mantenimiento:

es una ciencia que ayuda a la gestión de recursos de mantenimiento, es una manera de administrar, con el fin realizar el mantenimiento de un sistema o equipos, en un funcionamiento normal y de manera correcta (Salzano & Acampa, 2021).

Dimensión 1: Plan de Mantenimiento

Es el documento que incluye las actividades a realizar por cada equipo que se involucra en el mantenimiento. Se definen plazos a realizar, para su posterior implementación (Salzano & Acampa, 2021).

$$IC = \frac{AR}{AP} \times 100\%$$

IC= Índice de Cumplimiento

AR = Cantidad de Actividades realizada

AP= Cantidad de actividades planificadas

Dimensión 2: Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se usa en la prevención de posibles interrupciones en el funcionamiento normal de los equipos que sirven para un proceso que desarrolla una empresa (Verena, 2016).

$$TCMP = \frac{NMPE}{n}$$

Dónde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo

NMPE= Numero de mantenimiento preventivos ejecutados

NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados.

Variable 2: Dependiente

Disponibilidad: viene a ser la medición que presenta ante la evaluación del rendimiento para la continuidad de un trabajo específico que realiza una máquina o equipo, todo esto en un tiempo establecido tomando como referencia la confiabilidad y la mantenibilidad (Alberti, 2020).

$$D\% = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Dónde:

MTBF = Tiempo medio entre fallas (horas)

MTTR = Tiempo medio entre reparaciones

Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas

MTBF es una métrica que se usa para realizar el cálculo del tiempo medio de ocurrencia entre averías o fallas y la siguiente oportunidad es que se presenta una nueva falla o avería (IRibeiroa & Godinab, 2019).

$$MTBF = \frac{TBF}{n}$$

Dónde:

TBF = Horas totales paradas

n = número de paradas

Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones

se conoce como MTTR siendo una forma de medir el tiempo medio requerido, por una determinada falla o avería que se presenta en un equipo determinado de forma intempestiva determinado (Cervantes, 2019).

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$$

Dónde: TTR = Tiempo total de mantenimiento correctivo

n = número de reparaciones

Operacionalización de Variables

Esto puede ser observado en el anexo 06

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población ese conforma por un grupo de elementos con características similares, y ayudan a respaldar el logro de los objetivos propuestos (Hernandez & Mendoza, 2018) Para este proyecto de investigación se tendrá en cuenta como población la cantidad total de maquinarias pesadas que pertenecen a la empresa en estudio que son 5, en un periodo de tiempo de los meses de setiembre a noviembre del 2022 para los datos pre test y junio 2023 para los datos pros test.

- **Criterios de inclusión:** Equipos de tipo excavadoras y retroexcavadoras.
- **Criterios de exclusión:** Los meses que no se tiene mayor demanda.

Muestra:

Según Hernández y Mendoza (2018) una muestra es una subcategoría del total de elementos, que forman una población, a partir de la cual, se selecciona individuos que formarán de la muestra. Para el estudio la muestra son las 5 maquinarias pesadas de la empresa. Tomando en esta investigación se selecciona una muestra por

conveniencia ya que es igual a la población.

Muestreo: No probabilístico, ya que la población y muestra son iguales

Unidad de análisis: Una maquinaria pesada

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Permite la recolección de datos bajo variadas formas y de dependiendo del tipo de investigación aplicada (Hernandez & Mendoza, 2018). Para el presente estudio se aplicó:

Análisis Documental y Observación directa:

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos vienen a ser las herramientas o medios materiales que en cada estudio se elaboran con el fin de recoger y depositar la información necesitada. (Hernandez & Mendoza, 2018). Se aplicaron los instrumentos (Anexo 03):

Tabla 1: Técnicas e instrumentos del proyecto

OBJETIVO	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FUENTE
Identificar la situación actual de la empresa en cuanto a la disponibilidad de las máquinas	Análisis documental	Ficha de datos de la Empresa de Fallos	Hoja de cálculo del área de Mantenimiento
Determinar la gestión de mantenimiento actual en la empresa	Observación directa	Diagrama de Ishikawa causa efecto	Operadores de las maquinarias pesadas y personal de mantenimiento
		Diagrama de Pareto	
Diseñar e Implementar un Plan de mejora de gestión de mantenimiento para la empresa	Observación directa	Check List de Cumplimiento del Plan de Mejora	Personal de mantenimiento
Determinar el resultado de la disponibilidad después de implementar la mejora y el efecto entre las variables	Análisis documental	Ficha de datos de la empresa Fallos	Hoja de cálculo del área de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Validez del Instrumento de medición

La validez de un instrumento permite realizar la aplicación del mismo para una investigación determinada que se acerca a la verdad, se recurrió a 3 expertos docentes

Tabla 2: Resultados de validez del Juicio de Expertos

N°	Especialidad	Experto	Resultado
1	Ing. Industrial	Mg. Montoya Cárdenas Gustavo Adolfo	Aplicable
2	Ing. Industrial	Mg. José La Rosa Zeña Ramos	Aplicable
3	Ing. Industrial	Mg. Jaime Enrique Molina Vílchez	Aplicable

Fuente: Certificado de Valides de Instrumentos (Anexo 04)

Confiabilidad del instrumento de medición

Para que un instrumento sea confiable todos los resultados en cualquier estudio deben presentar un alto grado de validez, nos basamos en los datos recolectados de aquellos datos que sirven para realizar los cálculos respectivos sobre las bases teóricas que fueron definidas del indicador de disponibilidad, esto servirá para comprobar el método de confiabilidad (Hernandez & Mendoza, 2018).

3.5. Procedimientos

Para el diagnóstico situacional actual de la empresa en cuanto a la disponibilidad de las máquinas, se realizó la revisión documentaria de las incidencias por fallas o averías existentes por equipo; se determinó la gestión actual del mantenimiento, identificando las causas que afectan a la disponibilidad, priorizándolas con el diagrama de Pareto. Luego se diseñó e Implementó el Plan de mejora de gestión de mantenimiento usando el círculo de Deming como base y sus 4 fases propuestas tomando como base el plan de mejoras y su ejecución respectiva; finalmente se determinó el resultado de la disponibilidad después de implementar la mejora y el efecto entre las variables, en base a la medición inicial y final de los indicadores de disponibilidad y la prueba de hipótesis respectiva.

3.6. Método de análisis de datos

Análisis Descriptivo

La estadística descriptiva, consistió en elaborar cuadros y gráficos a partir de la recolección de los datos y se mostrará: Media Aritmética , valores mínimos, valores máximo y Varianza

Análisis Inferencial

Se aplicó para realizar la prueba de hipótesis, donde primero se determinó la prueba de normalidad, aplicándose Shapiro-Wilk que luego determinó el estadístico usado que la prueba de T de Student para datos paramétricos y para no paramétricos el estadístico de Wilcoxon, para ello se usó el SPSS V26.

3.7. Aspectos éticos

En este estudio se tomarán en cuenta los aspectos éticos en cuanto al reglamento establecido por la universidad César Vallejo y las políticas que como estudiante universitario se deben respetar. En el artículo 9 "El código de ética" presenta todos los criterios y conceptos en el que Estudiante se debe guiar cómo conducta profesional del ingeniero para poder ejercer con prudencia el respeto la profesión. Por ello se toma como instrumento de autorregulación todas las normas estipuladas en el cual es base para el desempeño dentro del marco de valores y principios que lo estipula el colegio de ingenieros del Perú, dónde es allí que se cumplirá con todos los indicados. También se establece este aspecto ético en cuanto al permiso del representante legal de la empresa en estudio del cual se explicó cómo se utilizarán y tratarán toda la información que nos incorpora respetando los valores verdaderos, en este estudio se contara también con las respectivas citas que son de propiedad intelectual en los autores que realizaron investigaciones anteriormente cumpliendo con los parámetros de ética en cuanto a la justicia, auto no, validez científica así como también todas las referencias que estén establecidas en la norma APA y el porcentaje aceptado en cuanto al turnitin que no debe ser mayor al 25%

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico situacional actual de la empresa en cuanto a la disponibilidad de las máquinas

A. Acerca de la empresa

La empresa en estudio, da inicios a sus actividades el 01 de diciembre del 2016 en la ciudad de Trujillo, con el objetivo de brindar el servicio de alquiler de maquinaria pesada para diversos sectores económicos como: Agroindustria, construcción, minería entre otros. Actualmente cuenta con una flota de 03 Retroexcavadoras Marca Caterpillar, Modelo 420F2 y 2 Excavadoras Marca Caterpillar, Modelo 336D estando presente así ante sus clientes potenciales en las ciudades de Chao, Cayalti y Santiago de Chuco.

En la empresa, cumple con los más altos estándares de seguridad para efectuar sus trabajos, cuidado con el medio ambiente, los trabajos con mucha responsabilidad y eficiencia, garantizando a sus clientes un mejor servicio de ejecución de sus proyectos y disponer de la maquinaria que necesitan sin tener que realizar mayores inversiones.

El único servicio que brinda es el de alquiler de maquinaria pesada, teniendo sus principales clientes como: Grupo Montegrando, JMC Maquinarias, Viru S.A, El Rocío, Digarsa Agrícola, Nibermac Contratistas Generales y la empresa agroindustrial Cayalti.

Se presentan los objetivos de la organización hacia donde desean alcanzar según su planeación estratégica

Misión: Proporcionar soluciones eficientes, confiables y garantizar la mayor rentabilidad en sus operaciones de todos nuestros clientes, mediante el alquiler de maquinaria y equipos.

Visión: Ser considerados como la mejor alternativa en el mercado de alquiler de

maquinaria y equipos.

Valores:

- Mejora continua
- Integridad
- Compromiso
- Respeto
- Equidad



Figura 2. Actividad de Alquiler de maquinaria pesada

Fuente: La empresa.

De la figura anterior, se muestra la actividad que realizan los trabajadores de la empresa en estudio al gestionar sus operaciones, para operar las maquinarias depende del tipo de servicios específicos a sus clientes, integrando altos estándares de sus procedimientos para generar mayor rentabilidad y permanencia en el mercado de la empresa.

Se tiene en la empresa en estudio un total de 05 máquinas las cuales son de vital importancia para el funcionamiento de la empresa, cabe mencionar que tenerlas operativas y disponibles al 100% logrará satisfacer a sus clientes, se presentan los

modelos que se tienen:



Figura 3. Diseños de las maquinarias pesadas

Fuente: La empresa.

Para los tipos de máquina retroexcavadora, se utiliza habitualmente para realizar las actividades de remover y abrir surcos al extraer ciertas cantidades grandes de Tierra según lo especificado en el DTR que los clientes requieren, generalmente el servicio al utilizar este tipo de máquina son para el aprovechamiento de colocación de tuberías, drenajes y cables en tipo de colocaciones de cimientos en las diferentes obras dependiendo si es el sector agroindustria, minería o construcción permitiendo manejar exhaustivamente objetos extra grandes y materiales particularmente pesados.

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa, donde cuenta con una fuerza laboral de 10 personas, un área administrativa que está compuesta por 1 Gerente General, 1 en supervisión de equipos, 1 en contabilidad y un área operativa compuesta por 1 técnico mecánico y 7 operadores múltiples. Durante este proceso de prácticas en el área de supervisión de equipos, se ha podido identificar que la empresa no cuenta con sistema de gestión de calidad.



Figura 4. Organigrama de la Empresa

Fuente: La empresa.

De la figura 4 se identifica el área de estudio, la jefatura de mantenimiento que es el encargado de velar por el funcionamiento de las máquinas que deben estar operativas, llevando el trabajo de realizar mantenimientos por alguna falla o avería a las maquinarias.

La supervisión de equipos se lleva a cabo al establecer frecuencias optimas de mantenimiento, por ello se debe asegurar eficacia y eficiencia en el mantenimiento de los equipos, realizando el control de gastos de inversión, por ello la supervisión en campo y monitoreo de condiciones son necesarios

El supervisor de equipos es encargado de brindar soporte a Gerencia y a personal operativo en campo e instalaciones, además de planear, dirigir y controlar las actividades del proceso de mantenimiento y operación de equipos en los diferentes frentes de trabajo.

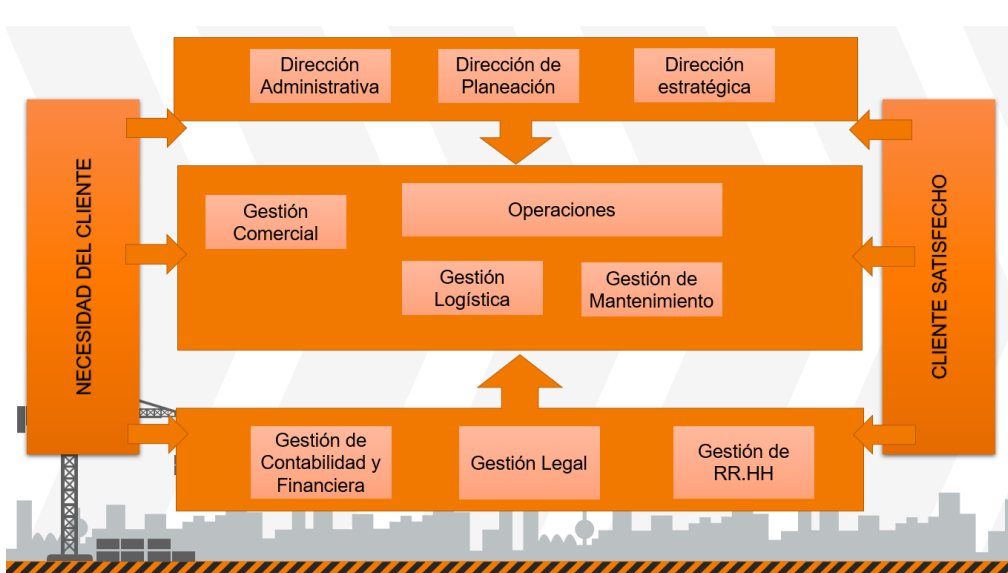


Figura 5. Mapa de procesos de la Empresa
Fuente: La empresa.

