



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

**Implementación de plan de mantenimiento preventivo para
incrementar la disponibilidad de una grúa Terex RT555-1 en
una empresa de transportes**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Moscoso Ortiz, Jhoan Noe (orcid.org/0009-0007-7252-5091)

Ramos Mamani, Yermy Edwin (orcid.org/0009-0002-4461-6328)

ASESOR:

Mg. Cuadros Camposano, Edwin Huber (orcid.org/000-0001-6478-8130)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2024



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Implementación de plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de una grúa Terex RT555-1 en una empresa de transportes", cuyos autores son RAMOS MAMANI YERMY EDWIN, MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 30 de Setiembre del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER DNI: 09599387 ORCID: 0000-0001-6478-8130	Firmado electrónicamente por: EHCUADROS el 16- 10-2024 08:59:58

Código documento Trilce: TRI - 0868922



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, RAMOS MAMANI YERMY EDWIN, MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA GRÚA TEREX RT555-1 EN TRANSPORTES Y GRUAS MAX EIRL", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JHOAN NOE MOSCOSO ORTIZ DNI: 73062199 ORCID: 0009-0007-7252-5091	Firmado electrónicamente por: JNMOSCOSO el 09-04-2024 12:44:26
YERMY EDWIN RAMOS MAMANI DNI: 72640695 ORCID: 0009-0002-4461-6328	Firmado electrónicamente por: YERMYR el 09-04-2024 19:49:36

Código documento Trilce: TRI - 0742556



DEDICATORIA

Dedico con todo mi esfuerzo a mis padres y hermana que me aportaron su apoyo y motivación a lo largo de mi vida y formación universitaria, así logrando cumplir mis objetivos propuestos.

A mi novia, por ser parte de todo este proceso tan importante de la titulación, el cual con su paciencia y colaboración apporto en este proyecto y en mi persona.

Asimismo, se la dedico a Dios, por haber guiado mi camino y por la concentración que me dio para realizar el proyecto de investigación.

Moscoso Ortiz, Jhoan Noe

A dios y a mi familia por su constante apoyo y motivación a pesar de las adversidades, pues es el hogar el eje que nos mantiene girando.

A mi madre por la dedicación que entrega a su familia, dándome el apoyo moral para superar cualquier obstáculo.

A mis abuelos por ser un ejemplo de éxito, para alcanzar una meta profesional en la vida.

A mis hermanas por instruirme y orientarme en momentos críticos en el transcurso de mi educación profesional.

A mi esposa, por su continuo apoyo, por ser parte importante en el logro de mis metas profesionales. Gracias por haber sido mi fuente de inspiración.

Ramos Mamani Yermy Edwin

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mis padres por el esfuerzo que realizaron para apoyarme en mi vida y más en esta etapa universitaria, por su confianza y tolerancia que me brindaron.

Asimismo, a la empresa donde se realizó la investigación por la información brindada y los recursos para poder tener un análisis adecuado.

Agradecer a los docentes y al asesor, por los conocimientos y las experiencias que brindaron a esta persona permitiendo culminar este proyecto de investigación.

Moscoso Ortiz, Jhoan Noe

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible mis estudios, aquellos que junto a mi caminaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza.

Mi gratitud a cada docente quienes con su apoyo y enseñanza constituyen la base de mi vida profesional, a mi asesor de tesis que, con su guía y experiencia, guía este trabajo final.

Ramos Mamani Yermy Edwin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula	i
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	ii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	ii
Declaratoria de autenticidad de los autores.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento.....	v
Indice de contenidos.....	vi
Indice de tablas	vii
Indice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	10
III. RESULTADOS	15
IV. DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES	56
VI. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS	59
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	8
Tabla 2.....	11
Tabla 3.....	13
Tabla 4.....	17
Tabla 5.....	20
Tabla 6.....	23
Tabla 7.....	24
Tabla 8.....	26
Tabla 9.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	7
Figura 2	9
Figura 3	25

RESUMEN

En la empresa de transportes se presenta problemas de baja disponibilidad de la grúa Terex RT555-1 dado que se refleja menos del 90% de disponibilidad, por lo que repercute en dificultades económicas por consecuencia del mantenimiento correctivo, que afecta directamente productividad de diferentes industrias, el objetivo es la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para el incremento de la disponibilidad del grúa, la investigación es de tipo aplicada y con un diseño experimental con un análisis de la investigación de 2 años el cual tiene como objetivo de desarrollo sostenible el trabajo decente y el desarrollo económico, la recopilación de datos se obtuvo a través un registro de fallas lo que permitió una evaluación de las disponibilidades teniendo como resultado un incremento del 23%, según la investigación en ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada de Parra & Crespo (2015), el mantenimiento es una estrategia para maximizar la disponibilidad de los equipo mediante inspecciones, limpieza, lubricación, ajuste y reemplazo de piezas, por ello se concluye que mediante esta estrategia se incrementó la disponibilidad teniendo en el pre-test 78% pasando al test con 91% con una diferencia de costo-beneficio de S/.129,434.52 de ambas etapas.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, disponibilidad, mantenimiento rutinario, MTBF, MTTR.

ABSTRACT

The preventive maintenance strategy increases
the availability of the Terex RT555-1 crane1

In the transport company, there are problems of low availability of the Terex RT555-1 crane since less than 90% availability is reflected, which results in economic difficulties as a result of corrective maintenance, which directly affects the productivity of different industries. The objective is the implementation of a preventive maintenance plan to increase the availability of the crane, the research is of an applied type and with an experimental design with a 2-year research analysis which has the objective of sustainable development of the work. decent and economic development, the data collection was obtained through a failure registry which allowed an evaluation of the availabilities resulting in an increase of 23%, according to research in maintenance engineering and applied reliability by Parra & Crespo (2015), maintenance is a strategy to maximize the availability of equipment through inspections, cleaning, lubrication, adjustment and replacement of parts, therefore it is concluded that through this strategy availability increased, with 78% in the pre-test passing to test with 91% with a cost-benefit difference of S/.129,434.52 of both stages.

Keywords: Preventive maintenance, Availability, Routine maintenance, MTBF, MTTR.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú contó con un elevado porcentaje de microempresas que ronda un aproximado del (88.9)%, continuándole las pequeñas, medianas y grande empresas con el 9.4%-0.4%-1.3% respectivamente, teniendo un aproximado de 14.8% de empresas en actividades productivas (manufactura, construcción, agropecuario, minería y pesca) los sectores de micro y medianas empresas en su mayoría no cuentan con los recursos adecuados para implementar un adecuado plan de mantenimiento que pueda prevenir y predecir sus fallas tomando como solución mantenimientos correctivos teniendo así una baja disponibilidad en sus equipos.

El trabajo de investigación titulado “Implementación de plan de mantenimiento preventivo para disminuir fallas de la grúa Terex RT555-1 en una empresa de transportes”, siendo esta empresa el lugar de estudio, que se encuentra ubicada en, Ilo-Perú, con el rubro de transportes y alquileres de maquinaria.

Debido a que la empresa no contó con un adecuado plan de mantenimiento preventivo o llamado de la siguiente manera por sus siglas en inglés (PM) de la grúa tiene como consecuencia diferentes fallas, haciendo que su reparación tenga costos elevados por mantenimiento correctivos, tiempo excesivo en reparación y por consecuente tener un nivel de disponibilidad no deseado. El problema de la presente investigación surgió del nivel de disponibilidad y la cantidad de fallas no deseadas para la maquina en el momento que se pone en funcionamiento o en operatividad, este problema es originado debido a que solo contaba con mantenimientos correctivos al momento de tener fallas por diferentes motivos poniendo en acción dicho mantenimiento, por consecuente se tiene deficiencias económicas, en tiempo de operación y en seguridad, siendo estos puntos fundamentales para la empresa. El objetivo de desarrollo sostenible el cual buscó aportar la investigación es el trabajo decente y crecimiento económico debido a que proporcionó mejores ingresos, seguridad en el lugar de trabajo.

Es así que en el presente proyecto de investigación formulamos el siguiente problema ¿En qué medida la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo incrementara la disponibilidad de la grúa terex RT555-1 en la empresa de transportes? Y como problemas específicos tenemos los siguientes a) ¿Cómo realizar una evaluación inicial de la grúa Terex RT555-1, indicando la disponibilidad?; b) ¿Cómo establecer las actividades propias del mantenimiento preventivo?; c) ¿Cómo determinar la disponibilidad, aplicando las actividades del plan de mantenimiento preventivo?; d) ¿Cómo determinar el costo-beneficio del plan de mantenimiento preventivo?

El presente desarrollo de investigación se justifica debido a que permitirá disminuir las fallas que se muestran en la grúa Terex RT555-1, la cual tiene funciones de izaje dependiendo del trabajo a realizar, teniendo en varias ocasiones fallas y paradas inesperadas en el momento de realizar su función y por consecuente afectar su proyección de trabajo diario. Teniendo como soluciones de mantenimiento correctivos y por consecuente una baja disponibilidad, elevados costos de mantenimiento, disminución de la vida útil del equipo, baja fiabilidad y problemas de seguridad. Este proyecto teniendo un punto de vista social beneficiara a los trabajadores de la empresa una empresa de transportes, en el área de mantenimiento al implementar un plan de mantenimiento preventivo optimizando todos estos puntos mencionados anteriormente, al personal de izaje reduciendo la probabilidad de alguna falla en el momento de una maniobra ocasionando un posible accidente, y así también este desarrollo de investigación aportaría a estudios similares en el área de mantenimiento preventivos.

El objetivo general lo hemos expresado de la siguiente manera: implementar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de la grúa terex RT555-1 en la empresa una empresa de transportes de la ciudad de Ilo.