Del mapa de procesos según la figura anterior se tiene las interrelaciones en cuanto a los procesos estratégicos, operaciones y de soporte, los cuales para la empresa en estudio consiste en identificar el orden de ejecución, teniendo como actividad en esta empresa el alquiler de maquinaria pesada, el cual inicia con la necesidad del cliente a través de la dirección administrativa, de planeación y la dirección de estrategia enfatizando cómo realizar la operación en cuanto a la gestión comercial, en el cual el cliente indica el requerimiento del servicio, posterior a ello se ejecuta la operación llevando a cabo la gestión logística de las maquinarias a utilizar en paralelo a la gestión de mantenimiento, para su buen uso y utilización en el campo la cual. La Gestión de contabilidad y finanzas y la gestión legal son de apoyo para la documentación debida, finalizando con la gestión de recursos humanos que organiza y selecciona al personal para terminar con un cliente completamente satisfecho.

Del proceso de recepción de maquinaria en taller de la empresa en estudio de la cual nos enfocamos nuestro estudio. De la figura 6 se tiene en cuanto a las áreas de trabajo que enfatizan este estudio, el supervisor de equipos es el encargado de

entregar la máquina operativa para los servicios requeridos, el cual cuenta con un técnico mecánico que es encargado de hacer las revisiones técnicas, a la vez se tiene el personal operario que hace uso de las máquinas a la hora que se ejecuta el servicio, son aquellos encargados de manejarlos adecuadamente y correctamente, por ello en este estudio se enfatiza al personal involucrado que debe realizar.

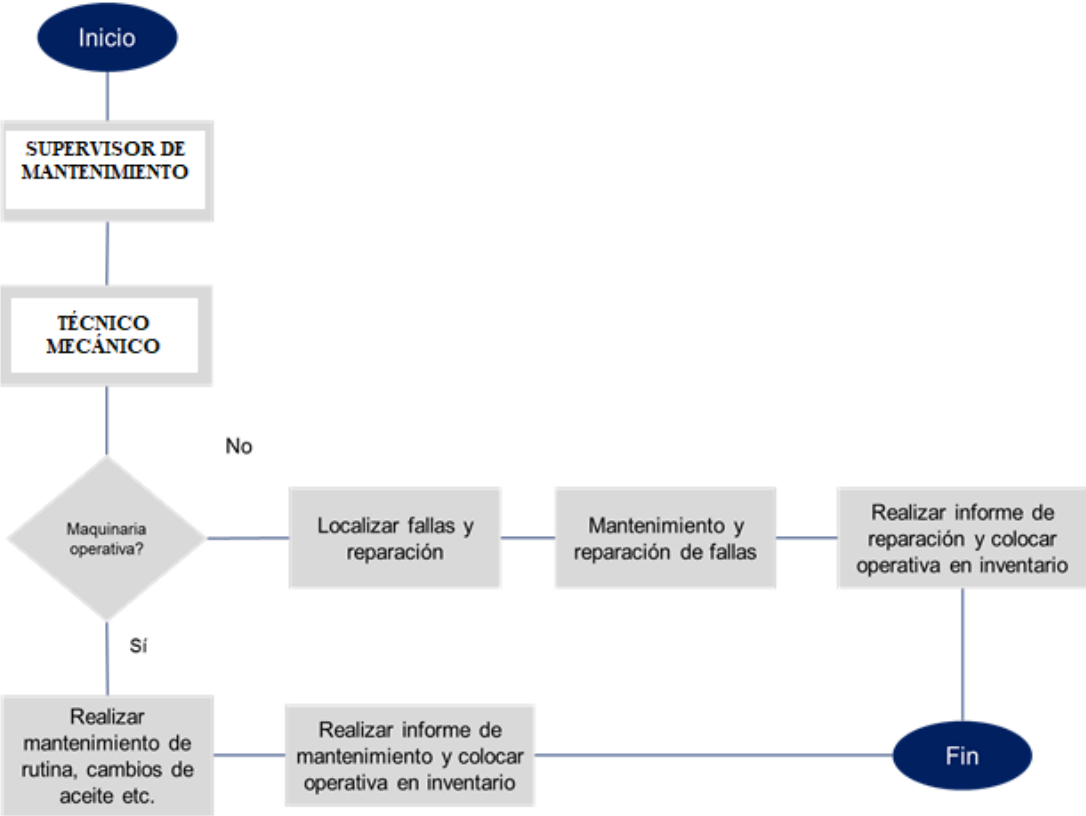


Figura 6: Diagrama de Flujo de proceso de mantenimiento

Fuente: La Empresa

B. Calculando la disponibilidad

Tabla 3: Pre test MTBF – MTTR – Disponibilidad - Setiembre 22

Set-22/Maquinaria		336D #1	336D #2	420F2 #1	420F2 #2	420F2 #3
Horas de trabajo		240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
Numero de fallas		6.00	15.000	7.000	15.000	6.000
Horas de parada		17.50	47.500	12.020	58.000	14.000
DISPONIBILIDAD POR EQUIPO		0.927	0.802	0.950	0.758	0.942
MTBF - Hrs	Por Equipos	37.083	12.833	32.569	12.133	37.667
	Por Flota	24.958		27.456		
DISPONIBILIDAD POR FLOTA		0.891		0.912		
MTTR - Hrs	Por Equipos	2.917	3.167	1.717	3.867	2.333
	Por Flota	3.042		2.639		
DISPONIBILIDAD DEL MES		0.904				

Elaboración propia

Para realizar el cálculo del MTBF y MTTR, se procedió con la revisión documental de la empresa específicamente de las máquinas Excavadoras y Retroexcavadoras en el cual se determina el cálculo del indicador mediante los datos del Anexo N°05 obteniendo la tabla de resumen por cada maquinaria en función a las horas de trabajo, numero de fallas y horas de parada, a vez el cálculo por la flota de excavadoras (2) y flota de retroexcavadoras (03), posterior a ello se tiene la disponibilidad en función a los dos indicadores calculados para el mes de setiembre 2022.

Tabla 4: Pre test MTBF – MTTR –disponibilidad - octubre 22

Oct-22/Maquinaria		336D #1	336D #2	420F2 #1	420F2 #2	420F2 #3
Horas de trabajo		248.00	248.00	248.00	248.00	248.00
Numero de fallas		7.00	17.00	6.00	11.00	6.00
Horas de parada		23.00	44.00	13.13	56.30	17.43
DISPONIBILIDAD POR EQUIPO		0.907	0.823	0.947	0.773	0.930
MTBF - Hrs	Por Equipos	32.143	12.000	39.145	17.427	38.428
	Por Flota	22.071		31.667		
DISPONIBILIDAD POR FLOTA		0.883		0.903		
MTTR - Hrs	Por Equipos	3.286	2.588	2.188	5.117	2.905
	Por Flota	2.937		3.404		
DISPONIBILIDAD DEL MES		0.896				

Elaboración propia

Como no puedes como no puede este vender en sus zonas de la tabla 8 se presenta el resumen de los datos pre test, para el cálculo del MTBF y MTTR, que están en función a las horas de trabajo números de fallas y horas de paradas por cada maquinaria pesada encontrando este indicador a su vez por la flota de retroexcavadoras (03) y la flota de excavadoras (02), gracias al cálculo de estos indicadores se puede determinar a través de la división del MTBF con la suma del MTR y MTBF para encontrar la disponibilidad tanto por cada equipo, por y la disponibilidad del mes de toda la maquinaria pesada del mes de setiembre.

Tabla 5: Pre test MTBF – MTTR – disponibilidad – noviembre 22

Nov-22		336D #1	336D #2	420F2 #1	420F2 #2	420F2 #3
Horas de trabajo		240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
Numero de fallas		6.000	15.000	6.000	15.000	6.00
Horas de parada		21.000	40.000	16.000	47.150	18.00
DISPONIBILIDAD POR EQUIPO		0.913	0.833	0.933	0.804	0.925
MTBF - Hrs	Por equipos	36.500	13.333	37.333	12.587	37.000
	Por flota	0.242		0.354		
DISPONIBILIDAD POR FLOTA		0.073		0.097		
MTTR - Hrs	Por Equipos	3.500	2.667	2.667	3.143	3.000
	Por Flota	3.083		2.937		
DISPONIBILIDAD DEL MES		0.901				

Elaboración propia

En la tabla anterior para realizar el cálculo del MTBF, MTRR y disponibilidad del mes de noviembre, se procedió con la revisión documental de la empresa específicamente de las máquinas Excavadoras (02) y Retroexcavadoras (03), en el cual se determinar estos dos indicadores por cada maquina y por toda la flota.

De acuerdo a los valores obtenidos se procedió a calcular un promedio de los 3 meses de la disponibilidad, la misma que es mostrada en la tabla siguiente:

Tabla 6. Resumen de la Disponibilidad de equipos antes de mejoras en la Gestión de Mantenimiento

No.	EQUIPO	Horas de trabajo	Tiempo de paradas (Hrs)	Nº de fallas	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD
1	336D #1	242.67	20.50	6	3.24	35.08	91.6%
2	336D #2	242.67	43.83	16	2.80	12.69	81.9%
3	420F2 #1	242.67	13.72	6	2.17	36.15	94.3%
4	420F2 #2	242.67	53.82	14	3.94	13.82	77.8%
5	420F2 #3	242.67	16.48	6	2.75	37.70	93.2%
TOTAL			148.34	48	2.98	27.09	87.77%

Fuente: datos empresa

Se puede observar en la tabla anterior, que la disponibilidad promedio correspondió a 87.77%, así mismo el equipo 420F2 #2, alcanzó la más baja disponibilidad y el de mayor disponibilidad fue el 420F2 #1.

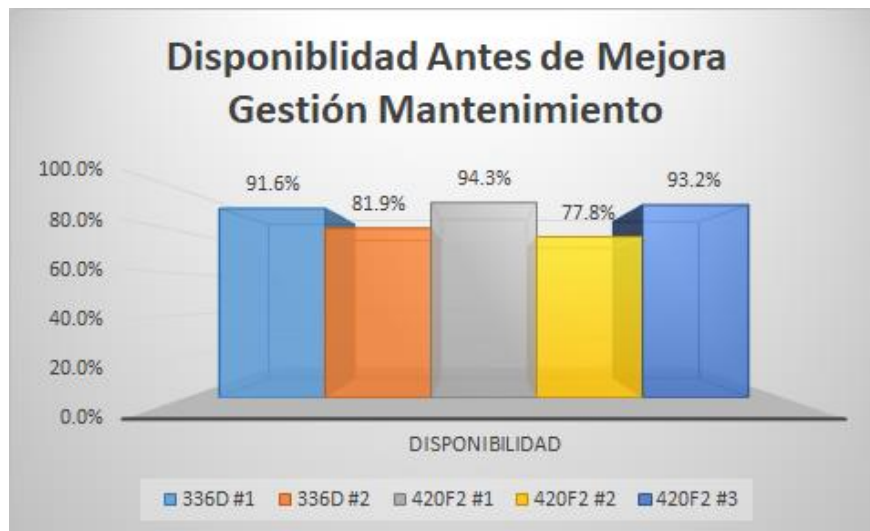


Figura 7: Disponibilidad antes de mejora

Elaboración propia

La mejora esperada debe ser mayor a 90%, existen 2 equipos que están por debajo del valor deseado (336D #2 y el 420F2 #2) mientras que otro se encuentra casi el a límite (336D #1).

4.2 Determinar la gestión de mantenimiento actual en la empresa

A. Evaluando gestión actual del mantenimiento

Se realizó la evaluación de acuerdo a los datos de los indicadores :

- IC: Indicador de Cumplimiento
- TCMP: Tasa de Mantenimiento preventivo

Los datos se tomaron entre setiembre y noviembre del 2022

Indicador de Cumplimiento (IC)

Se tuvo como datos :

- Cantidad de Actividades realizadas
- Cantidad de Actividades planificadas

Tabla 7. Indicador de Cumplimiento

Mes	Cantidad Actividades Realizadas	Cantidad Actividades Planificadas	OTM
Set	10	16	62.50%
Oct	11	18	61.11%
Nov	11	17	64.71%
Total	32	51	62.75%

Fuente: elaboración propia

Se obtuvo un 62.75% promedio de los 3 meses procesados, del indicador de cumplimiento.

Indicador Tasa de Mantenimiento Preventivo (NMPE)

Para este indicador, se obtuvieron los datos de la :

- Cantidad de mantenimiento preventivos realizados
- Cantidad de mantenimiento preventivos programados

Los resultados se pueden ver:

Tabla 8. Tasa de Mantenimiento Preventivo

Mes	Cantidad Mantenimiento Preventivo Realizados	Cantidad Mantenimiento Preventivo Programados	ETM
Set	38	48	79.17%
Oct	41	50	82.00%
Nov	39	51	76.47%
Total	118	149	79.19%

Fuente: elaboración propia

La tasa de mantenimiento alcanzada fue de 79.19%, lo cual deja un alto margen de atenciones no realizadas en forma oportuna.

B. Identificando causas que afectan a la disponibilidad

La empresa Multiservicios Holguín, dedicada a brindar servicios de alquiler de maquinaria pesada en diferentes industrias, en especial el sector construcción y minería. Sin embargo, presenta problemas en la gestión de mantenimiento, observando que no se cuenta con un correcto control de los repuestos de alta rotación para sus equipos, análisis de fluidos, no hay estándares de mantenimiento, alta rotación de operarios y no se realiza proyecciones de costos operativos, todo esto genera un impacto en la disponibilidad de las máquinas.

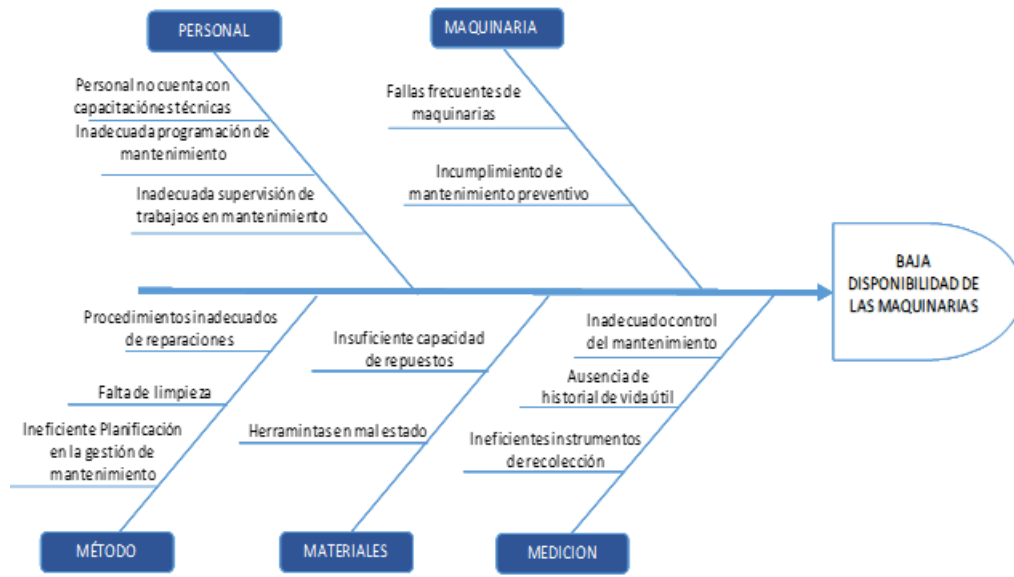


Figura 8: Diagrama de Ishikawa Baja Disponibilidad
Elaboración propia.

De la figura anterior, se realiza un análisis de causa raíz del cual se identifican ante las 5M las causas que originan la baja Disponibilidad de las maquinarias, siendo un total de 13 causas que pasaran a ser evaluadas ante su impacto, frecuencia y criticidad al problema. Esta herramienta de diagnóstico nos ayuda a proporcionar información necesaria de lo que acontece en la empresa, las cuales fueron determinadas por los supervisores, jefes del área de mantenimiento y operadores ante una lluvia de ideas determinado en cuanto a cinco entornos que son las causas que originan la baja disponibilidad de las maquinarias pesadas retroexcavadoras y excavadoras para la empresa en estudio.

Del diagrama de causa efecto se proporcionan esta información a todos los trabajadores de la empresa en estudio los cuales son 10, actuando una encuesta el cual se pregunta a los trabajadores cuáles de estas causas consideran que afectan el problema de la Baja disponibilidad de las maquinarias de retroexcavadora y excavadora dando la puntuación del valor sí considera que es una causa que afecta = 1 y no considera que es una causa que afecta

= 0. Teniendo un límite de puntuación obtenida ante los datos recolectados con un mínimo de 0 y un máximo de 10 puntos. Arrojando los valores presentes en la siguiente tabla:

Tabla 9: Ponderación de las causas que afectan la Disponibilidad de las maquinarias

Causa que afectan la baja disponibilidad de las maquinarias pesadas	Datos recolectados	%
Fallas frecuentes de maquinarias	10	10%
Incumplimiento de mantenimiento preventivo	9	9%
Inadecuado control del mantenimiento	9	9%
Ausencia de historial de vida útil de los equipos	3	3%
Ineficientes instrumentos de recolección de datos	8	8%
Insuficiente capacidad de repuestos	3	3%
Herramientas en mal estado	3	3%
Personal no cuenta con capacitación técnica	9	9%
Inadecuada programación de mantenimiento.	10	10%
Inadecuada supervisión de trabajos en mantenimiento	6	6%
Procedimientos inadecuados de reparaciones	10	10%
Falta de limpieza	7	7%
Ineficiente Planificación de la gestión de mantenimiento	10	10%
TOTAL	97	100%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla mostrada, se tiene la puntuación de los datos recolectados ante las causas, según los resultados de los 10 trabajadores encuestados, proporcionando la identificación de la frecuencia en que respondieron, ponderando las causas que afectan a la baja disponibilidad, la cual va a depender de la mayor cantidad de datos acumulados que se obtengan, como ve visualiza a continuación.

Tabla 10: Frecuencias acumuladas y porcentuales de las causas al problema

ID en gráfico	Posición real (Causas y datos ordenados)		Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
P1	1	Fallas frecuentes de maquinarias	10	10%	10%
P2	2	Inadecuada programación de mantenimiento	10	20%	21%
P3	3	Procedimientos inadecuados de reparaciones	10	30%	31%
P4	4	Ineficiente Planificación de la gestión de mantenimiento	10	40%	41%
P5	5	Incumplimiento de mantenimiento preventivo	9	49%	51%
P6	6	Inadecuado control del mantenimiento	9	58%	60%
P7	7	Personal no cuenta con capacitación técnica	9	67%	69%
P8	8	Ineficientes instrumentos de recolección de datos	8	75%	77%
P9	9	Falta de limpieza	7	82%	85%
P10	10	Inadecuada supervisión de trabajos en mantenimiento	6	88%	91%
P11	11	Ausencia de historial de vida útil de los equipos	3	91%	94%
P12	12	Insuficiente capacidad de repuestos	3	94%	97%
P13	13	Herramientas en mal estado	3	97%	100%

Fuente: Elaboración propia

Se tiene las frecuencias acumuladas según las causas ordenadas de una manera descendente, el porcentaje que corresponde a cada una de ellas y su acumulado para realizar su respectivo gráfico de Pareto y visualizar cuáles son las causas más significativas en este estudio, visualizando el ID del gráfico desde el P1 hasta el P13.

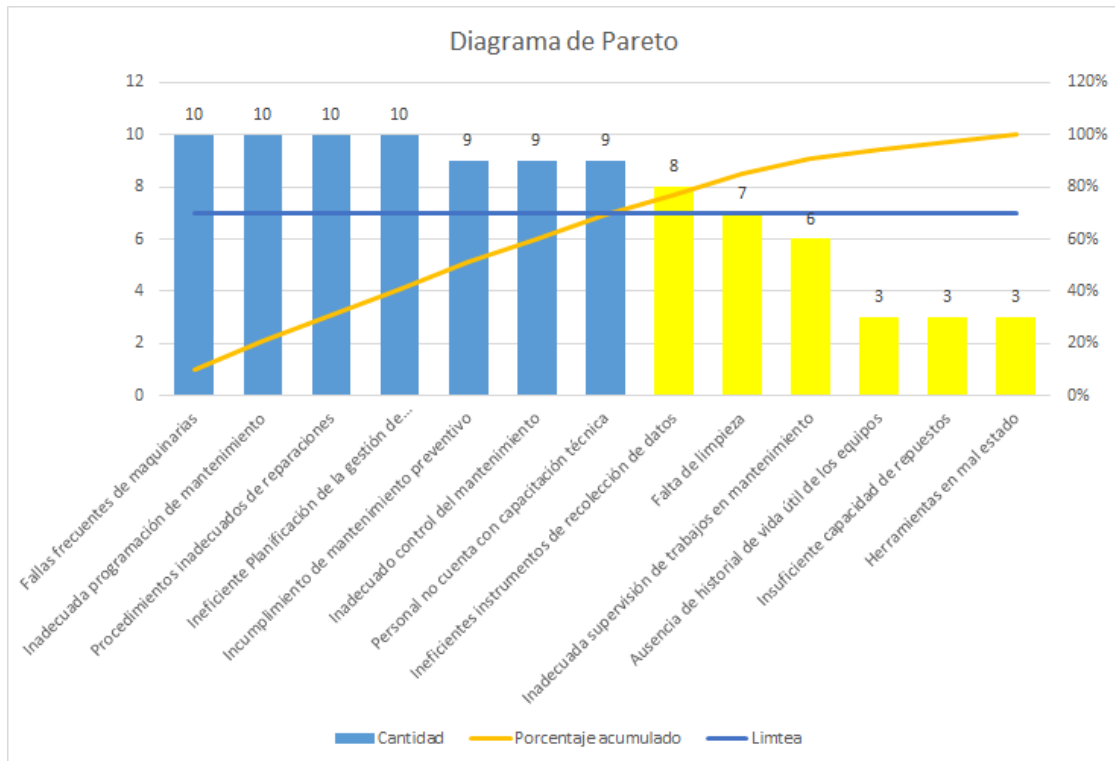


Figura 9: Diagrama de Pareto de las causas del Problema de la Baja Disponibilidad
Elaboración propia

De la figura, según la regla de Pareto, 80/20 se evidencia que 7 causas son las más relevantes ante la baja disponibilidad de las maquinarias pesadas para la empresa obteniendo las fallas frecuentes de las máquinas con un porcentaje del 10%, inadecuada programación de mantenimiento con un 10%, procedimientos inadecuados de reparaciones de mantenimiento 10%, ineficiente planificación de la gestión de mantenimiento 10%, incumplimiento de mantenimientos preventivos 9%, inadecuado control de mantenimiento 9%, personal no cuenta con capacitación técnica 9%, ineficientes instrumentos de recolección de datos de mantenimiento con un 8%, siendo un total acumulado del 77%, los cuales son las causas más significativas que nos ayudara a dar solución al problema y de esta manera poder resolver el 80% del efecto que ocasiona la baja disponibilidad, gracias a su análisis nos ayuda a identificar las causas más importantes que están en las barras de color azul en la cual se tiene que dar prioridad por la mayor influencia del problema.

4.3. Diseño e Implementación del Plan de mejora de gestión de mantenimiento para la empresa.

Para poder realizar el desarrollo del tercer objetivo específico en este estudio, se llevó a cabo una reunión con el gerente general de la empresa y las personas involucradas en el área de mantenimiento de la maquinarias pesadas con la intención de informar el estado en el que se encuentra el indicador de la disponibilidad que es nuestra variable a realizar mejoras para tomar el compromiso de cada una de ellos y realizar un adecuado diseño en cuanto al plan de gestión de mantenimiento por ello nos apoyamos al utilizar la metodología del ciclo de Deming para poder plasmar en este estudio herramientas que van acorde a las causas relevantes identificadas y contribuir a realizar mejoras en cuanto a los tiempos cooperativos de las maquinarias pesadas.

Tabla 11: Determinación de soluciones y herramientas en la Gestión de mantenimiento

CAUSA A PRIORIZAR	SOLUCIÓN	HERRAMIENTA
Fallas frecuentes en las maquinarias pesadas	Identifica las fallas y efectos para priorizar y tomar decisiones mediante su análisis de criticidad	Plan de Mantenimiento Capacitación
Procedimientos inadecuados de reparaciones	Representar de manera gráfica las operaciones de manera adecuada mediante una nueva elaboración con el fin de asegurar su correcto proceso de reparaciones más utilizadas en el área.	Actualización del procedimiento
Inadecuado programa de mantenimiento	Plasmar adecuadamente las actividades acordes a las condiciones de trabajo para efectuar los mantenimientos, en cuanto a su planificación, ejecución y control, llevando a cabo un correcto mantenimiento preventivo de las maquinarias pesadas	Plan de Mantenimiento Preventivo
Ineficiente Planificación de la gestión de mantenimiento		
Incumplimiento de mantenimiento preventivo		
Inadecuado control de mantenimiento	Conocer el progreso de las actividades de mantenimiento para evitar fallas o paradas.	Tablero de Control
Personal no cuenta con capacitación técnica	Se incorporan capacitaciones a los operadores de las maquinarias como el personal de mantenimiento para tener una respuesta eficiente en sus funciones ante el conocimiento practico y teórico	Programa de Capacitación
Insuficientes instrumentos de recolección de datos	Reportar información relevante para tomar acciones preventivas y correctivas sobre el mantenimiento de las maquinarias	Incorporación de Check List

Elaboración propia

De la tabla 11 se determinan según las causas a priorizar que nacieron del diagrama causa efecto y se estableció las más significativas que originan el problema de la baja

disponibilidad en este estudio, para ellos estableció según el diagrama de Pareto las más relevantes que impactan el problema, según ello se determina una solución al utilizar las diferentes herramientas en una adecuada gestión de mantenimiento plasmado en esta investigación según su necesidad investigativa para poder incrementar el indicador de la disponibilidad de las maquinarias pesadas críticas.

A continuación, se desarrollan las mejoras realizadas, siguiendo la metodología del PHVA

A. Tablero de Comando

Planificar

Se definieron las actividades siguientes, a fin de poder proponer el Tablero de Comando

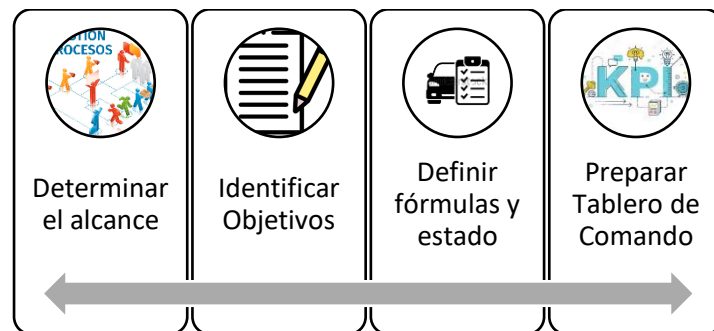


Figura 1. Actividades para obtener Tablero de Comando

Fuente: elaboración propia

Hacer

Se desarrollaron las actividades planificadas

1) Determinar el alcance

El alcance del Tablero de Comando, involucrará a los responsables que gestionan el mantenimiento.

2) Identificar objetivos

En la tabla siguiente, se puede apreciar la definición de los objetivos y

KPI.