Teniendo como objetivos específicos: (a). Realizar una evaluación inicial de la disponibilidad de la grúa terex RT555-1. b). Establecer las actividades del plan de mantenimiento preventivo. c). Determinar la disponibilidad, aplicando las actividades

del plan de mantenimiento preventivo. d) Determinar el costo-beneficio del plan de mantenimiento preventivo

Esto nos conlleva a plantear las siguientes hipótesis o alternativas de solución que esperamos alcanzar: con la implementación del plan de mantenimiento preventivo de la grúa Terex RT555-1 en una empresa de transportes, si incrementaremos la disponibilidad. Por lo tanto, se planea disminuir las paradas imprevistas por fallas de la grúa, mejorar su vida útil en operación y mejorar disponibilidad.

Teniendo como hipótesis específicas: a). Lograr realizar una evaluación inicial de la disponibilidad de la grúa Terex RT555-1. b). Lograr establecer las actividades del plan de mantenimiento preventivo. c). Lograr determinar la disponibilidad, aplicando las actividades del plan de mantenimiento preventivo. d) Lograr determinar el costo-beneficio del plan de mantenimiento preventivo.

Al abordar un tema tan amplio como es el mantenimiento es necesario conocer diferentes definiciones, es por ello que necesario abarcar el tema tal y como lo ha hecho según Pérez Rondón (2021) el mantenimiento preventivo son una serie de actividades programadas previas que busca el momento idóneo para interferir con el mantenimiento, que tiene como finalidad conservar o mantener un equipo en condición óptimas para el trabajo, reduciendo la probabilidad que ocurra una falla. Las fallas y averías son problemas muy comunes en equipos que provocan una serie consecuencias como, por ejemplo, baja disponibilidad, mayor tiempo en reparación, dificultades económicas, bajo nivel de seguridad, disminución de vida útil del equipo, etc. Es por ello que el mantenimiento preventivo busca anticiparse a estas fallas brindando actividades de recambios, lubricación, corrección, verificación, etc. Esto se puede lograr con los conocimientos del manual de mantenimiento del fabricante.

Es así que es necesario enfocarse en el mantenimiento preventivo tal y como lo ha hecho Fernandez y Neyra (2020) en su tesis de gestión de mantenimiento su problemática se concentra en el deterioro de recursos perjudicando así los procesos de producción por lo tanto tienen como objetivo incrementar la disponibilidad de los equipos por medio de indicadores como el MTTR y el MTBF, teniendo como base las

técnicas de observación, cuestionarios y análisis de datos para diferentes maquinarias pesadas llegando a un promedio de MTTR de 4.82 horas/falla, MTBF 254.23 horas/falla y una disponibilidad de 98% con su plan de mantenimiento preventivo con un costo promedio de S/.5 800 mensuales.

Otro texto que nos inspiró en el abordaje de conceptos tales como objetivos para plantear un adecuado mantenimiento, propiedades de los equipos, tipos de fallas, estados de un equipo, tipos de mantenimiento y su nivel de dificultad. La norma UNE-EN 13306:2018 de procedencia española se encuentra enlazada con el mantenimiento la cual conceptualiza las diferentes terminologías utilizadas en esta especialidad.

Tenemos como propiedades de los equipos 1: Fiabilidad, es la probabilidad de que un equipo tenga los resultados previstos bajo condiciones ambientales habituales en un periodo de tiempo determinado. 2: Mantenibilidad, es la suficiencia que tiene un equipo que ha tenido un funcionamiento bajo condiciones determinadas, de ser preservado o restaurado con un plan de mantenimiento teniendo como base condiciones, procedimientos y recursos determinados. 3: Disponibilidad, es la probabilidad de que un equipo pueda funcionar adecuadamente en el tiempo, condiciones y recursos establecidos. 4: Durabilidad, se le determina a la capacidad de que un equipo que venga funcionando en un ambiente real teniendo sus mantenimientos adecuados y pueda culminar la vida útil determinada para dicho equipo. 5: Vida Útil, es el periodo entre la primera puesta en marcha de una maquina hasta alcanzar el estado limite donde dicha maquina funcionó con un rendimiento óptimo. 6: Tasa Media De Fallos, se define como la frecuencia de fallas identificadas en un lapso de tiempo formulada de la siguiente manera.

Una falla es cualquier evento o condición no deseada que provoca la disminución de aptitudes de su funcionamiento regular. Existen diferentes tipos de fallas. a) Fallo Por Desgaste b): Fallo Por Envejecimiento c) Fallo Por Mal Uso d) Fallo Por Causa Común e) Fallo Repentino f) Fallo Oculto

Los equipos, maquinas e instalaciones con el transcurso del tiempo han aumentado su tecnología y complejidad exigiendo así que se desarrollen planes de mantenimiento

continuos para que continúen con su funcionamiento estándar. Por ende, se han desarrollado diferentes tipos de mantenimiento según el fallo, por ejemplo. 1: Mantenimiento Preventivo, se realiza para disminuir los desgastes por funcionamiento o por tiempo de acuerdo al calendario sin tomar en cuenta el estado de estos elementos. 2: Mantenimiento Predictivo, este mantenimiento toma en cuenta principalmente el estado de los elementos, por medio de datos obtenidos con el pasar del tiempo y la evaluación de parámetros estos elementos se predicen resultados que son utilizados para desarrollar dicho plan de mantenimiento. 3: Mantenimiento Correctivo, tiene como función solucionar una avería luego de haber sido identificada, provocando así una parada no deseada.

Para poder cuantificar y hacer un seguimiento de algunos detalles de los equipos se utiliza diferentes métricas de incidentes como se menciona el siguiente autor. Según Núñez(2018), son indicadores utilizados para controlar las estrategias, los procesos y los recursos dirigidos al logro de objetivos, entre ellos destacan los estudiados por Braco (2018), que tomo en cuenta la información obtenida del historial de equipos y mediante los indicadores tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio para reparar (MTTR), para Azoy (2014) y para Zegarra (2016), el MTBF es la relación entre el tiempo real de operación por equipo al mes y la cantidad total de fallas en cada mes, así mismo indica que el MTTR se calcula dividiendo el tiempo para la eliminación de las fallas entre la cantidad total de fallas , indicadores que sirven para el cálculo de la disponibilidad; es el resultado de dividir el tiempo medio entre fallas sobre la sumatoria del tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación. Existen también otros indicadores como la utilización, como factor de servicio, que mide el tiempo efectivo de operación de un equipo durante un periodo determinado factores técnicos y económicos, 1: coste de ciclo de vida, son todos los costos que se incurrirá en el tiempo de funcionamiento de una maquina o sistemas, comúnmente estos costos van referidos a costos de adquisición, costos que tendríamos por el funcionamiento, costos que nos ocasionaría por mantenerla en buen estado y costos de eliminación. 2: tiempo medio de funcionamiento entre fallas MOTBF (mean operanting time between faiores)

es la media de tiempo de funcionamiento de un equipo, maquina o entre otros sistemas. 3: tiempo medio entre fallos, o MTBF (mean time between failures) es la media de tiempo entre fallas de una máquina, equipos o sistema que puedan repararse, debido a que el MTBF es directamente proporcional con la fiabilidad, el objetivo de cualquier propietario o empresa es incrementarlo.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de la maquina en operación}}{\text{Numero de paradas ocurridas}} \quad (1)$$

El 4: Tiempo Medio De Restauración MTTR por sus siglas “mean time to restoration” es la medida aritmética del tiempo invertido en la restauración de una máquina, equipo o sistema, este tiempo abarca desde que el elemento deja de funcionar hasta que vuelva a la operatividad, de esta forma analizaremos la velocidad de nuestra sucesión de pasos para una buena restauración.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Numero de paradas ocurridas}} \quad (2)$$

La toma de decisiones en el mantenimiento de equipos industriales tiene que hacerse en base de herramientas y estudios como nos detalla los autores Grajales y candelario (2006) todo empresario o propietario en su mayoría tienen como objetivos que sus equipos tengan un elevado porcentaje de disponibilidad invirtiendo así en mantenimiento preventivos y predictivos por ende aumentando la confianza de los equipos reparados que vuelvan a ejercer sus funciones estándares. Matemáticamente el porcentaje de disponibilidad, se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo, maquina o sistema se encuentra disponible para su funcionamiento MTBF y el tiempo total de reparación MTTR.

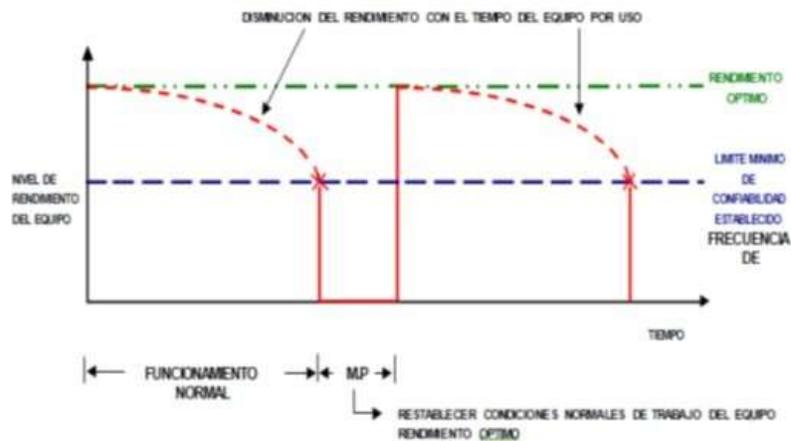
$$\text{DISPONIBILIDAD}(\%) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \quad (3)$$

La figura 1 nos ilustra el comportamiento de los ciclos de mantenimiento preventivo, estos están compuestos por periodos de funcionamiento normal del equipo durante los

cuales el nivel de rendimiento desciende desde un nivel óptimo hasta el punto donde el alcanza el límite de confiabilidad. Este punto es quien determina la frecuencia del mantenimiento, ya que cada vez que el equipo alcance este punto, es necesario realizar las actividades del mantenimiento pertinentes para restablecer las condiciones normales del trabajo del equipo (rendimiento óptimo).

Figura 1

Ciclos de mantenimiento preventivo.



El sub – mantenimiento o baja frecuencia de mantenimiento tiene por características un bajo costo de PM, alto costos por remplazar correctivamente piezas o componentes averiados, debido a situaciones relacionadas con las averías y fallas de los componentes de un equipo se tienen perdidas productivas relacionadas con la disponibilidad y elevados costos por la compra de refacciones afectadas.