Tabla 12. Objetivos y KPI

#	Objetivo	KPI
O1	Evaluar la Gestión de Inspecciones de Mantenimiento	Indicador de Gestión (IGI)
O2	Reducir cantidad de Mantenimientos Correctivos	Indicador Mantenimiento (IMC)
O3	Aumentar el cumplimiento de incidencias	Indicador de cumplimiento (IC)

3) Definir fórmulas y estados por indicador

- Las fórmulas de los indicadores, así como los estados de los indicadores se pueden observar en la tabla siguientes:

Tabla 13. KPI de Mantenimiento

#	Objetivo	Indicador	Fórmula	Estado
O1	Evaluar la Gestión de Inspecciones de Mantenimiento	Indicador de inspección (IM)	$\frac{\text{Nro. Inspecciones realizadas}}{\text{Nro Inspecciones programadas}}$	>85% 70 -85% <70%
O2	Reducir cantidad de Mantenimientos Correctivos	Indicador Cumplimiento (IC)	$\frac{\text{Nro. Mantenim. Correctivos Ejecutados}}{\text{Nro Mantenim Correctivos Programad}}$	>95% 80 -95% <80%
O3	Aumentar el cumplimiento de incidencias	Indicador de Gestión (IGI)	$\frac{\text{Actividades realizadas}}{\text{Actividades programadas}}$	>85% 70 -85% <70%

Fuente: datos de la empresa

4) Preparar Tablero de Comando

Para la preparación del tablero de comando se trabajará con Power BI

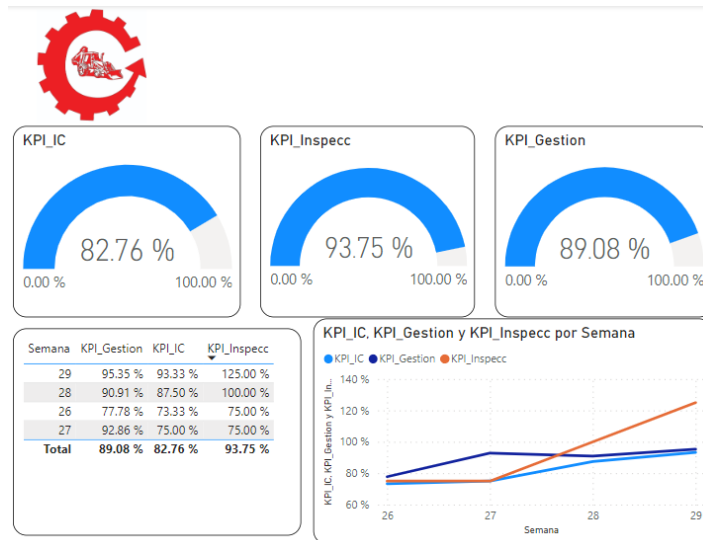


Figura 10. Tablero de Comando

Verificar

Se verificó la actualización de los 3 indicadores propuestos, por el parte del responsable asignado, y los resultados se muestran en forma tabular y gráfica.

Tabla 14. Verificación de KPI actualizados

Evaluación de Registro de Indicadores de Gestión			
Fecha	Nro KPI Propuestos	Nro KPI Actualizados	Resultados
Del 05/06/2023 al 09/06/2023	3	3	100%
Del 12/06/2023 al 18/06/2023	3	3	100%

Fuente: elaboración propia

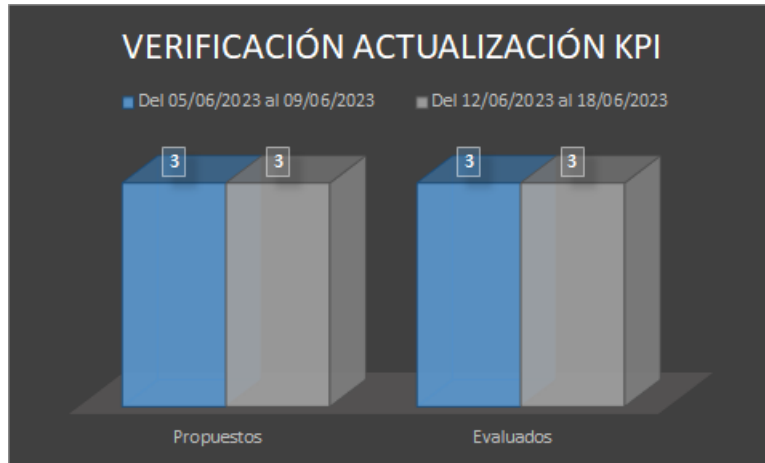


Figura 11. Verificación de actualización de KPI

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados mostrados, se verificó que la actualización se produjo sin inconvenientes



Figura 12. Revisando Tablero de Comando en Laptop

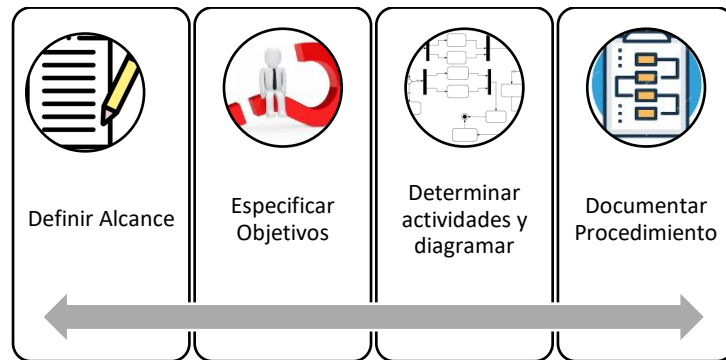
Actuar

Se debe incluir KPI adicionales que ayudan a evaluar la gestión del mantenimiento de manera integral.

B. Preparar Procedimiento

Planear

Estos son los pasos para proceder a la actualización y cumplimiento del procedimiento



Hacer

1) Definir Alcance

El alcance del procedimiento incluye a las personas que realizan el mantenimiento directo de los equipos.

2) Especificar Objetivos:

- Estandarizar las actividades y pasos a seguir para el correcto mantenimiento de las unidades.
- Supervisar la correcta aplicación de las actividades definidas.

3) Definir actividades y diagramar procedimiento

En cuanto a las actividades que involucra cada grupo general tenemos las siguientes cantidades.

Tabla 15. Actividades

	Actividad
1	Inicio Simple
2	Solicitar herramientas
3	Abrir y desentornillar
4	Inspeccionar Cables por Fugas
5	Revisar bomba y freno
6	Verificar válvula de sangrado
7	Inspeccionar cilindro y cromados
8	Revisar válvula
9	Validar mangueras direccionales
10	Chequear rótulas de dirección
11	Comprobar torques de barra de pernos
12	Entornillar y Sellar
13	Fin Simple

Diagramar procedimiento

Se muestran las actividades de revisión de la Dirección de una unidad evaluada

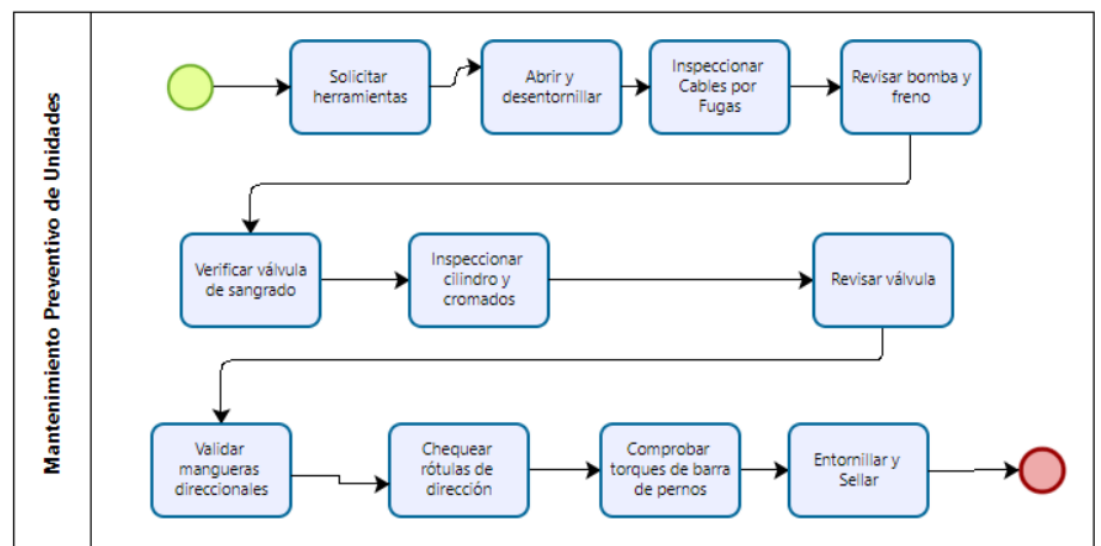


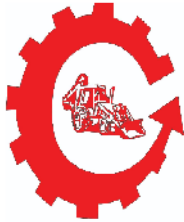
Figura 13.Actividades de la revisión de unidades

Fuente: elaboración propia

En cada una de ellas si se encuentra algún inconveniente se anota una observación para el correctivo respectivo.

4) Documentar procedimiento

Se puede ver en el Anexo 10



PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UNIDADES

Verificar

Se realizó la verificación de la aplicación del procedimiento, los resultados se pueden observar a continuación.

Tabla 16. Verificación de Procedimiento

Verificación de aplicación del procedimiento			
Fecha	Cantidad de Supervisiones	Supervisiones Correctas	Avance
12/06/2023	3	2	67%
14/06/2023	3	3	100%
16/06/2023	3	3	100%

Fuente: elaboración propia

En los últimos dos días, el cumplimiento llegó al 100%, veamos una evidencia de la verificación del cumplimiento del procedimiento.



Figura 14. Supervisando Procedimiento

Actuar: realizar inspecciones aleatorias para verificar cumplimiento de procedimiento

C. Programa de Mantenimiento

Plan:

Se estableció el programa de mantenimiento

Hacer:

Se preparó el plan de mantenimiento, se muestra al programa de mantenimiento

Equipo	Actividad	5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	18-Jun	19-Jun	20-Jun	21-Jun	22-Jun	23-Jun	24-Jun	25-Jun	26-Jun	27-Jun	28-Jun	29-Jun	30-Jun	1-Jul	2-Jul	3-Jul
336D #1	Preparar inspección de equipo																													
	Realizar mediciones																													
	Prepara Análisis y Cambios de Componentes																													
336D #2	Preparar inspección de equipo																													
	Realizar mediciones																													
	Prepara Análisis y Cambios de Componentes:																													
420F2 #1	Preparar inspección de equipo																													
	Realizar mediciones																													
	Prepara Análisis y Cambios de Componentes																													
420F2 #2	Preparar inspección de equipo																													
	Realizar mediciones																													
	Prepara Análisis y Cambios de Componentes																													
420F2 #3	Preparar inspección de equipo																													
	Realizar mediciones																													
	Prepara Análisis y Cambios de Componentes																													
TODOS	Capacitar al personal en desarrollo mantenimiento																													

Figura 15. Programa de mantenimiento

A continuación, se muestra el plan de mantenimiento



PLAN DE MANTENIMIENTO



a. Decisión para aplicar Plan.

La organización desea optimizar recursos usado en el mantenimiento de su flota de unidades.

b. Difusión del Programa de Mantenimiento

Para difundir, la dirección de mantenimiento, capacitará al personal a fin de motivar la colaboración de todos. Bajo la siguiente programación

Tabla 17. Programación para difusión

Fase	Actividad	Fecha	Responsable
1	Enviar mail	23/05/2023	Gerencia Mantenimiento
3	Preparar periódico mural	28/05/2023	Mantenimiento y Diseñadores
4	Difusión de video	30/05/2023	Mantenimiento e Imagen
5	Desarrollar charlas	05/06/2023	Mantenimiento y recursos humanos

c. Conformación de Equipo :

Se conforma de la siguiente manera:

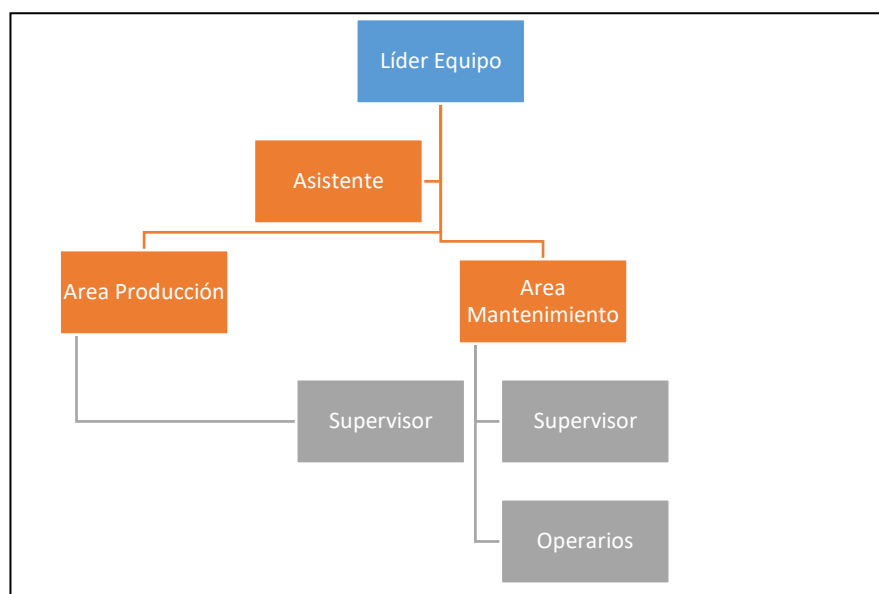


Tabla 18. Equipo

Área	Responsable	Cantidad
Producción	Jefe de mantenimiento	1
	Supervisor	1
Mantenimiento	Responsable (Líder)	1
	Operarios	7

Fuente: elaboración propia

d. Objetivos del Plan

- Establecer un cronograma de actividades y fechas de ejecución.
- Fomentar una cultura del mantenimiento, con involucramiento directo de los colaboradores

e. Definición de Actividades principales del Plan de Mantenimiento

Tabla 19. Fallas para el desarrollo del plan

FALLAS	PLAN
Inspecciones	Definir período de cambios, inspección.
Cambio de componentes y Calibraciones	Definir cambios, de acuerdo a desgaste de unidades.
Capacitación	Capacitar personal y reabastecer

Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Actividades y Componentes a Cambiar



Unidad:	Fecha: / /	Responsable:
Horómetro Anterior:		Horómetro Nuevo

:

ACTIVIDADES	TRABAJOS A REALIZAR	PERSONAL	FRECUENCIA
Revisión de Niveles Revisión refrigerante	Medición	ELECTRICISTA	Inter diario
Cambiar Aceite Cambiar filtro de motor Cambiar filtro de combustible Limpieza filtro de aire	Cambio de componentes	MECANICO	Cada 250 HR
Realizar calibración	Medición	ELECTRICISTA	Cada 500 HR
Cambio de Fajas Cambio de Válvulas Cambio de mangueras hidráulicas	Cambio de componentes	MECANICO	

ACTIVIDADES	TRABAJOS A REALIZAR	PERSONAL	FRECUENCIA
Cambio de Fajas Cambio de Válvulas Cambio de mangueras hidráulicas Aceite Transmisión Diferenciales	Cambio de componentes	MECANICO	Cada 1000 HR
Revisión de Sistema Hidráulico Sistema de refrigeración	Cambio de componentes en función a desgaste	MECÁNICO	Cada 2,000 HR
Sistema Eléctrico	Cambio de componentes en función a desgaste	ELÉCTRICO	

Verificar



Figura 16. Inspeccionando componentes como parte del Plan propuesto

Fuente: elaboración propia

Actuar:

Se necesario llevar a cabo inspecciones aleatorias para determinar el cumplimiento del plan de acuerdo a las actividades y plazos establecidos en el plan respectivo.