El sobre - mantenimiento es una frecuencia constante y de exceso en mantenimiento, debido a esta frecuencia es que se efectuarían costos innecesarios y por ende elevados costos en los MP, una mayor cantidad de mantenimientos no está relacionada directamente con una alta disponibilidad.

Las ventajas principales que nos brinda un plan de MP son, una significativa disminución de periodos no programados de paralización de sus funciones reemplazándolas por paradas que se han analizado en qué momento serian convenientes, teniendo trabajos en estos momentos es que notoriamente aumentaría

la eficiencia de todo el sistema tratado, teniendo en cuenta el sector económico tendríamos una disminución en gastos debido a la eliminación o disminución de las averías que se presentan, teniendo en cuenta que se analizaran fallas cotidianas oportunamente se podrá dar un diagnóstico adecuado y no se realizara un mantenimiento completo o a grande escala, se tendrán efectos benignos en la economía de la producción por una inferior cantidad de elementos averiados.

El análisis de criticidad es una herramienta que se utiliza en la gestión del mantenimiento preventivo para identificar y priorizar los equipos o activos que tienen un mayor impacto en la operación de la empresa. Este análisis permite determinar qué equipos son críticos para el proceso productivo o para la seguridad de los trabajadores, y, por lo tanto, requieren una atención prioritaria en cuanto a mantenimiento. La criticidad se determinará con el siguiente concepto.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Concecuencia} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{Consecuencia} = & (\text{Impacto operacional} * \text{Flexibilidad operacional}) \\ & + \text{Costos del mantenimiento} + \text{Impacto seguridad} \\ & + \text{Ambiente} \end{aligned} \quad (5)$$

La criticidad está basada en 5 criterios con las siguientes ponderaciones, como la frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costo de mantenimiento e impacto en seguridad, ambiente e higiene. Como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Factores ponderados de la criticidad

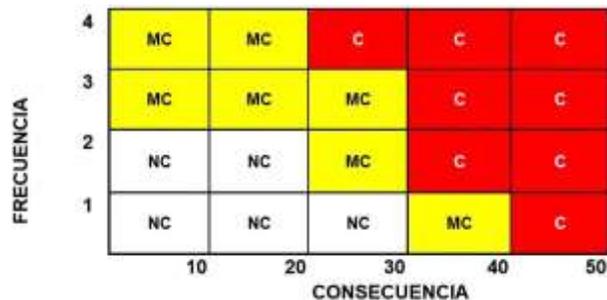
TABLA DE FACTORES PONDERADOS DE LA CRITICIDAD	
FRECUENCIA DE FALLAS(FF)	Ponderación
mayor o igual a 4 fallas/mes	4
2 a 3 fallas/mes	2-3
menor o igual 1 falla/mes	1
IMPACTO OPERACIONAL(IO)	
parada inmediata de toda la grúa	10
Afecta la capacidad de funcionamiento de la grúa	2-9

no afecta a la grúa	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL(FO)	
no se dispone de otro componente igual o similar	4
el sistema puede seguir funcionando	2-3
se dispone de otro componente igual o similar	1
COSTO DE MANTENIMIENTO(CM)	
más de S/.1 500	3
entre S/.500 y S/.1500	2
menos de S/.500	1
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE E HIGIENE	
afecta la seguridad humana	8
afecta al medio ambiente, daños reversibles	6
afecta las instalaciones, daños severos	3
provoca daños menores	2
provoca impacto ambiental, no viola las normas	1
no provoca ningún tipo de daño	0

En la figura 2 se muestra la matriz de criticidad en el cual según la frecuencia y la consecuencia se verifica el nivel de criticidad de cada sistema evaluado, la frecuencia corresponde al eje Y y la consecuencia corresponde al eje X. La zona de color rojo hace referencia a los Críticos (C), color amarillo hace referencia a los de Media Criticidad (MC) y el color blanco hace referencia a los No Críticos (NC).

Figura 2

Matriz de criticidad.



El cuadro de criticidad de mantenimiento es un factor fundamental que influye en la determinación del estado de las instalaciones y maquinarias de una empresa, ya que puede afectar su disponibilidad y todo lo que engloba las buenas aptitudes.

El análisis de costo-beneficio es una herramienta esencial para tomar decisiones inteligentes, tanto en la vida personal como en los negocios. Consiste en comparar cuidadosamente los gastos que se incurren al realizar una acción con los beneficios que se esperan obtener.

En pocas palabras, se trata de determinar si las ventajas que se obtienen de una acción superan los costos que se deben pagar para llevarla a cabo.

II. METODOLOGÍA

Tipo, enfoque y diseño de investigación: La investigación es de tipo aplicada dado que tiene como objetivo resolver problemas de disponibilidad, funcionalidad y gastos en mantenimientos inesperados de la grúa Terex RT555-1 que se viene presentando a través de los años, por medio de este plan de mantenimiento preventivo se ha incrementado los ingresos y la disponibilidad de la grúa,

El enfoque de la investigación es cuantitativo debido a que esta investigación se basó en la recolección y análisis de datos numéricos permitiendo así la determinación de la variable como es la disponibilidad, mtr y mtbf del equipo con un diseño experimental, por la razón que existen resultados fehacientes y medibles, la implementación de la presente investigación busca incrementar la disponibilidad. El análisis de esta investigación comprende 12 meses de agosto 2022 a julio 2023 este fue el tiempo de recopilación de datos de los cuales los últimos 3 meses fue el periodo de transición en el cual se expresó el tiempo de inserción inicial del plan en la empresa presentando diferentes cambios, y 12 meses de agosto 2023 a julio 2024 es donde se aplicó plenamente el plan de mantenimiento preventivo de la grúa terex.

Variables: Las especificaciones y detalles de las variables se pueden visualizar en la matriz de operacionalización de variables (Ver el anexo 1), lo cual las variables dependientes e independientes son definidas de la siguiente manera:

Variable independiente: Plan de mantenimiento preventivo, dado que esta solamente se basa en brindar metodologías de gestión y ejecución de labores de mantenimientos que incluyen revisiones periódicas, Inspecciones y preventivas.

Variable dependiente: La identificamos como la disponibilidad siendo el valor porcentual que cambiara de acuerdo a la variable independiente, el mantenimiento preventivo.

Población, muestra y muestreo: De acuerdo con Arias, Villasis Y Novales (2016). Nos dice que la población es el inicio de la información de un trabajo de investigación el cual se define como el conjunto de datos a estudiar que unitariamente tiene una característica en común. Dicha población servirá como base para la elección de la muestra (p.202). Para esta tesis se ha definido como población las grúas de la región Moquegua.

Seleccionaremos como muestra a la grúa Terex RT555-1 debido a que este equipo ha venido presentando la ausencia de correcto plan de mantenimiento preventivo. En la tabla 2 se muestra el registro que proporciona el fabricante para obtener los datos técnicos del equipo seleccionado.

Tabla 2

Datos técnicos del equipo

Datos del equipo	Descripción:
Equipo	Grúa móvil todo terreno RT
Marca	Terex
Modelo	RT 555-1
Serie	12927
Capacidad	55 Tn

Nota: Registro que proporciona el fabricante para obtener los datos técnicos del equipo donde se indica marca, modelo, serie y capacidad.

Según Batanero, Gea Y Begue (2019), El sentido del muestreo. El muestreo es una técnica para seleccionar un conjunto (población) un subconjunto (muestra) con la finalidad de analizar y estudiar los diferentes acontecimientos del conjunto (p.122). Se seleccionó el muestreo no probabilístico, del tipo muestreo por juicio, se llegó a esta

conclusión debido a que la muestra seleccionada presenta una disponibilidad cuestionable por consecuencia de fallas y averías.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos: La técnica de análisis documental y la observación en el campo, se basó por el lado documental con instrumentos de diferentes registros del equipo y por la parte de observación se basó en inspecciones de la grúa Terex RT555-1 de la empresa de transportes, el objetivo de estas técnicas es informar el estado en que se encuentran las piezas principales y secundarias de la máquina planteando un PM en caso sea correspondiente.

Estos instrumentos de acuerdo con Hernández (2020). Estos incluyen los pasos organizados secuencialmente y las acciones que ayudan a los indagadores poder adquirir y analizar los datos de fenómenos empíricos para aclarar sus dudas en los temas de su interés.

Los formatos y registros de mantenimiento que proporcionaron diferentes datos necesarios para poder encontrar los problemas iniciales y lograr plantear un correcto PM son los siguiente.

- Registro de paradas: son documentos que indican los detalles de cada falla ocurrida como la duración, sistema que afecto, etc. Ver el anexo 2.1
- Registro de disponibilidad: es cuadro evaluativo que determinara la disponibilidad mensual tomando como data el registro de fallas.
- Análisis de criticidad: es un formato él nos determinara que sistema de la grúa se encuentra en un rango critico o no crítico para la elaboración de actividades de mantenimiento preventivo enfocadas en ese sistema.
- Registro de costeo, de insumos, herramientas, salarios: es un listado relacionado a los costos relacionados al equipo para determinar el valor del mantenimiento efectuado. Ver el anexo 2.2.1
- Inspección rutinaria: es un listado de verificaciones visuales, en este formato generado por la empresa para la obtención de información ordenada ayuda a detectar fallas antes de la puesta en marcha, el responsable de estas

actividades es el operador de la grúa que será respaldado por su correcto juicio y experiencia. ver el anexo 2.4.1.

- Inspección general: es un listado de verificaciones visuales, en este formato generado por la empresa para la obtención de información ordenada ayuda a detectar fallas antes de la puesta en marcha, el responsable de estas actividades es el mecánico de la grúa que será respaldado por su correcto juicio y experiencia. ver el anexo 2.4.2.
- Plan de mantenimiento preventivo: es el listado de actividades de mantenimiento preventivo que se realizaran al equipo tomando con data el análisis crítico para determinar la frecuencia de las actividades y brindando el tiempo de mantenimiento.

En la Tabla 3 se muestra el medio de cómo conseguir la información de los datos requeridos para el desarrollo de la investigación, dicho medio está basado en técnicas e instrumentos de medición, finalmente se expresa un registro o documento demostrando el objetivo de la investigación.

Tabla 3

Caracterización de los instrumentos.

Data	Técnica	Instrumento	Objetivo o fuente
Control de paradas de la grúa	Análisis documental (Con enfoque cuantitativo)	Registro de paradas	Registrar el tiempo de parada de la grúa TEREX RT555-1
Control de sistemas críticos	Análisis documental (Con enfoque cuantitativo)	Tabla de análisis de criticidad	Establecer la frecuencia de las actividades del plan de mantenimiento preventivo

Actividades de mantenimiento preventivo	Análisis documental (Con enfoque cuantitativo)	Registro de costeo Plan de mantenimiento preventivo de los equipos	Determinar las actividades y frecuencia del mantenimiento preventivo
Control de disponibilidad	Observación	Registro de disponibilidad	Precisar la nueva disponibilidad teórica, aplicando las actividades del plan de mantenimiento preventivo
Control de anomalías	Observación	Inspección rutinaria y general	Precisa las anomalías de la grúa terex para la prevención de una falla

Nota: Registro que proporciona la data que será necesaria para los instrumentos acompañada de las técnicas y el objetivo de cada una de ellas.

Fuente: Elaboración propia (2023).

Método de análisis de datos: Para el análisis de datos de la investigación, se procedió a utilizar una hoja de cálculo en Microsoft Excel donde se registró, el proceso y se obtuvo la información necesaria para la investigación por medio de diferentes registros de tiempo de operación y ocurrencia de falla en el equipo para así poder hallar la disponibilidad del equipo a investigar. Para ello, se calculó y registro la tendencia de indicadores de mantenimiento enfocados en la disponibilidad como el MTTR y el MTBF y seguimiento con el cumplimiento de actividades de mantenimiento.

Con respecto al análisis del registro de análisis de criticidad, se procedió a utilizar una hoja de cálculo en Microsoft Excel donde se registró los sistemas, tipos de mantenimiento, causa y componente en el cual están relacionados con las fallas. por lo cual obtendremos el rango de criticidad de cada sistema.

Aspectos éticos: En la elaboración de la tesis, se realizó con la ética y la moral profesional correspondiente, teniendo cuidado al momento de usar información privada, reglas y leyes en la investigación. Por lo tanto, se utilizó la confidencialidad al utilizar las herramientas de recolección de datos y los tratos establecidos con la empresa de la investigación de transportes. Del mismo modo la información analizada se expresó de una manera transparente resaltando los derechos correspondientes de cada autor dándole así credibilidad a la tesis.

III. RESULTADOS

La implementación del plan de PM de la presente tesis estuvo orientada a la muestra seleccionada la grúa terex RT555-1 es un equipo de capacidad de carga útil de 55 toneladas fabricada en el año 2008 el cual se evaluó de forma inicial para determinar la disponibilidad en la que se encuentra considerando que solo se interfiere al equipo con mantenimientos correctivos.

En la empresa de transportes lleva desarrollando servicios en proyectos de industrial a lo largo de 12 años teniendo un crecimiento exponencial en contratos de montaje y desmontaje en diferentes industrias, minería, alimenticia, marítima, desalinizadora, etc. Brindando servicios en proyecto de gran envergadura en la zona sur del país con empresas reconocidas Engie y Southern Perú Copper Corporation, estos servicios se vienen dando en diferentes condiciones adversas y de forma intermitente.

Para este caso se analizó en el periodo de 1 año de agosto del 2022 al julio 2023 siendo este periodo el que presentó mayor frecuencia y gravedad de fallas que viene presentando la grúa terex ocasionando problemas económicos, de vida útil del equipo y de seguridad, esto se debió a que la empresa solo le brindaba un mantenimiento correctivo a las fallas inesperadas por lo tanto se realizó una evaluación inicial del equipo enfocándose en la disponibilidad, los últimos 3 meses de este periodo se

determinó intersección donde se realizó la aplicación de inspecciones rutinarias y generales demostrando así componentes que ameritaban un reemplazo, reparación o limpieza, teniendo en cuenta toda la data de este año se determinó la clasificación de criticidad de cada sistema con la finalidad de determinar que sistemas tendrá prioridad en las actividades de mantenimiento preventivo

Se procedió con la aplicación el plan de mantenimiento preventivo durante un periodo de 1 año con programas de mantenimiento cada 250 horas, demostrando resultados óptimos y superiores a los de la evaluación inicial. Finalizando se ha realizado una comparación de costo-beneficio entre la etapa del pre-test y el plan de mantenimiento preventivo obteniendo óptimos resultados para la empresa de transportes.

3.1. Evaluación inicial de la grúa terex RT-555-1, indicando su disponibilidad.

Es de vital importancia verificar el estado del equipo antes de realizar un plan de mantenimiento preventivo, (pre test-mantenimiento preventivo), esta evaluación inicial se encuentra enfocada con los indicadores de MTTR, MTBF y la disponibilidad que se realiza con la finalidad de comprobar la mejora de estos indicadores que tendrá el equipo y el ahorro económico que tendrá la empresa con el mantenimiento preventivo. En el anexo 2.1 se registró el tiempo de las fallas a lo largo de un periodo determinado de 12 meses, describiendo detalladamente la falla y que sistema está siendo perjudicado, del mismo modo se presentó el tiempo en que el equipo se encontraba en operación y el tiempo de la falla. Es así que se utilizó este instrumento para registrar de forma correcta todas las paradas del equipo en una línea de tiempo de 12 meses, utilizando la data de la tabla como fuente para el mantenimiento preventivo y los tiempos como indicadores para determinar la disponibilidad actual del equipo.

Se consideró el inicio de la evaluación el mes de agosto debido a que este mes presentaba tiempos de falla extensos perjudicando de esta manera a la disponibilidad del equipo y a la empresa, este registro de fallas es implementado con la finalidad de recopilar el tiempo en que el equipo se encuentra en reparación por una falla.

En el anexo 2.1 se muestra el registro de fallas el cual expresa toda la información en el transcurso de 12 meses determinado como pre-test el cual nos indicó el tiempo disponible y en tiempo en reparación del equipo por cada falla ocurrida en la grúa. Luego de haber obtenido los tiempos de reparación y de disponibilidad, se aplica las fórmulas del MTTR que nos indica el tiempo promedio en que el equipo se encuentra en reparación o en parada y el MTBF nos indica el tiempo promedio de operación entre las paradas programadas, y por consiguiente se utilizó la fórmula de la disponibilidad, como se muestra a continuación en la tabla 4.

Tabla 4

Resultados del pre test, MTBF, MTTR y disponibilidad, Grúa terex RT555-1, del año 2022 y 2023.

RESULTADOS DE REGISTRO DE FALLAS(2022-2023)			
MES	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
Agosto	26	10	72%
Setiembre	37	10	78%
Octubre	28	08	78%
Noviembre	28	09	76%
Diciembre	26	11	71%
Enero	33	14	69%
Febrero	33	11	75%
Marzo	37	11	77%
Abril	41	15	73%
Mayo	21	03	88%
Junio	16	03	86%
Julio	19	03	88%
TOTAL	343	108	
PROMEDIO	29	09	78%

Nota: La tabla muestra los resultados del registro de paradas de la grúa terex RT555-1 de 12 meses del año 2022 y 2023. Fuente: Elaboración propia (2023).

Es así que se calculó las disponibilidades por medio del MTBF y MTTR mensualmente, teniendo un resultado promedio de 78% con un valor de MTBF de 343 horas/falla y un MTTR de 108 horas/falla siendo resultados promedio de 12 meses de evaluación en los años 2022 y 2023 datos base para el desarrollo del objetivo general.

En la tabla 4 se demostró una disponibilidad menor a 90% lo cual para la empresa de transporte representa una baja disponibilidad, si bien en los últimos 3 meses se incrementó la disponibilidad esto debido a que fue el periodo de intersección donde se empezó a implementar las inspecciones rutinarias y generales demostrando componentes que necesitaban mantenimiento.

En los últimos 3 meses del pre-test se realizó un periodo de inserción el cual represento un cambio positivo ya que incremento su porcentaje de disponibilidad promedio de 74% a 88% considerando que este periodo solo se tomó en cuenta las inspecciones. Un análisis es disminuir el MTTR debido a que este indicador es inversamente proporcional con la disponibilidad, según los datos obtenidos en la empresa de transportes fueron que no se contaban con un mecánico especializado en mantenimiento de grúas tampoco con un stock de repuesto.

3.2. Elaboración de las actividades del mantenimiento preventivo.

Para comprender y jerarquizar las fallas comprendidas de la grúa terex RT555-1 dependiendo de qué sistema es más crítico de acuerdo al funcionamiento del equipo, considerando el anexo 7.1 análisis de criticidad, para determinar qué sistema será considerado como prioridad y mayor frecuencia en actividades de mantenimiento, es así que se realizó un análisis de criticidad basado teóricamente en el registro de fallas del anexo 2.1.

En el anexo 7.1 se analizó las criticidades de acuerdo a los sistemas que comprende el equipo considerando aspectos como frecuencia con la que ocurren las fallas, la flexibilidad de operación que cuenta el equipo, costos de mantenimiento que involucran la falla, el impacto que tiene la falla sobre la producción, impacto-seguridad-ambiente, según la tabla 2 de factores ponderados de la criticidad. Los cuatro sistemas que se encuentran en la categoría crítica (C) principalmente se debe al valor que tiene en el impacto operacional teniendo en cuenta que una falla en estos sistemas se tendría una parada inmediata del equipo, los sistemas con criticidad media (MC) afectan la capacidad de funcionamiento del equipo y los sistemas con el resultado en la categoría (NC) No críticos se deduce que las fallas que se producen tiene una mínimo o nulo

efecto en la funcionabilidad del equipo debido a su bajo valor en la escala de impacto operacional.