D. Incorporación de Checklist

Plan:

Establecer checklist para ejecución y seguimiento de mantenimiento preventivo

Hacer:

Se preparó el CheckList de mantenimiento preventivo, el cual puede ser incluye en el Anexo 09

CHECKLIST MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Actualizado al 30 de Mayo del 2023				
	Código Equipo:	<input type="text"/>	Hora Inicio:	<input type="text"/>
	Horómetro:	<input type="text"/>	Hora Término:	<input type="text"/>
	Fecha :	<input type="text"/>	Responsable:	<input type="text"/>

Verificar

En la figura siguiente se muestra la supervisión de mantenimiento preventivo



Figura 17. Aplicando Checklist

Fuente: elaboración propia

Actuar

Realizar aplicación de CheckList cuando se realice mantenimiento preventivo a las unidades

E. Preparar Programa de Capacitación

Planear

Se preparó un Programa de Entrenamiento con estas actividades:

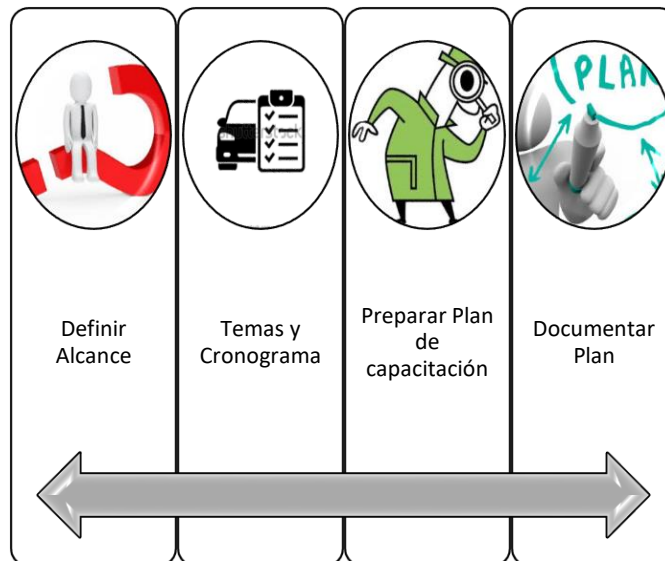


Figura 18. Actividades Plan Capacitación

Hacer

1) Definir Alcance

Alcance

Se aplicará al personal involucrado en el proceso de mantenimiento desde directivos hasta operarios del área.

Objetivos

- Aumentar el rendimiento del personal, brindándoles herramientas para mejora el proceso de mantenimiento

- Difundir el procedimiento actualizado y la importancia de su aplicación.

Temas y Cronograma

Se desarrollará de acuerdo a la siguiente tabla, donde se observan los temas a tratar y

- Herramienta de mejora de proceso
- Nuevo procedimiento

Tabla 21. Temas y Programación

Nº	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	# HORAS	FECHAS
1	Introducción.	1.0	20-26 mayo
2	Indicadores de Gestión	2.0	
3	Supervisiones	4.0	
4	Mejoras del proceso	3.0	
TOTAL		10.0	
Nº	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO	# HORAS	FECHAS
1	Introducción	0.5	02- 04 junio
2	Descripción de actividades	2.5	
3	Seguimiento de procedimiento	2.0	
TOTAL		15.0	

Fuente: elaboración propia

Documentar Plan

Se preparó el plan de capacitación, el cual puede se puede observar en el anexo 08



PROGRAMA DE CAPACITACION EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Fuente: elaboración propia

Verificar

Se procede a la verificación de la ejecución del plan, mediante una constancia

Admiris		REGISTRO DE ASISTENCIA			Ver: 02
DATOS					
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO	(Dirección, distrito, departamento, provincia)		
MINING SUPPORT E.I.R.L.	20604645698	Las palmeras de San Andrés Mz "A" Lote 7 - Trujillo - La Libertad.			
MARCAR <input checked="" type="checkbox"/>					
INDUCCIÓN <input type="checkbox"/>	ENTRENAMIENTO <input type="checkbox"/>	REUNIÓN ORDINARIA/DIATRADINARIA DEL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL <input type="checkbox"/>			
CAPACITACIÓN <input checked="" type="checkbox"/>	PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS <input type="checkbox"/>	OTROS <input type="checkbox"/>			
TEMA: <i>PRÁCTICAS DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS</i>					
NOMBRE DEL CAPACITADOR/ENTRENADOR:					
N° HORAS:	HORAS	Hora Inicio:	Hora Fin:		
	APellidos y nombres de los capacitados	N° DNI	AREA/EMPRESA	MÁQUINA	FIRMA
1	<i>Velasquez Huancá César Yván</i>	<i>73792602</i>		<i>Roto Excavadora</i>	<i>[Firma]</i>
2	<i>Conguachin Carré Dilmer Yovani</i>	<i>74165238</i>		<i>Roto Excavadora</i>	<i>[Firma]</i>
3	<i>Espinoza Sanchez Luis Fernando</i>	<i>70868093</i>		<i>Roto Excavadora</i>	<i>[Firma]</i>
4	<i>Telenho Cabrera Apolito Alvarito</i>	<i>703017825</i>		<i>Roto Excavadora</i>	<i>[Firma]</i>
5	<i>Ulloa Trujillo Xaviera Yestec</i>	<i>70782002</i>		<i>Roto Excavadora</i>	<i>[Firma]</i>

Tabla 22. Asistencia Programado y Ejecutado

Fuente: elaboración propia

Se tuvo una participación de los colaboradores de acuerdo a lo planificado, tal como se aprecia a continuación.



Figura 19. Capacitando al Personal

4.4. Determinación del resultado de la disponibilidad después de implementar la mejora y el efecto entre las variables.

A. Determinación de la disponibilidad posterior a la implementación de la mejora
 Luego de aplicar las mejoras de gestión, se procedió a evaluar el período del mes de junio del 2023, donde los valores obtenidos de los indicadores de disponibilidad se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla 23. Disponibilidad posterior a la mejora de la gestión

No.	EQUIPO	Horas de trabajo	Tiempo de paradas (Hrs)	N° de fallas	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD
1	336D #1	240	12.00	4	3.00	57.00	95.0%
2	336D #2	240	20.50	6	3.42	36.58	91.5%
3	420F2 #1	240	10.52	6	1.75	38.25	95.6%
4	420F2 #2	240	25.50	10	2.55	21.45	89.4%
5	420F2 #3	240	8.00	3	2.67	77.33	96.7%
TOTAL			60.52	26	2.68	49.17	93.62%

Fuente: elaboración propia

Como se puede ver, los valores del MTTR, MTBF y disponibilidad que se obtuvieron fueron: 2.68, 49.17 y 93.96% en los 5 equipos en estudio, destacando el 420F2 #3 con una disponibilidad de 96.7%.

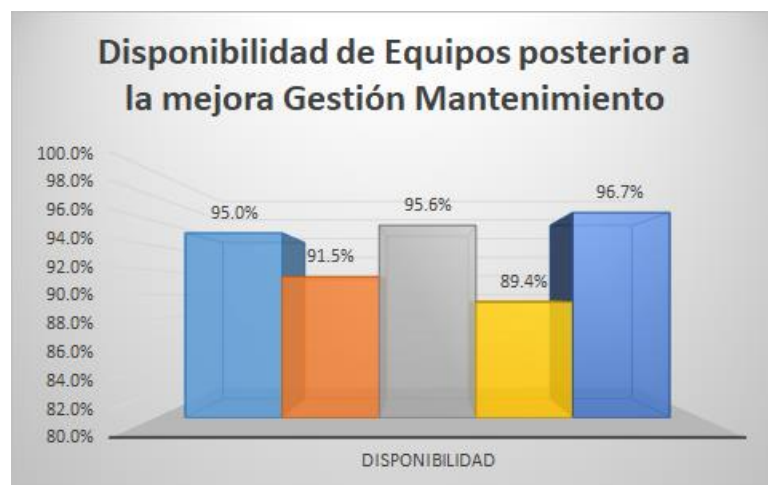


Figura 20. Disponibilidad de mejoras luego de mejoras

Fuente: elaboración propia

B. Efecto de las variables

De acuerdo a las mediciones realizadas, antes de aplicar las mejoras de la gestión de mantenimiento y posterior a las mejoras, cuyos resultados se muestran en la tabla siguiente

Tabla 24. Efecto de la Gestión de Mantenimiento

Medición	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD
Pretest	2.98	29.67	87.77%
Postest	2.68	46.12	93.62%
Efecto	0.30	16.45	5.85%

Fuente: propia

Se tuvo una mejor en promedio en la disponibilidad de 5.85%, pasando de 87.77% y llegando a 96.82%, en el caso del MTTR se produjo una mejora, con una reducción de 0.30 con una reducción de 2.98 a 2.68 y en el caso del MTBF se logró un incremento en el tiempo entre cada reparación de 29.67 hacia 46.12 para cada reparación efectuada y en el caso del MTBF se logró un incremento, entre cada reparación de 16.45.

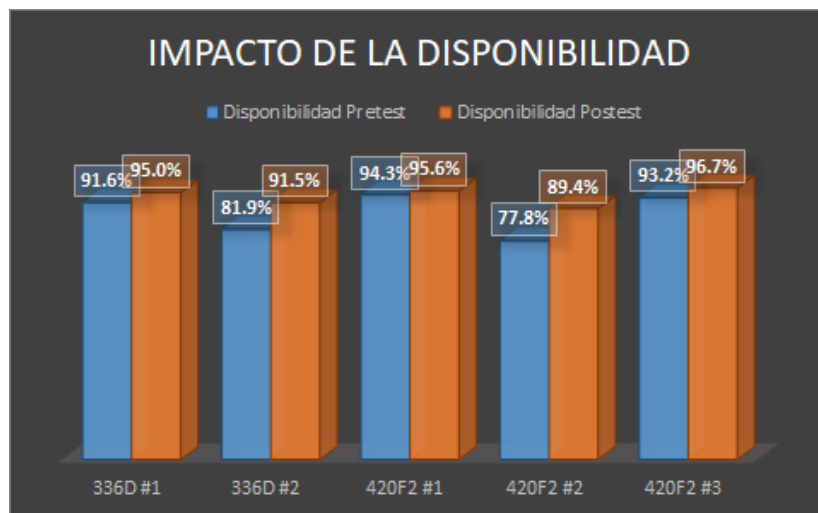


Figura 21. Efecto de la productividad en cada uno de los equipos

Fuente: elaboración propia

En los 5 equipos se muestra un incremento en la disponibilidad, lo que demuestra un efecto positivo luego de la aplicación de las mejoras de la gestión del mantenimiento.

C. Prueba estadística

Prueba de Normalidad

Tabla 25. Normalidad de la disponibilidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PreTest	,853	5	,204
PosTest	,981	5	,940

De acuerdo a las dos mediciones realizadas, el valor de sig (0.204 , 0.940) fue superior a 0.05, lo que indica que siguen una distribución normal, esto sugirió la aplicación, para efectuar la prueba de hipótesis, del estadístico t-student.

Prueba de hipótesis

Hipótesis

H₀: La gestión de mantenimiento NO mejora la disponibilidad de las maquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada.

H_a: La gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de las maquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada.

Aplicación de prueba

Al aplicarse t-student se consiguieron los datos:

Tabla 26. T-student. Prueba Inferencial

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv estándar	Media de error	95% de IC de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Pre_Dis - Pos_Dis	-,05683	,04214	,01885	-,10916	-,00450	-3,015	4	,039

Fuente: SPSS

El valor de significación que se obtuvo fue 0,039, dato que se encuentra en la zona de rechazo ($<0,05$), esto implica rechazar la H_0 , aceptando la H_a , donde: La gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de las maquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada.

V. DISCUSIÓN

La importancia que representa la industria 4.0 en las instituciones de diferentes sectores económicos ha ocasionado que adopten variadas herramientas en sus procesos que desarrollan, con el fin de poder ayudar a la mejora continua de estos procesos, y así poder satisfacer la demanda de sus clientes con niveles de calidad que cubran sus expectativas y así poder fidelizarlos en el tiempo logrando una satisfacción total de sus necesidades.

De acuerdo al objetivo general planteado por el presente estudio que consistió en determinar el efecto de la gestión de mantenimiento en la disponibilidad de las máquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, donde se logró como resultados el aumento de la disponibilidad en, incrementándose una mejor en promedio en la disponibilidad de 5.85%, del MTTR se produjo una mejora, en el caso del MTTR se produjo una mejora, con una reducción de 0.30 para cada reparación efectuada y en el caso del MTBF se logró un incremento, entre cada reparación de 16.45, luego de la aplicación de las mejoras de la Gestión de Mantenimiento, que estuvo basado en el círculo de Deming y en la propuesta de indicadores de rendimiento; lo cual representa coincidencias con el estudio que fue elaborado por Zavaleta (2022), quien también realizó las mejoras aplicando el círculo de Deming obteniendo como resultados, posterior a su aplicación un incremento de 6.6% de la disponibilidad de la flota pesada, así al comparar con la investigación que realizó Valdivieso (2018), coincide en una mejora de la disponibilidad que llegó hasta 70% y el MTBF hasta 65 horas, pero a diferencia de la presente investigación, trabajó con la metodología del RCM en sus unidades vehiculares estudiadas; adicionalmente se tiene el artículo desarrollado por Canahua (2021) quien tiene coincidencias con su propuesta, donde logra una mejora en la disponibilidad de sus equipos de 10.18%, pero existen diferencias en el proceso metodológico propuesto, dado que aplicó el TPM y el desarrollo de sus fases que comprende. En cuanto a las bases conceptuales sobre las cuales se preparó la presente investigación se tuvieron

las propuestas de Acampa (2021) quien indica que la gestión de mantenimiento: es una ciencia que ayuda a la gestión de recursos de mantenimiento, es una manera de administrar, con el fin realizar el mantenimiento de un sistema o equipos, en un funcionamiento normal y de manera correcta y para Dui & Liu (2023) la gestión del mantenimiento se realiza como una mejora de proceso, agregando indicadores de rendimiento como una herramienta de monitoreo y control, con la finalidad de asegurar la disponibilidad de equipos cuando estos sean requeridos, así mismo en cuanto a la disponibilidad Alberti (2020) indica que es la medición que se presenta ante la evaluación del rendimiento para la continuidad de un trabajo específico que realiza una máquina o equipo, todo esto en un tiempo establecido tomando como referencia la confiabilidad y la mantenibilidad; resalta también Silvaa y Pintoa (2020) quienes indican que la disponibilidad posee una estrecha relación con el tiempo del funcionamiento de un activo físico que debe ser aprovechado para poder fabricar un producto o servicio, para poder evitar el desperdicio del tiempo en el que toma por alguna parada que se realiza en cuanto a su mantenimiento.