En la tabla 5, se presentó el plan de mantenimiento preventivo para la grúa terex con periodos de 250 horas y la descripción de la actividad a realizar con el costo que representaría y la cantidad de material a usar, las abreviaturas representan a revisar R, cambiar C, engrasar E, limpiar L, drenar D e inspeccionar I.

Tabla 5

Plan de mantenimiento preventivo, Grúa terex RT555-1, del año 2023-2024.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS (GRÚAS)												
TIPO DE EQUIPO:	GRÚA HIDRÁULICA TEREX RT555-1											
				PM1	PM2	PM1	PM3	PM1	PM2	PM1	PM4	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	unid ad	CANTIDAD	250 HR	500 HR	750 HR	1000 HR	1250 HR	1500 HR	1750 HR	2000 HR	
FF5421	filtro de combustible	unid .	1	C	C	C	C	C	C	C	C	C
LF3970	filtro de aceite de motor	unid .	1	C	C	C	C	C	C	C	C	C
AF351KM	filtro de aire primario	unid .	1		C		C		C			C
FS19732	filtro separador de agua, combustible	unid .	1	C	C	C	C	C	C	C	C	C
215853	filtro aire acondicionado	unid .	1									C
HF28857	filtro de transmisión	unid .	1				C					C
HF7538	filtro hidráulico de retorno	unid .	1				C					C
7097783	filtro hidráulico de succión	unid .	1									C
Mobil DTE 10 Excel TM	aceite hidráulico tanque (secundario)	gal.	5									C
Mobilube HD 80W90	aceite de ejes y cubos	gal.	20				C					C
Delvac MX 15W40	aceite de motor	gal.	5	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Mobil DTE 10 Excel TM	aceite hidráulico tanque (primario)	gal.	110									C
Mobiltrans HD 30	aceite de transmisión	gal.	5				C					C
Mobilgear 600 XP 150	aceite para winche principal / auxiliar y reductor de giro	gal.	10				C					C
Cat ELC	refrigerante	gal.	10									C
	grasa para el implemento (pluma)	kg.	5	E	E	E	E	E	E	E	E	E

MOBIL GREASE XHP 222	grasa para la tornamesa (cojinete / engranaje)	kg.	0.5	E	E	E	E	E	E	E	E
Lubricante Seiffert	lubricante de cable	kg.	5	E	E	E	E	E	E	E	E
	actividades programadas por cada mantenimiento preventivo (hora), ver en el anexo 2.3	-	-	5	6	5	8	5	6	5	12

RESUMEN

COSTO DE CADA MANTENIMIENTO PREVENTIVO	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	4,210.4 3	4,809.0 6	4,210.4 3	5,420.1 2	4,210.4 3	4,809.0 6	4,210.4 3	8,120.0 4
COSTO ACUMULADO	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	4,210.4 3	9,019.4 9	13,229. 92	18,650. 04	22,860. 47	27,669. 53	31,879. 96	40,000. 00

COSTO POR HORA	S/							
	16.84	18.04	17.64	18.65	18.29	18.45	18.22	20.00

Los costos de cada servicio de mantenimiento son diferentes debido a que cada programa de mantenimiento pasa un determinado tiempo de operación el cual sufren más piezas del equipo por lo tanto la actividad de mantenimiento se incrementó haciendo un total de S/. 40 000 hasta llegar al programa de mantenimiento PM 4. Las actividades programadas para cada mantenimiento van añadidas de forma paralela a la tabla 5 el cual añade actividades dependiendo al programa de mantenimiento ver el anexo 2.3, el costo de cada mantenimiento preventivo es representación de los insumos a utilizar y las actividades del personal.

Los criterios del PM como actividades, periodicidad y tiempo de ejecución del plan de mantenimiento preventivo se recopilaron del manual de fabricantes, libros relacionados y experiencias de la empresa archivadas en el registro de fallas.

En el Anexo 2.3. se presentó las actividades de mantenimiento preventivo de la grúa terex RT555-1 del año 2023-2024 según el programa de mantenimiento donde se detalla todas las actividades a realizar en este periodo de operación conjunto del responsable de ejecutar esta actividad, las herramientas y/o equipos a utilizar y el tiempo de ejecución por cada actividad y el total, los planes de mantenimiento preventivo cada 250 horas. Si bien las lubricaciones del equipo son indispensables estas actividades no son suficientes para garantizar el correcto funcionamiento del equipo por lo tanto es se recopiló una serie de actividades para cada programa de mantenimiento.

3.3. Determinación de la disponibilidad, considerando las actividades del plan de mantenimiento preventivo.

Obtenidas las actividades de mantenimiento preventivo que han prevenido el desgaste prematuro y han mantenido de forma óptima el equipo se desarrolló un registro de paradas programadas de agosto del 2023 a julio del 2024 lo cual se consideró en el anexo 2.5 registro de disponibilidad.

Las inspecciones se efectuarón de forma diaria antes y después de la jornada laboral en conjunto de un orden y limpieza del equipo, donde se verifica fallas comunes como

fugas de fluidos (hidrolina, aceite, refrigerante y liquido de freno), pernería suelta o faltante, problemas que el operador considere cruciales que eviten el correcto funcionamiento del equipo enviándolo así a reparación.

Se realizó todos los cálculos a partir del plan de PM como el MTBF, MTTR siendo estos indicadores principales para determinar la nueva disponibilidad de la grúa terex logrando cumplir con los criterios planteados anteriormente y el análisis de criticidad. Del mismo modo en que se halló los cálculos para determinar la disponibilidad en el pre test, en la Tabla 6 se procedió a calcular los valores del resto de tiempo con el mantenimiento preventivo, se aprecia valores aplicados en la empresa del mes de agosto 2023 hasta el mes julio del 2024.

Tabla 6

Valores de la disponibilidad a partir del mantenimiento preventivo durante 12 meses, Grúa terex RT555-1, del año 2023-2024.

RESULTADOS DE REGISTRO DE FALLAS(2023-2024)			
Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Agosto	29	4	89%
Setiembre	42	5	90%
Octubre	40	7	84%
Noviembre	79	12	87%
Diciembre	79	4	95%
Enero	55	8	87%
Febrero	80	7	92%
Marzo	21	1	97%
Abril	59	4	94%
Mayo	44	5	90%
Junio	42	2	96%
Julio	60	3	96%
total	630	61	
promedio	58	5	91%

Nota: En la tabla se muestra los valores de disponibilidad de la grúa terex RT555-1 de 12 meses en los años 2023 y 2024. Fuente: Elaboración propia (2024).

En la Tabla 6 se aprecia los resultados de cada mes del MTTR, MTBF y de la disponibilidad durante los 12 meses del plan de mantenimiento preventivo teniendo un

total de 61 horas/falla de mtrr, 630 horas/falla del mtbf y una disponibilidad promedio del 91%, enfocándose que el porcentaje óptimo para la empresa era del 90% de disponibilidad por medio del plan de mantenimiento preventivo supero para la grúa terex se superó dicho valor.

En la tabla 7 muestra el contraste estadístico de los resultados presentados en la grúa a través del presente plan de mantenimiento preventivo considerando valores como el mtrr, mtbf y disponibilidad, del periodo de 12 meses anteriores al PM y 12 meses con la implementación del plan.

Tabla 7

Contraste de disponibilidad de ambas etapas, Grúa terex RT555-1, del año 2022-2023-2024.

	PRE-TEST	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Contraste
MTBF (horas/falla)	343	630	
MTTR (horas/falla)	108	61	
DISPONIBILIDAD	78%	91%	23%

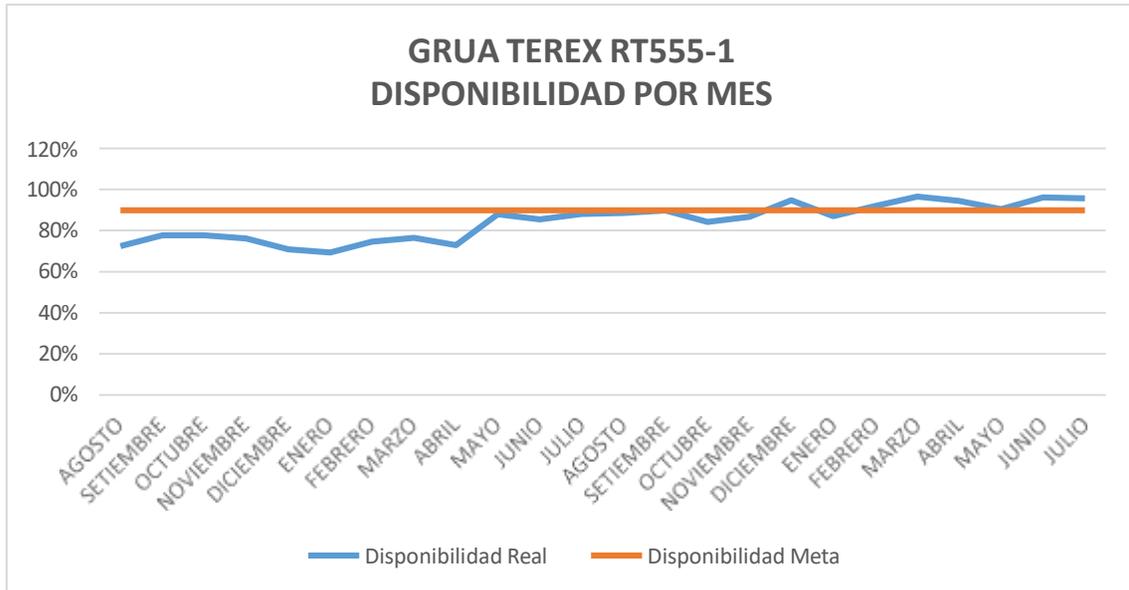
Nota: Elaboración propia.

Este resulta representa un incremento de 23% de disponibilidad respecto a la evaluación inicial que se realizó al equipo siendo este resultado óptimo para la empresa teniendo una mayor cantidad de horas disponibles y reduciendo el tiempo medio en reparación.

En la figura 3 se puede apreciar como es la disponibilidad de la grua terex en el transcurso de los 24 meses de analisis,12 meses en la etapa pre-test y 12 meses con el plan de mantenimiento preventivo, la linea naranja expresa la disponibilidad meta trazada por la empresa de transportes y la linea azul el transcurso de la disponibilidad de forma mensual

Figura 3

Disponibilidad presente en 24 meses de la grúa terex RT555-2, del año 2022-2023-2024.



Nota: Elaboración propia.

Es así que se demostró la variación mensual que ha presentado la grúa en los 24 meses de análisis comprobando el incremento inicial en la etapa de intersección en los meses mayor, junio y julio del 2023 y finalmente el incremento con el plan de mantenimiento preventivo en los 12 meses siguientes.

3.4. Determinar el costo-beneficio del plan de mantenimiento preventivo.

El análisis costo-beneficio es fundamental para cualquier empresa debido a que permite identificar y tomar decisiones estratégicas con el objetivo de la rentabilidad y el éxito a largo plazo con respecto al flujo económico. Además, la adquisición de esta información la empresa puede evitar tomar decisiones impulsivas o basadas en intuiciones que podrían resultar en pérdidas.

En el anexo 2.5 registro de disponibilidad se identificó todas las horas en que el equipo se encontró disponible, en reparación y en operación. Lo cual se sumaron todas las horas de operación multiplicándolas por S/.280 que es beneficio por hora del equipo.

considerando que el pre-test ha tenido un costo de S/.80 114 en 12 meses detallados en el anexo 2.1.1 con 1458 horas en operación como se aprecia en la tabla 8.

Tabla 8

Costo-beneficio del pre-test de la grúa terex RT555-2, de 12 meses del año 2022-2023.

PRE-TEST	
horas	Dinero (/S.)
1	280
1,692	473 760 .0
Mantenimiento correctivo	-80 114
Beneficio neto	393 645.48

En la tabla 8 se obtuvo que en los 12 meses del pre-test la suma de las horas en operación fue 1,692 horas con un beneficio de S/.473 760 .0 restado con el costo del pre-test se obtuvo un beneficio neto de S/393 645.48.

Los resultados obtenidos del plan de mantenimiento preventivos se expresan en la tabla 9 el cual se consiguió una suma de operación del equipo de 2011 horas en 12 meses del 2023-2024.

Tabla 9

Costo-beneficio del plan de mantenimiento preventivo de la grúa terex RT555-2, de 12 meses del año 2023-2024.

Plan de mantenimiento preventivo	
horas	dinero
1	280
2,011	563,080.0
Costo del plan de mantenimiento preventivo	-40000
Beneficio neto	523,080.0

En la tabla 9 se obtuvo que en los 12 meses del pre-test la suma de las horas en operación fue 2011 horas con un beneficio de S/. 563,080.0 restado con el costo del plan de mantenimiento preventivo se obtuvo un beneficio neto de S/. 523,080.0

Lo cual se obtiene una diferencia entre ambas etapas de S/. 129,320.0 representando un incremento del 33% del costo-beneficio respecto al pre-test teniendo este incremento en beneficio para la empresa con el plan de mantenimiento preventivo de la grúa terex rt555-1.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se obtuvo un incremento del 27% de disponibilidad obteniendo inicialmente un valor del 75%, un MTBF de 429 hrs/falla y un MTTR de 111 hrs/falla en 12 meses siendo este un porcentaje promedio que provocaba pérdidas económicas por el tiempo de indisponibilidad que ocasionaban las fallas y la compra de refacciones, por otro lado, la grúa es un equipo que sus funciones o trabajos representan un gran peligro para los trabajadores que la rodea por lo tanto los mantenimientos preventivos son indispensables para garantizar su disponibilidad, es así que con la implementación de este mantenimiento se logró una disponibilidad del 92% con un MTBF de 691 hrs/falla y un MTTR de 62 hrs/falla en 12 meses, con el detalle que los tres meses anteriores se realizó una etapa de transición en el cual se implementó inspecciones diarias con ayuda de inspecciones el cual tiene como función anticipar situaciones anormales que puedan desencadenarse en un falla terminado este periodo se pasó a la etapa del test en cual se adicionó las actividades de mantenimiento preventivo cada 250 horas. La normativa ASME B30.22 "Inspection, testing and maintenance" nos describe las diferentes disposiciones que se debe considerar para un mantenimiento de una grúa u otros equipos, en la sección 22-2.3.1 nos describe que un mantenimiento preventivo debe estar basado en las recomendaciones del fabricante, sección 22-1-1.2 nos detalla los tipos de inspecciones que se deberían de aplicar. Según Cáceres y Huamán (2022) en su investigación sobre el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en grúa hidráulicas logra tener un resultado de 8% de aumento de disponibilidad pasando de

88% a 96% cumpliendo con las demandas y normativas de ASME B30.22, determinaron la criticidad de los dispositivos, sistemas y piezas de las grúas de la empresa Corporación El marvi s.a.c. Por lo tanto, se determina que en ambos casos se implementó un plan de mantenimiento preventivo llegando a un promedio del 94 % y esto se debe que sobre pasar este valor implica varios temas por ejemplo un elevado costo en mantenimiento, disminuir los tiempos de reparación, etc. Situaciones las cuales ya no son factibles para las ganancias. La diferencia de incremento de disponibilidad se debe a que en nuestra investigación se evaluó una grúa Terex RT555-1 de año de fabricación 2008 y la investigación mencionada evalúa 7 grúas con un promedio de años de fabricación del 2018, el cual la grúa terex lleva un mayor periodo sin utilizar un adecuado mantenimiento preventivo teniendo por consecuencia un inferior porcentaje inicial de disponibilidad.

Las actividades de un plan de mantenimiento son el medio a utilizar en la presente tesis para incrementar la disponibilidad tomando dos tipos de actividades la primera son inspecciones diarias la cual detecta cualquier anomalía con la finalidad que se agrava dicha falla y si fuese necesario intervenir con un mantenimiento, el segundo son las actividades que se realizan con una frecuencia de 250 horas siendo las de 250 horas, 500 horas, 1000 horas y 2000 horas las más exhaustivas. Según el manual del mantenimiento el tiempo de chequeo de plan preventivo de la maquina varía entre 8, 40, 160, 250, 500 y 1000 horas excluyendo este orden si la grúa es nueva, por otro lado, detalla todas las definiciones de piezas, sistemas, fluidos, etc. De la grúa terex como también nos alerta que acciones son inadecuadas. Según Calisaya (2012) en su investigación propone una gestión de mantenimiento para una línea amarilla en Lima-Perú, nos informa que si los procesos dependen de los equipos lo más razonable es prevenir antes que reparar, resalta que las fallas deben ser atendidas antes que ocurran con Inspecciones y mantenimientos preventivos, las frecuencias que considera son de 10, 50, 250, 500, 1000, 2000, 6000 horas. en nuestro caso tenemos la frecuencia de mantenimiento de 250 horas, con la inclusión de inspecciones diarias de un promedio de 20 a 30 min diarios no consideramos los mantenimientos antes de

las 250 horas debido a que nuestras inspecciones diarias determinarían si es necesario acelerar el mantenimiento preventivo, considerando que la grúa evaluada su año de fabricación es del 2008.

La implementación del mantenimiento preventivo en la grúa, con un enfoque en los sistemas críticos, ha generado resultados positivos, con un incremento de S/. 129,320.00 en producción durante doce meses, a un costo de S/. 40,000.00 para el plan de mantenimiento, lo que representa un aumento del 23% en la producción. Según Márquez Donayre (2016) en su tesis nos hace referencia la mejora de los procedimientos de mantenimiento debido a que tiene una relación con los costos de intervención en sus equipos en dos meses con la implementación de nuevos procesos de mantenimiento preventivo enfocada a los sistemas críticos, aumentando un 40% en la producción. La diferencia en ambos casos de porcentaje de producción se da por diferentes razones entre ellas tenemos.

Uno de los puntos fuertes de la investigación cuantitativa es su capacidad para determinar relaciones causales entre variables, el plan de mantenimiento preventivo como la variable independiente y la disponibilidad como la variable dependiente, teniendo así que el mantenimiento preventivo obtuvo un resultado de incremento del 38% de disponibilidad provocando este efecto entre las variables. Al controlar otros factores que pueden influir en los resultados, se puede determinar una relación causal más clara entre las variables. La ventaja de utilizar un diseño experimental es el control y manipulación de variables independiente con la finalidad de minimizar el efecto de otras variables que podrían afectar los resultados, del mismo modo la precisión y objetividad de este diseño excluye la influencia de otras variables. Sin embargo, este tipo de diseño experimental también tiene sus debilidades. Unas de las mayores debilidades son las situaciones artificiales, estas investigaciones al tener una situación controlada pueden no reflejar las condiciones reales lo que limita en cierto modo a esta investigación a no globalizar en su totalidad. En ciertas ocasiones este diseño experimental puede ser costoso en tiempo y dinero debido a necesidad de controlar la

variable y reclutar participantes en el caso de no tener claro y definido quienes serán sus participantes.

Cuando una empresa invierte en investigación, está apostando por mejorar sus procesos o servicios, lo que puede resultar en una mayor competitividad en el mercado. Esto a su vez conlleva a un crecimiento económico sostenible. Por ejemplo, si una empresa realiza investigación para aplicar nuevos planes de mantenimiento más eficientes en su proceso, esto no solo reducirá costos y tiempos, sino que también puede tener un impacto positivo en el medio ambiente al reducir el consumo de recursos y la generación de residuos. Además, al mejorar la calidad de sus servicios, la empresa puede satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, lo que les brinda una ventaja competitiva en el mercado.

Es importante destacar que el impacto de los formatos de la investigación no se limita, sino que también puede tener repercusiones a nivel nacional e internacional. Por ejemplo, si una empresa desarrolla nuevas innovaciones que pueden ser compartidas con otras empresas o países, esto puede contribuir al desarrollo económico global y al intercambio de conocimientos y buenas prácticas en el mantenimiento preventivo, de tal modo también el impacto de la investigación apoyara a difundir una cultura de calidad y seguridad en las diferentes empresas que la apliquen.