Para la discusión de los objetivos específicos, se obtuvo:

Para el primer objetivo: que fue el diagnosticar la situación actual de la empresa en cuanto a la disponibilidad de las máquinas, se trabajó con el instrumento brindado por la empresa, que fue la hoja de fallas, la cual permitió evaluar 5 unidades (2 excavadores y 3 retroexcavadoras) y partir del procesamiento de los datos se obtuvo una disponibilidad promedio de 87.77%, así mismo el valor del MTBF calculado fue de 29.67 y el valor calculado del MTTR fue de 2.98 como resultado. Existen coincidencias con los antecedentes mostrados concuerda con la investigación que fue realizada por Canahua (2021), donde analiza la disponibilidad inicial, utilizando la misma técnica de revisión documentaria y un instrumento similar, con los datos entregados por la empresa, y el valor medio calculado que obtuvo fue de 86.7%; también existen

coincidencias con la propuesta que desarrolló Cáceres (2017), quien tomando como base los registros de averías, realizó la tabulación y cálculo de la disponibilidad obteniendo como dato calculado el valor de 67.2% en los equipos revisados, además hay coincidencias con el trabajo desarrollado por el autor Zavaleta (2022) quien aplicó la técnica del análisis documental y al revisar las hojas de paradas, proporcionadas por mantenimiento, obtuvo una disponibilidad media de 89.72% en las unidad de estudio, así mismo obtuvo en el caso del indicador MTTR un valor equivalente a 8.91 y en el caso del indicador MTBF un valor equivalente a 294.74. Para las teorías que se consultaron, se tiene la definición de la disponibilidad de Alberti (2020) quien indica que es la medición que se presenta ante la evaluación del rendimiento para la continuidad de un trabajo específico que realiza una máquina o equipo, todo esto en un tiempo establecido tomando como referencia la confiabilidad y la mantenibilidad; así mismo para IRibeiroa & Godinab (2019), el MTBF es una métrica que se usa para realizar el cálculo del tiempo medio de ocurrencia entre averías o fallas y la siguiente oportunidad es que se presenta una nueva falla o avería y de acuerdo a Cervantes (2019), se conoce como MTTR siendo una forma de medir el tiempo medio requerido, por una determinada falla o avería que se presenta en un equipo determinado de forma intempestiva determinado (Cervantes, 2019).

Para el segundo objetivo, se determinó la gestión de mantenimiento actual en la empresa, mediante el cálculo de 2 indicadores: el de indicador de mantenimiento correctivos obteniendo un promedio de 79.19% en el período de estudio y en el indicador de cumplimiento un valor promedio de 62.75% correspondiente al tiempo revisado; por otra parte, se identificaron 13 causas, con el diagrama de pescado. Esto guarda relación con el estudio de Zavaleta (2018), quien para la priorización de causas que inciden negativamente en la disponibilidad utilizó Pareto, luego de haber definido el total de causas con Ishikawa; también se tiene la propuesta de Cáceres (2018), donde hay coincidencias con el uso del diagrama causa-efecto, el cual le ayudó en la

identificación de las causas que venían afectando a la disponibilidad y usa también Pareto para identificar causas de mayor impacto. Para las bases teórica, en que se sustenta el presente estudio, de acuerdo a Burgasí (2021), el diagrama de Ishikawa, ayuda en la identificación de causas que afectan de manera negativa a un proceso el diagrama tiene 6 bloques, en las que se agrupan las diversas causas existentes, y ayuda a analizar mejor el problema; en cuanto al diagrama de Pareto para Estupiñan (2021) nos ayuda a clasificar causas existentes, que afectan a un proceso, priorizándolas, a fin de determinar su nivel de importancia, en donde regularmente un 20% de ellas, genera un 80% del problema principal que aqueja a un proceso, teniendo como fin el conseguir los mayores beneficios en el proceso que tiene alguna problemática establecida.

Para el tercer objetivo: se diseñó e implementó un Plan de mejora de gestión de mantenimiento para la empresa, para ello se aplicó la metodología del círculo de Deming, desarrollándose las 4 etapas que comprende como parte del mejoramiento del proceso; el estudio tuvo como resulta la propuesta de 3 mejoras, que primero tuvieron su planificación, posteriormente fueron ejecutadas y se verificó su cumplimiento, estas mejoras fueron: elaboración y estandarización del procedimiento del proceso, desarrollo de indicadores de gestión los cuales forma parte del tablero de comando y un plan de capacitación para brindar herramientas a los colaboradores y mejoren su desempeño. Se tiene coincidencias con la investigación desarrollada por Cáceres (2018) y Zavaleta (2022) quienes aplicaron el círculo de Deming, proponiendo mejoras, pero también hay diferencias con Canahua (2018), quien propuso como metodología al TMP, aplicando los 8 pilares que propone. Para la base teórica el autor Nguyen (2020) indica que el ciclo de Deming apoya a un proceso para realizar una buena gestión de mantenimiento, menciona en el que definen a este círculo de la calidad o mejor dicho el ciclo de PHVA como un valioso método para poder lograr una mejora continua de un proceso determinado que busca mejorar la calidad y productividad del mismo y está basado en el desarrollo de 4 sencillos pasos.

Finalmente, en la determinación del resultado de la disponibilidad después de implementar la mejora y el efecto entre las variables, se usó la hoja de incidencias, brindada por la empresa, obteniendo una mejora en el promedio en la disponibilidad de 5.85%, pasando de 86.7% y llegando a 96.82%, en el caso del MTTR se produjo una mejora, con una reducción de 0.30 con una reducción de 2.98 a 2.68 y en el caso del MTBF se logró un incremento en el tiempo entre cada reparación de 29.67 hacia 46.12. Con respecto a los antecedentes existen coincidencias con Canahua (2021), quien luego de analizar la disponibilidad inicial en su propuesta, y posterior a la aplicación de su mejoras, logró un dato de 96.64%, obtenido desde los registros brindados por la empresa; esto también coincide con el estudio desarrollado por Gonzales (2017), quien en base a la revisión de incidencias registradas por el área de mantenimiento, obtuvo un 92.4% de disponibilidad de los equipos investigados y hay coincidencias con el estudio realizado por Zavaleta (2023) que obtuvo un 96.32% de disponibilidad posterior a las mejoras aplicadas. Para las teorías que se consultaron, se tiene la definición de la disponibilidad de Alberti (2020) quien indica que es la medición que se presenta ante la evaluación del rendimiento para la continuidad de un trabajo específico que realiza una máquina o equipo, todo esto en un tiempo establecido tomando como referencia la confiabilidad y la mantenibilidad; así mismo para IRibeiroa & Godinab (2019), el MTBF es una métrica que se usa para realizar el cálculo del tiempo medio de ocurrencia entre averías o fallas y la siguiente oportunidad es que se presenta una nueva falla o avería y de acuerdo a Cervantes (2019), se conoce como MTTR siendo una forma de medir el tiempo medio requerido, por una determinada falla o avería que se presenta en un equipo determinado de forma intempestiva determinado (Cervantes, 2019).

VI. CONCLUSIONES

Se determinó el efecto de la gestión de mantenimiento en la disponibilidad de las máquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada, lográndose un incremento en la disponibilidad de la flota de unidades en estudio de 4.3%.

Se diagnosticó la situación actual de la empresa en cuanto a la disponibilidad de las máquinas, la cual permitió evaluar las 5 unidades (2 excavadores y 3 retroexcavadoras) y luego del procesamiento de los datos se obtuvo una disponibilidad promedio de 87.77%, así mismo el valor del MTBF calculado fue de 29.67 y el valor calculado del MTTR fue de 2.98 como resultado

Se determinó la gestión de mantenimiento actual en la empresa, obteniéndose para el de indicador de mantenimiento correctivo un promedio de 79.19% en el período de estudio y en el indicador de cumplimiento un valor promedio de 62.75% correspondiente al tiempo revisado; por otra parte, se identificaron 13 causas, con el diagrama de pescado, priorizándose 7 de ellas con Pareto.

Se diseñó e implementó un Plan de mejora de gestión de mantenimiento para la empresa, el plan estuvo conformado por 3 mejoras, las mismas que se implementaron y fueron verificadas en su cumplimiento.

Se determinó el resultado de la disponibilidad después de implementar la mejora y el efecto entre las variables obteniendo una mejora en el promedio en la disponibilidad de 5.85%, pasando de 87.77% y llegando a 96.82%, en el caso del MTTR se produjo una mejora, con una reducción de 0.30 con una reducción de 2.98 a 2.68 y en el caso del MTBF se logró un incremento en el tiempo entre cada reparación de 29.67 hacia 46.12.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. A responsable de mantenimiento, se le recomienda, asignar a un colaborador, para monitorear el cumplimiento de las mejoras que se ha propuesto a fin de mantener y mejorar la disponibilidad de forma permanente .
- 7.2. Al responsable de mantenimiento, se le recomienda difundir los valores obtenidos en el tablero de comando e indicadores de gestión de manera semanal, así mismo agregar indicadores adicionales que le permitan realizar un monitoreo integral del proceso.
- 7.3. Al Supervisor de la gestión del mantenimiento, se le recomienda evaluar en forma periódica el tablero de comando con los indicadores de gestión propuestos, y discutir los resultados con los involucrados en el proceso de mantenimiento.
- 7.4. Al responsable delegado, efectuar revisiones aleatorias y con una frecuencia quincenal, preparando informes para el responsable del área, resaltando los posibles inconvenientes encontrados.

REFERENCIAS

1. *A new model for reliability-centered maintenance prioritisation of distribution feeder.* **Afzali, Peyman y Keynia, Farshid.** 2019, pág. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040>.
2. —. **Peyman, Afzalia y Farshid, Keynia.** 15, s.l. : Elsevier, Energy, Vol. 171, pág. **2019.** <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040>.
3. *A review on the identification of total productive maintenance critical success factors for effective implementation in the manufacturing sector.* **Chaurey, Sudhir y Kalpande, Shyamkumar.** Journal of Quality in Maintenance Engineering; Bradford, págs. 2023. <https://doi.org/10.1108/JQME-11-2020-0118>.
4. *A Study on Time and Motion to Increase the Efficiency of a Shoe Manufacturing Company.* **Andrade, Adrián.,** Información tecnológica, 2019. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083> .
5. *Analysis of the Application of the PDCA cycle in Processes of Capture and Retention of students in a Faculty of Manaus.* **Bittencourt, Clivert,** BJD 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-596>.
6. *APLICABILIDAD DE LA CRITICIDAD EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.* **Cervantes, Yam.** PDM, 2019. DOI: 10.35992/mlspdm.v1i1.168.
7. *Application of the Six Sigma Methodology to reduce the variability of quality in the production of yarn for Flat Weaving.* **Banda, Lorena.** GDEON, 2021. <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.149>.
8. *Assessment of the Maintenance Management in Hospitals of the Ecuadorian Institute of Social security of Zona 3 of Ecuador.* **Viscaíno, Mayra.** Ingenius, 2019 pág. <https://doi.org/10.17163/ings.n22.2019.06>.
9. **Caceres, Claudio.** Repositorioacademico.upc.edu.pe. *Propuesta de mejora de la eficiencia global de los equipos orientado en el TPM para una empresa envasadora de bebida gasificada no alcohólica.* 2018. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623002/CACERES_CC.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

10. *Continuous improvement of the editorial process.* **Piscoya, Alejandro.** Revista de Gastroenterología del Perú, 2019. ISSN 1022-5129.
11. *CONTRIBUTION OF MAINTENANCE FOCUSED ON RELIABILITY FOR THE STUDY OF FAILURES TO ELECTRICAL ENERGY CONSUMER EQUIPMENT.* **Espinosa, José.** Centro Azúcar, págs. 2020. ISSN 2223-4861.
12. *Diagnóstico de la aplicación del ciclo PHVA según la ISO 9001:2015 en la empresa INCARPALM.* **Salazar, Juan.** CEIT, págs. 2020. DOI: 2. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.6-1.440>.
13. *Does wage reflect labor productivity? A comparison between Brazil and the United States.* **Gori, A. y Sakamoto, A.** Brazilian Journal of Political Economy, 2018. 629- 649. ISSN 1809-4538.
14. *Existing assets maintenance management: Optimizing maintenance procedures and costs through BIM tools.* **Salzano, Antonio y Acampa, Giovanna.** Seattle : Amazon Digital, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104788>.
15. **FORBES.** www.worldenergytrade.com. *En 2020, el sector minero de EE.UU. produjo 82.300 millones de dólares en minerales.* 2021. <https://www.worldenergytrade.com/metales/mineria/en-2020-el-sector-minero-de-ee-uu-produjo-82-300-millones-de-dolares-en-minerales>.
16. *General problem-solving method and Ishikawa Diagram in the analysis of the effects of femicides in the family environment.* **Gallegos, Simón.** Conrado, 2021. ISSN 1990-8644.
17. *Implementation of the TPM-Lean Manufacturing Methodology to Improve the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Spare Parts Production at a Metalworking Company.* **Canahua, Noemí.** Production and Managment, 2021. ISSN: 1810-9993.
18. *Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of the availability of an automotive production line.* **IRibeiroa, I y Godinab, R.** 1, Procedia Manufacturing, 2019. Vol. 38, págs. 574-1581.
19. *Importance of a quality management system at the university of medical sciences.* **Menéndez, Arturo.** Revista Archivo Médico de Camagüey, 2018, págs. ISSN 1025-0255.