La relevancia de la investigación en el ámbito empresarial es crucial para generar un impacto positivo y sostenible en el tiempo. Considerando la relevancia social, la investigación puede ayudar a incrementar la productividad y eficiencia de la empresa, lo que a su vez contribuye al desarrollo económico. Cuando una empresa invierte en investigaciones similares, no solo está buscando mejorar su propia productividad y competitividad, sino que también está contribuyendo al desarrollo económico y social de la comunidad en la que opera. Por lo tanto, es importante fomentar la inversión en investigación y promover la colaboración entre empresas, instituciones de investigación y la sociedad en su conjunto para impulsar el desarrollo sostenible.

V. CONCLUSIONES

Se determinó una evaluación inicial de la grúa terex RT555-1 basado en los indicadores MTTR, MTBF y la disponibilidad, teniendo valores totales de 108 horas/falla, 343 horas/falla respectivamente y una disponibilidad de 78% en 12 meses que se analizó la muestra siendo un valor inferior a lo establecido para una grúa afectando al equipo y a la empresa. Por lo tanto, el registro de paradas nos indicó datos sobre cada falla ocurrida y la aplicación de las fórmulas de estos indicadores pueden ser empleadas para la determinación del porcentaje de disponibilidad para demostrar en qué estado se encuentra el equipo.

Se estableció todas las actividades del plan de mantenimiento preventivo clasificada de acuerdo a sistemas y conjuntos de piezas de la grúa, adicionalmente se implementó un formato de inspecciones diarias detectando así fugas, niveles de fluidos bajos, etc. Averías que podrían desencadenarse en fallas graves. Por lo tanto, el cuadro de criticidad nos indicó que sistemas hay que considerar como prioridad, el manual del fabricante, libros relacionados y las experiencias de la empresa proporcionaron información sobre las actividades que se deberían realizar como revisar, cambiar, engrasar, limpiar, drenar e inspeccionar.

Se estableció, cinco sistemas críticos el motor, sistema eléctrico, hidráulicos, neumáticos y el sistema de transmisión, siete sistemas medios crítico como la carrocería-cabina, el chasis, las rodaduras, el sistema de dirección, el sistema de freno, el sistema de suspensión y el sistema de implemento (pluma), y los no críticos fueron los accesorios y la carrocería. Es por ello que se determinó el enfoque de mantenimiento preventivo de acuerdo a la criticidad de cada sistema para que el equipo no presente paradas inesperadas y poder conseguir una mayor disponibilidad. Se determinó la disponibilidad con la implementación del plan de mantenimiento preventivo obteniendo un valor de 91% en promedio de los meses de agosto 2023 a julio 2024 con un MTTR de 61 horas/falla y un MTBF de 630 horas/falla en el cual se implementó inspecciones diarias y otra general semanal, actividades del plan de mantenimiento preventivo dando resultados positivos esta metodología de mantenimiento preventivo predeterminado.

Se determinó un costo beneficio en el pre-test de S/. 393,645.48 y con el plan de mantenimiento preventivo S/. 523,080.0 representando un incremento de S/. 129,434.52 o 33% en periodos anuales, representando valores significativos para la empresa de transportes.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda una revisión y actualización del plan de mantenimiento preventivo anualmente o cuando se detecte una deficiencia o anomalía para evaluar la frecuencia e intensidad de actividades del plan, en caso se detecten es necesario ajustar el plan de acuerdo con el uso real del equipo, las condiciones ambientales y el registro de fallas, debido a que con el transcurso del tiempo la tecnología evoluciona al igual que el mantenimiento como por ejemplo se tendrá lubricante de mejor calidad, actividades predictivas e inspecciones diferentes, etc. Mobley, R.K. (2002)

Se recomienda tener un inventario de repuestos, asegurar que se cuenta con los insumos, piezas y herramientas adecuadas tanto para el mantenimiento preventivo correspondiente como para mantenimiento correctivos posibles en el equipo, debido a que existe la posibilidad de ocurrencia de estos eventos.

Debido a la existencia de la probabilidad de que los trabajadores no le pongan la atención y la elaboración adecuadamente de las inspecciones y actividades del mantenimiento. Se sugiere a las empresas fortalecer sus políticas e inculcar conocimientos de esta herramienta, para que el personal relacionado se vaya inculcando con esta nueva cultura de mantenimiento preventivo, es importante brindar charlas y capacitaciones sobre todo lo que se relacione con el MP y la grúa terex, como por ejemplo la correcta elaboración de las actividades, conocimiento de las piezas críticas del equipo, que aspectos deben inspeccionar a más detalle y cuidado, etc. De este modo, se logrará un mejor servicio de mantenimiento a sus activos y por ende la vida útil de cada uno se prolongará, significando menores costos para la empresa. Francisco G.G. (2015).

Si bien se recomienda la capacitación del personal principalmente el enfoque debería ser en los operadores del equipo debido a la relación que tienen ellos con el equipo es más constante siendo la primera instancia en detectar anomalías y poder actuar con un mantenimiento o inspección detallado para prevenir las fallas, es importante si se llega hacer un relevo de trabajador de operación tengo una comunicación de alguna observación que tuvieron sobre el equipo en su tiempo de operación.

Se recomiendo realizar un mantenimiento predictivo como el análisis de aceite ya que detectara de forma temprana desgastes, contaminación o degradación del lubricante mucho antes de que se produzcan fallas importantes, ya que un mantenimiento correctivo del motor, transmisión, etc. son demasiado costos y demanda un tiempo de reparación extenso lo cual perjudicaría a la empresa. Francisco G.G. (2015).

REFERENCIAS

- Alcántara, M. (2021). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar los índices de confiabilidad en la Empresa Kusimayu S. A. C. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, Universidad Continental, Lima, Perú.
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda Novales, MG (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63 (2), 201-206. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>.
- AVM S.A. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico) Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2004, 196 pp.
- Carlos Fernández Collado, María del Pilar Baptista Lucio. (2017). Selección de la muestra. *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL / Interamericana Editores, s.a. de c.v.
- Cabezas, E., Naranjo, D. y Torres, J. Introducción a la metodología de la investigación científica. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. s.n., 2018. 138 pp. ISBN: 978-9942-765-44-4 [https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Me todologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf)
- Cabezas, E., Naranjo, D. y Torres, J. Introducción a la metodología de la investigación científica. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, 2018. ISBN: 978- 9942-765-44-4
- Cabrera, A. y Ortiz, F. y Cruz, F. Un modelo de minimización de costos de mantenimiento de equipo médico mediante lógica difusa. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época*, 2019, 14(3), págs. 379-396. DOI: <https://doi.org/10.21919/remef.v14i3.410>
- Calvo, J., Pelegrín, A. y GIL, M. Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público. *Retos de la Dirección*, 2018, Vol. 12, págs. 96-118.
- Calzada, J. y Treboux, J. Importancia económica del sector agropecuario y agroindustrial en la República Argentina. *Mercados. Informativo semanal*. Bolsa de Comercio de Rosario, 2019. pág. 8. ISSN: 2796-7824
- CASAS, R. Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de la empresa Terminales Portuarios Peruanos S.A.C. en el año

2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Privada del Norte, 2017. 78 pp.
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12420/Tesis%20-%20Ra%
 Castillo, W. Aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar el Nivel de Servicio en los Equipos Digitales de la Empresa JCDecaux – 2018. Tesis \(Título Profesional de Ingeniero Industrial\) Lima: Universidad César Vallejo, 2018. 119pp.
\[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26196/Castillo_AW.pdf?sequence=1&isAllowed=y\]\(https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26196/Castillo_AW.pdf?sequence=1&isAllowed=y\)](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12420/Tesis%20-%20Ra%c3%bal%20Lenin%20Casas%20Roque.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CANSINO, E. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa. Proyecto (Título de Ingeniero Mecánico) Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2015. 170 pp.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10469>

Christian Kevin Cáceres Sánchez. (2022). “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las grúas hidráulicas articuladas de la empresa corporación El Marvi s.a.c.”. Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico. Universidad Nacional del Callao.

Coro, P. y Cotrina, S. Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para incrementar la Disponibilidad Mecánica de los Equipos de Carguío y Acarreo en la Empresa W&J Minería y Construcción S. A. C. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2021. 83 pp.
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29859/Coro%20Cerqu%
 Domenech, J. Diagrama de Pareto. s.l.: Calidad, s.f. 132](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29859/Coro%20Cerqu%c3%adn%20Percy%20Elvis%20%20Cotrina%20Cieza%20Segundo%20Roger.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

García, G., González, H. Y Cortés, E. Metodología de mantenimiento con posible aplicación en el sector agroindustrial. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2009, 4 (2), págs. 137-150.

GARCÍA, K. Mantenimiento Preventivo en Empresas del Sector construcción de la Región San Martín, Tarapoto, 2017. Tesis (Maestro en Administración de Negocios - MBA) Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2017, 71 pp.
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31593/garcia_bk.pdf?sequence=1&isAllowed=y.](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31593/garcia_bk.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Edgar Sevilla Juárez and Carlos Enrique Escobar Toledo. (2008). The Efficiency of Preventive Maintenance Planning and the Multicriteria Methods: A Case Study. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México.

Ernie Illyani Basri Izatul Hamimi Abdul Razak Hasnida Ab-Samat Shahrul Kamaruddin, (2017)," Preventive Maintenance (PM) planning: a review ", Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 23 Iss 2 pp. - Permanent link to this document: <http://dx.doi.org/10.1108/JQME-04-2016-0014>.

E. Bazán Arroyo, "Proyecto de mejora del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos de mantenimiento en la empresa Setrami SAC. – Trujillo," trabajo de grado. Fac. Ingeniería. Ing. Industrial. Univ. Privada del Norte. Trujillo, Perú, 2018.

Fuad S. Al-Duais, corresponding author, A.-B. A. Mohamed, Taghreed M. Jawa, y Neveen Sayed-Ahmed.(2022). Optimal Periods of Conducting Preventive Maintenance to Reduce Expected Downtime and Its Impact on Improving Reliability. Francisco G.G.(2015).Gestion de mantenimiento: Conceptos, técnicas y aplicaciones.