20. *Importance of the preparation of academics in the implementation of scientific research.* **Estupiñán, Jesús.** Conrado, 2021. 12-21. ISSN 1990-8644.
21. *Lean methodology for reduction of non-conforming parts, detected by quality control, prior to delivery.* **Mirand, Wendel.** Alpha Centauri, 2021. pág. <https://doi.org/10.47422/ac.v2i3.52>.
22. *Maintenance Management Model under the TPM approach to Reduce Machine Breakdowns in Peruvian Giant Squid Processing SMEs.* **Galesi, A y Velarde, A.** IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 10.1088/1757-899X/796/1/012006.
23. —. **Galesi, A y Velarde, A.** IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. DOI:10.1088/1757-899X/796/1/012006.
24. *Methodology for maintenance management based on diagnostic criteria.* **Díaz, Armando y Villar, Leisis.** DIALNET, 2019. ISSN: 0012-7353.
25. *Metodología de la investigación.* **Hernandez, Roberto y Mendoza, R.** México: McGraw-Hill. 2018.
26. *MODEL OF MANAGEMENT OF MAINTENANCE FOCUSED IN THE EFFICIENCY AND OPTIMIZATION OF THE ELECTRIC POWER.* **Verena, JOSÉ.** Ciencias básicas, . 2016. ISSN : 2343-6468.
27. *Improvements to enhance the availability of the light aquatic units.* **Lavado, C.** Ingeniería Mecánica, 2020. ISSN 1815-5944.
28. *Nota de Prensa.* **INEI.** Instituto Nacional de Estadística e informática. 2022. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-122-2022-inei.pdf>.
29. *PDCA CYCLE A QUALITY TOOL FOR IMPROVEMENT IN SERVICES.* **Chiuchi, Rosemary.** INTERFACE TECNOLÓGICA, 2021. <https://doi.org/10.31510/infa.v18i1.1122>.
30. *Plan de reducción de gastos operativos y su incidencia en la rentabilidad de la empresa Neomotors SAC, de la ciudad de Trujillo.* **Esquivel Medrano, R y Lecca Basauri, V.** Repositorio de la Universidad Privada del Norte. 2018,
31. *Plan do check action (PDCA) method: literature review.* **Isnía, Sarah y Hardi, Humiras.** Jurnal Sistem dan Manajemen Industri, 2020.

- <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>.
32. *Practical Application of Plan–Do–Check–Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study*. **Nguyen, Nam**. 2020. <https://doi.org/10.3390/app10186332>.
 33. *Quality management system for the research process: university of Otavalo, Ecuador*. **Becerra, Francisco**. Actualidades Investigativas, 2019. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v19i1.35235>.
 34. **SONAMI**. www.sonami.cl. *INFORMACIÓN DE LA MINERÍA*. 2021. <https://www.sonami.cl/v2/informacion-de-la-mineria/#:~:text=EN%20NUESTRAS%20VIDAS-,MINER%C3%8DA%20DE%20CHILE%20EN%20CIFRAS,de%20nitratos%20naturales%20y%20yodo..>
 35. *The Computerized Maintenance Management System An essential Tool for World Class Maintenance*. **Wienker, Michael**. Procedia Engineering, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.100>.
 36. *THE ISHIKAWA DIAGRAM AS A QUALITY TOOL IN EDUCATION. A REVIEW OF THE LAST 7 YEARS: LITERATURE REVIEW*. **Burgasí, Dayanara**. TAMBARA, 2021, DOI:1212-1230. ISSN 2588-0977.
 37. *TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study*. **Pinto, G**. Science Direct, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>.
 38. —. **Silvaa, F y Pintoa, G**. Procedia Manufacturing, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>.
 39. *Using data mining technology to explore causes of inaccurate reliability data and suggestions for maintenance management*. **Dui, Hongyan y Liu, Meng**. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109383>.
 40. **Valdiviezo, Gilmer**. <http://dspace.unitru.edu.pe>. 2018. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10138>.
 41. **Zavaleta, Claudia**. Gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de la flota de transporte de mineral de una minera aurífera, 2022. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33503?locale-attribute=es>

ANEXOS

ANEXO 01: AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo **Rojas Ramos, Olguin Erasmo**
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
identificado con DNI **19704446**..., en mi calidad de **Gerente**
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
del área de **mantenimiento de equipos**
(Nombre del área de la empresa)
de la empresa **Multiservicios Olguin**
(Nombre de la empresa)
con R.U.C N° 10197044468....., ubicada en la ciudad de Trujillo.....


OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor (a, ita,) **Ruiz Rojas, Alexis Arnold**.....
(Nombre completo del o los estudiantes)
Identificado(s) con DNI N°... **45732546**....., de la (x) Carrera profesional de Ing. Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa:
Información relacionada al área de mantenimiento de equipos, con la finalidad de que pueda desarrollar su trabajo de investigación
.....
(Detallar la información a entregar)

(x) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

(x) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
()-Mencionar el nombre de la empresa.


Firma y sello del Representante Legal

DNI: 19704446

.....
Rojas Ramos Olguin E.
TITULAR GERENTE

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

.....
Firma del Estudiante

DNI:

ANEXO 02: SOLICITUD DE USO DE INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Trujillo , 25 de octubre de 2022

Señor (a):
Rojas Ramos , Olguin Erasmo
Gerente
Multiservicios Olguin
Presente.-

Es grato dirigirme a usted para saludarlo, y a la vez manifestarle que dentro de mi formación académica en la experiencia curricular de investigación del IX ciclo, se contempla la realización de una investigación con fines netamente académicos.

En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su colaboración, para que pueda realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar la investigación titulada: "Gestión de mantenimiento para mejorar la Disponibilidad de las maquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada". En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información y publicación, en caso que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

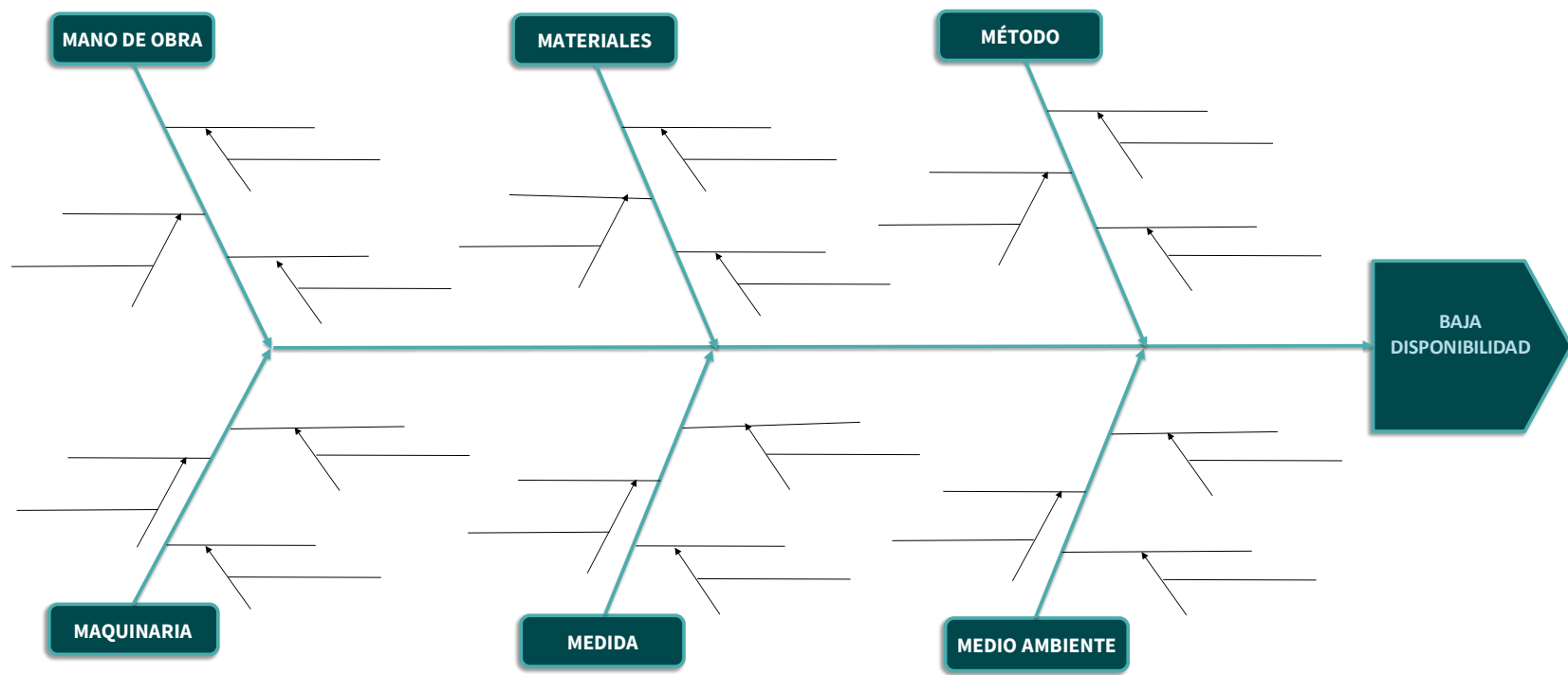
Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



ALEXIS ARNOLD RUIZ ROJAS
DNI: 45732546

**ANEXO 03.3 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA INVESTIGACIÓN DISPONIBILIDAD –
DIAGRAMA DE ISHIKAWA**



**ANEXO 03.4 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN VARIABLE INDEPENDIENTE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA INVESTIGACIÓN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO– CHECK
 LIST DE DIAGNÓSTICO**

ITEM	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	
		SI	NO
NORMA BASE ISO 9001			
NORMA BASE ISO 55000 - NORMAS DE LA GESTION DE ACTIVOS			
NORMA BASE ISO 16646 - MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS FISICOS			
TOTAL			

**ANEXO 03.6 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA INVESTIGACIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO
– CHECK LIST DE CUMPLIMIENTO**

CHECK LIST DE CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS DEL PLAN DE MEJORA								
Nombre del Responsable:				Fecha:				
Área:								
ITEM	EQUIPO PRINCIPAL	COMPONENTE	ACTIVIDADES PLANIFICADAS (AP)	ESTADO: REALIZADO <input checked="" type="checkbox"/> NO REALIZADO <input type="checkbox"/>	EJECUTADO POR:	HORA INICIAL:	HORA FINAL:	OBSERVACIONES:
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
ELABORADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:		

ANEXO 03.7 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA INVESTIGACIÓN MANTENIMIENTO PREVENTIVO – HOJA DE REGISTRO DE LA EMPRESA

FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE MAQUINARIA Y EQUIPO	FORMATO: MN-06-20
	VERSIÓN : 1
	ACTUALIZACION:2020-02-01
	1 DE 1

Fecha: _____ No. De maquina/Equipo: _____

Nombre del equipo: _____

Marca: _____ Modelo: _____ Serie: _____

Tipo de mantenimiento: Preventivo Correctivo Revisión

Nombre quien realiza el mantenimiento: _____

Revisiones efectuadas	B	R	M	N.A	N.T.
Sistema de alimentación eléctrico					
Sistema neumático					
Ultrasonido					
Suministro de aire					
Tensores de los elásticos					
Tiempos					
Calor					
Frecuencia					
Altura					
La válvula reductora de presión					
Filtro de aire y regulador de presión trampa de agua					
Interruptor de encendido/ apagado					
Rodamientos					
Sistema automatizado					
Sensores infrarrojos					
Sistema de corte					
Puesta en marcha					

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO: _____

REPUESTOS O PARTES: _____

Funcionando Correctamente Fuera de Servicio Pendiente de Repuesto

Firma quien realiza el mantenimiento
Cargo:

Firma quien recibe
Cargo:

ANEXO 04 CERTIFICADOS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE JUICIO DE EXPERTOS



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO/ DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO							
Dimensión 1: Plan de Mantenimiento $IC = \frac{AR}{AP} \times 100\%$ IC= Índice de Cumplimiento AR = Cantidad de Actividades realizada AP= Cantidad de actividades planificadas	x		x		x		-
Dimensión 2: Mantenimiento preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ Donde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo NMPE= Número de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados.	x		x		x		-
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD							
Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$ Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		-
Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones $MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		-

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Jose La Rosa Zeña Ramos DNI: 17533125

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial / Docente investigador

¹Pertinencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
²Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

27 de noviembre del 2022



Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO/ DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS**

VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO							
Dimensión 1: Plan de Mantenimiento $IC = \frac{AR}{AP} \times 100\%$ IC= Índice de Cumplimiento AR = Cantidad de Actividades realizada AP= Cantidad de actividades planificadas	x		x		x		Ninguna
Dimensión 2: Mantenimiento preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ Donde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo NMPE= Número de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados.	x		x		x		Ninguna
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD							
Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$ Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		Ninguna
Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones $MTRR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		Ninguna

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Montoya Cárdenas Gustavo Adolfo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial – Docente investigador

¹**Pertinencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
²**Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

28 de noviembre del 2022



GUSTAVO ADOLFO MONTAYA CÁRDENAS
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 144806

Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO/ DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS**

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO							
Dimensión 1: Plan de Mantenimiento $IC = \frac{AR}{AP} \times 100\%$ IC= Índice de Cumplimiento AR = Cantidad de Actividades realizada AP= Cantidad de actividades planificadas	x		x		x		Sin Sugerencia
Dimensión 2: Mantenimiento preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ Donde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo NMPE= Número de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados.	x		x		x		Sin Sugerencia
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD							
Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$ Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		Sin Sugerencia
Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones $MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		Sin Sugerencia

Observaciones (precisar si hay suficiencia): es pertinente Si

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Jaime Enrique Molina Vilchez/Docente Investigador
DNI:06019540

Especialidad del validador: Ingeniero industrial CIP 100497

¹Pertinencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
²Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

29 de noviembre del 2022



Firma del Experto Informante.

ANEXO 05 DATA DE MTBF Y MTTR Y DISPONIBILIDAD PARA LAS MAQUINARIAS

CALCULO DE INDICADOR DE TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS - EXCAVADORA					
RESPONSABLE:		Alexis Ruiz		FECHA:	
CARGO:		Jefe de Equipos		ACTIVIDAD:	
NOMBRE DEL INDICADOR		TÉCNICA		FÓRMULA	
Tiempo Medio de Falla (MTBF)		Revisión documental			
TIPO DE MAQUINARIA		CANTIDAD		TIPO DE MAQUINARIA	
Excavadoras		3		Retroexcavadora	
CANTIDAD				2	
MES	Muestra	Fecha	MAQUINARIA	TIEMPO PROGRAMADO DE TRABAJO	FRECUENCIA DE FALLAS
Set-22	1	1-Set-22	PC300 #1	8	0
	2	2-Set-22	PC300 #1	8	1
	3	3-Set-22	PC300 #1	8	0
	4	4-Set-22	PC300 #1	8	0
	5	5-Set-22	PC300 #1	8	1
	6	6-Set-22	PC300 #1	8	0
	7	7-Set-22	PC300 #1	8	1
	8	8-Set-22	PC300 #1	8	0
	9	9-Set-22	PC300 #1	8	1
	10	10-Set-22	PC300 #1	8	1
	11	11-Set-22	PC300 #1	8	0
	12	12-Set-22	PC300 #1	8	0
	13	13-Set-22	PC300 #1	8	0
	14	14-Set-22	PC300 #1	8	0
	15	15-Set-22	PC300 #1	8	0
	16	16-Set-22	PC300 #1	8	0
	17	17-Set-22	PC300 #1	8	1
	18	18-Set-22	PC300 #1	8	0
	19	19-Set-22	PC300 #1	8	0
	20	20-Set-22	PC300 #1	8	1
	21	21-Set-22	PC300 #1	8	0
	22	22-Set-22	PC300 #1	8	0
	23	23-Set-22	PC300 #1	8	0
	24	24-Set-22	PC300 #1	8	0
	25	25-Set-22	PC300 #1	8	0
	26	26-Set-22	PC300 #1	8	0
	27	27-Set-22	PC300 #1	8	0
	28	28-Set-22	PC300 #1	8	0
	29	29-Set-22	PC300 #1	8	0
	30	30-Set-22	PC300 #1	8	0
PROMEDIO				240.00	7.00
MTBF - SETIEMBRE					34.28571429
Elaborado por: Alexis Ruiz				Revisado y Aprobado por: Olguin Rojas Ramos	
Cargo: Jefe de Equipos				Cargo: Gerente General	

CALCULO DE INDICADOR DE TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS - EXCAVADORA					
RESPONSABLE:		Alexis Ruiz		FECHA:	5/05/2023
CARGO:		Jefe de Equipos		ACTIVIDAD	Alquiler de maquinaria pesada
NOMBRE DEL INDICADOR		TÉCNICA		FÓRMULA	
Tiempo Medio de Falla (MTBF)		Revisión documental			
TIPO DE MAQUINARIA		CANTIDAD	TIPO DE MAQUINARIA		CANTIDAD
Excavadoras		3	Retroexcavadora		2
MES	Muestra	Fecha	MAQUINARIA	TIEMPO PROGRAMADO DE TRABAJO	FRECUENCIA DE FALLAS
Oct-22	31	1-Oct-22	PC300 #1	8	0
	32	2-Oct-22	PC300 #1	8	0
	33	3-Oct-22	PC300 #1	8	0
	34	4-Oct-22	PC300 #1	8	0
	35	5-Oct-22	PC300 #1	8	0
	36	6-Oct-22	PC300 #1	8	0
	37	7-Oct-22	PC300 #1	8	0
	38	8-Oct-22	PC300 #1	8	1
	39	9-Oct-22	PC300 #1	8	0
	40	10-Oct-22	PC300 #1	8	1
	41	11-Oct-22	PC300 #1	8	0
	42	12-Oct-22	PC300 #1	8	1
	43	13-Oct-22	PC300 #1	8	0
	44	14-Oct-22	PC300 #1	8	0
	45	15-Oct-22	PC300 #1	8	1
	46	16-Oct-22	PC300 #1	8	0
	47	17-Oct-22	PC300 #1	8	0
	48	18-Oct-22	PC300 #1	8	0
	49	19-Oct-22	PC300 #1	8	0
	50	20-Oct-22	PC300 #1	8	1
	51	21-Oct-22	PC300 #1	8	1
	52	22-Oct-22	PC300 #1	8	0
	53	23-Oct-22	PC300 #1	8	0
	54	24-Oct-22	PC300 #1	8	0
	55	25-Oct-22	PC300 #1	8	0
	56	26-Oct-22	PC300 #1	8	0
	57	27-Oct-22	PC300 #1	8	0
	58	28-Oct-22	PC300 #1	8	0
	59	29-Oct-22	PC300 #1	8	0
	60	30-Oct-22	PC300 #1	8	0
	61	31-Oct-22	PC300 #1	8	0
TOTAL		0.00	248.00	6.00	
MTTBF - OCTUBRE					41.33333333
Elaborado por: Alexis Ruiz				Revisado y Aprobado por: Olguín Rojas Ramos	
Cargo: jefe de Equipos				Cargo: Gerente General	

ANEXO 06. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 27: Matriz de operacionalización de las variables del proyecto

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Mejora de la Gestión de Mantenimiento	es una ciencia que ayuda a la gestión de recursos de mantenimiento, es una manera de administrar, con el fin realizar el mantenimiento de un sistema o equipos, en un funcionamiento normal y de manera correcta (Salzano & Acampa, 2021)	Está basado en el seguimiento de las mejoras del proceso y la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo	Plan de mejora de Mantenimiento	IC= Índice de Cumplimiento $IC = \frac{AR}{AP} \times 100\%$ AR: Cantidad de Actividades realizada AP: Cantidad de actividades planificadas	Razón
			Mantenimiento preventivo	TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ NMPE= Cantidad mantenimiento preventivos ejecutados n= Cantidad mantenimiento preventivos programados.	
Disponibilidad	viene a ser la medición que presenta ante la evaluación del rendimiento para la continuidad de un trabajo específico que realiza una máquina o equipo, todo esto en un tiempo establecido tomando como referencia la confiabilidad y la mantenibilidad (Alberti, 2020).	Se mide en base a los indicadores del MTBF y del MTTR	Tiempo medio para poner en marcha (MTBF)	$MTBF = \frac{TBF}{n}$ TBF: Horas Totales Paradas n: Número de paradas	Razón
			Tiempo medio entre Paradas (MTTR)	$MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ TTR: Horas Totales del Periodo n: Cantidad de Paradas	Razón
			Disponibilidad	$D\% = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ MTBF: Tiempo medio para poner en marcha equipo MTTR: Tiempo medio entre paradas	Razón

Fuente :Elaboración propia



PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

APROBACIÓN:05/06/2023

Versión: 1.0



**PROCEDIMIENTO PARA
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
UNIDADES**





PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

APROBACIÓN:05/06/2023

Versión: 1.0

1 ALCANCE

El alcance del procedimiento incluye a las personas que realizan el mantenimiento directo de los equipos.

2 OBJETIVOS

- Estandarizar las actividades y pasos a seguir para el correcto mantenimiento de las unidades.
- Supervisar la correcta aplicación de las actividades definidas



PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

APROBACIÓN:05/06/2023

Versión: 1.0

3. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

	Actividad
1	Inicio Simple
2	Solicitar herramientas
3	Abrir y desentornillar
4	Inspeccionar Cables por Fugas
5	Revisar bomba y freno
6	Verificar válvula de sangrado
7	Inspeccionar cilindro y cromados
8	Revisar válvula
9	Validar mangueras direccionales
10	Chequear rótulas de dirección
11	Comprobar torques de barra de pernos
12	Entornillar y Sellar
13	Fin Simple

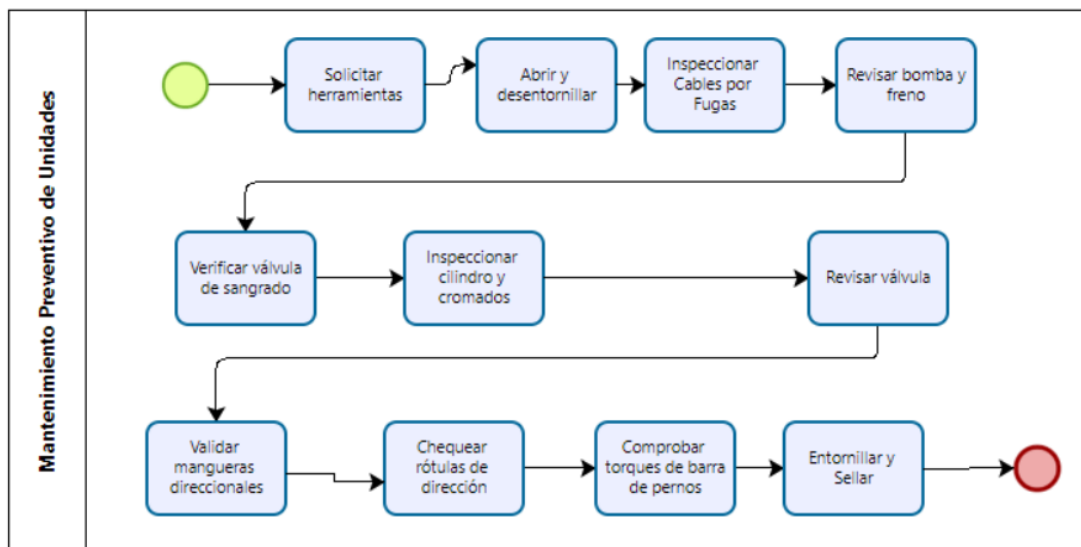


PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

APROBACIÓN: 05/06/2023

Versión: 1.0

4. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES



5. SUGERENCIAS ADICIONALES

Efectuar inspecciones aleatorias procedimiento

Difundir procedimiento al personal involucrado.

6. COMUNICACION

Comunicaciones al mail: mantenimiento@superpro.com

ANEXO 08. PLAN DE CAPACITACIÓN



PROGRAMA DE CAPACITACION EN
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO



PROGRAMA DE CAPACITACION EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO





PROGRAMA DE CAPACITACION EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

1 ALCANCE

Se aplicará al personal involucrado en el proceso de mantenimiento desde directivos hasta operarios del área.

2 OBJETIVOS

- Aumentar el rendimiento del personal, brindándoles herramientas para mejora el proceso de mantenimiento
- Difundir el procedimiento actualizado y la importancia de su aplicación



**PROGRAMA DE CAPACITACION EN
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

3. TEMAS Y CRONOGRAMA

Nº	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	# HORAS	FECHAS
1	Introducción.	1.0	20-26 mayo
2	Indicadores de Gestión	2.0	
3	Supervisiones	4.0	
4	Mejoras del proceso	3.0	
TOTAL		10.0	
Nº	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO	# HORAS	FECHAS
1	Introducción	0.5	02- 04 junio
2	Descripción de actividades	2.5	
3	Seguimiento de procedimiento	2.0	
TOTAL		15.0	


4. SUGERENCIAS ADICIONALES

El material debe ser digital

5. COMUNICACION

Comunicaciones al mail: mantenimiento@superpro.com

ANEXO 09. CHECKLIST DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Actualizado al 30 de Mayo del 2023			
	Código Equipo:	<input type="text"/>	Hora Inicio:
	Horómetro:	<input type="text"/>	Hora Término:
	Fecha :	<input type="text"/>	Responsable:
ANTES DE DETENER Y BLOQUEAR EL EQUIPO:		ESTADO / REALIZADO	
		OK	FALLA
1	Redactar IPERC, formato de bloqueo y trabajo en altura.		
2	Lavado general del equipo.		
3	Funcionamiento de controles, volante de dirección y pedales.		
4	Hacer prueba de juego de bearings de dirección, levante, barra estabilizadora y central.		
5	Medición de Tercera carrera de Vástago de Cilindro de levante (620 mm).		
6	Inspeccionar en busca de ruidos anormales, fugas y/o elementos sueltos en motor diesel, sistema hidráulico, frenos y dirección.		
7	Tomar muestra de aceite de motor diesel, mientras este funciona en ralentí.		
8	Test de Luces de advertencia de Motor		
BLOQUEO Y SEÑALIZACION:		ESTADO / REALIZADO	
		OK	FALLA
1	Bloqueo del sistema eléctrico.		
2	Hacer prueba de arranque para asegurar correcto bloqueo.		
3	Delimitar y señalizar área de trabajo.		
TOMA DE MUESTRAS		ESTADO / REALIZADO	
		OK	FALLA
1	Tomar muestras y verificar nivel de aceite de motor diesel, hidráulico, ruedas delanteras, reductores de motores de tracción.		
OBSERVACIÓN			

MOTOR DIESEL		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIÓN
		OK	FALLA	
1	Revisar estado de mangueras y cañerías de motor (aire, aceite, refrigerante, combustible).			
2	Cambiar aceite de motor diesel y filtros de aceite de excavadora o retroexcavadora - Realizar limpieza de los discos del centrífugo. - Verificar el giro del motor hidráulico.			
3	Inspeccion de saturacion de filtros de aire, cambie si la condicion lo requiere, abra tapas inferiores de precleaners.			
4	Cambiar filtros de combustible			
5	Eliminar fugas de aire, gases de combustion, aceite, refrigerante.			
6	Estado de abrazaderas y ductos de admision y escape.			
7	- Revisar estado de ventilador, guarda y tension de faja - Revisar topes de Radiador - Revisar mangueras de Radiador Clutch, de acuerdo al tipo de perno utilizado:			
8	Inspeccionar aftercoolers (enfriador de aire), revisar fisuras en carcasas			
9	Inspeccionar fugas de aceite por válvulas			
10	Lubricación de soporte delantero del Motor			
11	Inspeccionar soportes del Motor			
12	Inspeccionar bomba de agua y bomba de combustible			
13	Medir juego axial y radial de los turbos de alta y baja (se adjunta formato)			
14	Revisar saturación de filtros de aire			
15	Limpieza del pre-filtro de aire de motor diesel			
16	Limpiar caja de filtros ciclónicos y verificar estado de filtros			
17	Inspeccione correcto sellado de tapa de radiador.			
18	Medir juego axial del cigüeñal.			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad de los Asesores

Nosotros, ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesores de Tesis Completa titulada: "Gestión de mantenimiento para mejorar la Disponibilidad de las maquinas en una empresa de alquiler de maquinaria pesada", cuyo autor es RUIZ ROJAS ALEXIS ARNOLD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 31 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER DNI: 18072194 ORCID: 0000-0002-0307-5900	Firmado electrónicamente por: JARANDA el 02-08- 2023 16:39:01
LINARES LUJAN GUILLERMO ALBERTO DNI: 40026086 ORCID: 0000-0003-3889-4831	Firmado electrónicamente por: GLINARESL el 31-07- 2023 21:41:13

Código documento Trilce: TRI - 0631477