Moble, R.K. (2002). Maintenance strategy for reliability and maintainability. McGraw-Hill.

Comput Intell Neurosci.

Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. Online (27/03/2000). Revisado el, 14, 112-116.

Hernández Mendoza, S., & Duana Ávila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA, 9(17), 51-53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio. del P., 2014. Metodología de la investigación. Secta edic. mexicana: Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. USBN 978-1-4562-2396-0

Jones, Richard-"Risk Based Management: A Reliability – Centered Approach". Kentucky. Tesis (Maestro en Ciencia) Kentucky: Western Kentucky University, 2018, 115

Lavado, K. A., & Ramírez, R. (2022). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir los fallos en máquinas de producción y

transporte de una empresa comercializadora de carbón mineral, Trujillo 2020 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/31783>.

Marquez, L. Mejora de los procedimientos del mantenimiento preventivo para la reducción del costo de intervención en grúas y descortezadoras. Tesis (Título profesional de ingeniero industrial). 2016.

Mesa Grajales, DH, Ortiz Sánchez, Y., & Pinzón, M. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et Technica*, XII (30), 155-160. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>.

Mujica Cortijo, Greicy Brigitte, Sarmiento Rojas, Edith Vonavi (2020). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las grúas en Agromar S.A.C. – 2020. Perú, Universidad Cesar Vallejo.

Nuria Begué Pedrosa. (2018). Comprensión del muestreo y la distribución muestral en estudiantes de educación secundaria obligatoria y bachillerato. Tesis doctoral. Universidad de Granada. https://www.ugr.es/~fqm126/tesis/Tesis_BegueNuria.pdf

Pérez Rondón, Félix Antonio (2021). Conceptos generales en la gestión de mantenimiento preventivo. Seccional Bucaramanga.

Primero, D, y otros. Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la Fundación Valle del Lili. *Revista Ingeniería Biomédica*, 2015, 9(18), págs. 81 - 87. ISSN 1909-9762.

Reynoso, J. (2021). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo y su influencia en la disponibilidad mecánica en la línea blanca y amarilla de la empresa multiservicios San Francisco de Asis Yarusyacan – Pasco – 2019.

Rodríguez, J. Qué es el diagrama de Ishikawa, para qué sirve, cómo crearlo y ejemplos. HubSpot [En línea] 9 de 2 de 2023. <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>.

Rojas, J. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una Unidad Minera en La Libertad, 2019. Tesis (título Profesional de Ingeniero Industrial) Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2019, 84 pp.

Ruiz, Á. Caracterización de la función mantenimiento en el sector agroindustrial de la región Piura. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Eléctrico) Piura: Universidad de Piura, 2019, 155 pp.

Sánchez, R. t-Student. Usos y abusos. Revista Mexicana de Cardiología, 2015, 26(1) págs. 59-61. SIERRA, G. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias

Sladogna, M. Productividad. Definiciones y Perspectivas para la Negociación Colectiva, 2017. s.l.: Relats

SUN, XIAOMENG. Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement at S Company.

Vásquez, B. S. (2021). Influencia de la metodología FMEA en la disponibilidad operativa de grúas telescópicas modelo R9130-2 de la Empresa Cosmos S. A. Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

UNE-EN 13306. (2018). Mantenimiento - terminología del mantenimiento. Asociación Española de normalización.

Universidad de Sevilla, Descripción general de la metodología RCM. Sevilla España.

Villavicencio García, M.; Ramos Rodríguez, R. (2019). Incrementar la disponibilidad de las grúas portacontenedores de un patio de almacenamiento y reparación de contenedores en Guayaquil. Trabajo final para la obtención del título: Ingeniera Industrial. Tesis de grado. ESPOL. FIMCP.

Woodhouse, Jhon. "Criticality Analysys Revisited", Ther Woodhouse Partnership.

ANEXOS

Anexo 01: Tabla de operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Plan De Mantenimiento	Modelo de gestión que incluye programa de mantenimiento (acciones periódicas preventivas, detectivas), a fin de aumentar la efectividad de estos, desarrollando tareas oportunas, frecuencias, procedimientos de cada actividad, entre otros.	En este estudio, se refiere a las acciones programadas que se realizan en la grúa para evitar su deterioro.	Tipo de actividades de mantenimiento programadas (lubricación, ajustes, limpieza, etc.)	Plan de mantenimiento de la grúa	Nominal
			Frecuencia de las actividades	<ul style="list-style-type: none"> Número de actividades del Plan de mantenimiento de la grúa Número de Inspecciones rutinarias 	Razón
			Criticidad de sistemas	Grado de criticidad=Consecuencia * frecuencia	Ordinal (no crítico, medio crítico y crítico)
			Fallas	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de mantenimiento Descripción de la falla Tiempo de falla Numero de fallas 	Nominal
Disponibilidad	La disponibilidad de un sistema es el porcentaje de tiempo de un sistema en que se encuentra para ser usado(disponible). Para su cálculo debe tener en cuenta el total de paradas por algún tipo de mantenimiento.	La disponibilidad de los equipos permite la continuidad del servicio que se brinda a quienes lo demandan.	Tiempo medio de Falla (MTBF)	Indicador de fallas= (Tiempo disponible- Tiempo inactivo) / (Nro. de paradas)	Razón
			Tiempo medio de reparación (MTTR)	Indicador de reparación=Tiempo de mantenimiento/ (Nro. Correcciones)	

Disponibilidad (D)	Indicador de Disponibilidad= (Tiempo total-Tiempo de mantenimiento) /Tiempo total
--------------------	---

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

Anexo 2.1: Registro de paradas en el plan de mantenimiento preventivo, grúa terex rt 555-1, 12 meses de agosto 2022 a julio 2023

n°	fecha	tipo de mto	descripción de falla	sistema	componente	tiempo de falla (min)
1	1/08/2023	programado	pm1 (250hr)	motor	filtro	5.00
8	8/08/2023	no programado	circulina inoperativa	Sist.electricó	cableado eléctrico	4.00
16	16/08/2023	no programado	sistema de arranque con defecto	Sist.electricó	cableado eléctrico	6.00
22	22/08/2023	no programado	estado de relays en caja de fusibles	Sist.electricó	sensores	3.00
23	23/08/2023	no programado	conexión de relays deteriorado tablero general	Sist.electricó	sensores	2.00
30	30/08/2023	programado	inspección	motor		2.50
40	9/09/2023	programado	pm2 (500)	motor		6.00
45	14/09/2023	no programado	neumático gastado (corte en la cocada) + inspección general	rodadura	aro	2.67
50	19/09/2023	no programado	falla en el sistema de contrapesos	Sist.electricó	sensores	8.00
58	27/09/2023	programado	inspección	Sist.transmisión		2.50
65	4/10/2023	no programado	desgaste del sobre alimentador (fallo de la válvula de descarga)	motor	aftercooler	7.00
73	12/10/2023	no programado	cambio de filtro y aceite hidráulico	Sist.hidraulico		8.33
81	20/10/2023	programado	pm1 (750hr)	motor	filtro	5.00
86	26/10/2023	no programado	desajuste de motores de giro del la tornamesa	carrocería - cabina	motor hidráulico	9.33
115	23-nov-23	no programado	fuga de aceite en caja de transmisión	Sist.transmisión	o-rings	8.17
122	30-nov-23	programado	pm3 (1000 hr)	motor		8.00
129	7-dic-23	no programado	falta de lubricación en los estabilizadores	accesorios	estabilizadores	4.83
141	19-dic-23	programado	cambio de accesorios	Sist.hidraulico	o-rings	4.00
156	3-ene-24	no programado	reparación del sistema de prolongación de grúa	carrocería	cilindros hidráulicos	15.54

			del cilindro #02, #04 y #01			
168	15-ene-24	programado	pm1 (1250 hr)	motor	filtro	5.00
177	24-ene-24	programado	cambio de componente	chasis		4.00
192	8-feb-24	no programado	fuga de combustible en los inyectores	motor	inyectores	8.00
210	26-feb-24	programado	pm2 (1500 hr)	motor	filtro	6.00
225	12-mar-24	no programado	check activo bajo nivel de agua del limpia parabrisas	Sist.electricó	sensores	3.00
235	22-mar-24	no programado	falla en el sensor de oxigeno	Sist.electricó	sensores	3.00
250	6-abr-24	programado	pm1 (1750 hr)	motor	filtro	5.00
254	10-abr-24	no programado	falla en los switches de los estabilizadores	Sist.electricó	switch de control	3.33
269	25-abr-24	programado	cambio de accesorios	Sist. Suspensión	pinos	2.20
282	8-may-24	no programado	falla en el modulo de control	Sist.electricó		3.53
289	15-may-24	programado	cambio de accesorios	carrocería	pernería	1.00
296	22-may-24	no programado	cambio de neumáticos	Sist. Neumático	llanta	2.20
301	27-may-24	programado	pm4 (2000 hr)	motor	filtro	12.00
308	3-jun-24	no programado	falla en el sistema de iluminación por corrosión en terminales	Sist.electricó	fusibles	1.75
317	12-jun-24	no programado	falla en el sistema de contrapesos	Sist.electricó	sensores	1.50
323	18-jun-24	programado	cambio de componente	Sist. Frenos		1.54
330	25-jun-24	programado	inspección	Sist. Frenos		1.78
337	2-jul-24	no programado	cambio de tuberías de combustible y sellos toricos deterioradas	accesorios	manguera/cañería	1.33
344	9-jul-24	programado	Instalación de componentes	motor	componentes	5.00
359	24-jul-24	programado	cambio de accesorios	motor	bomba	1.73

Anexo 2.1: Registro de paradas en el pre-test, grúa terex rt 555-1, 12 meses de agosto 2022 a julio 2023

n°	fecha	tipo de mtto	descripción de falla	sistema	compo nente	tiempo de falla (min)
1	1/08/2022	no programado	pernos desajustados del chasis soporte de faros desajustados	Sist.electríc ó	sensor es	14.83
5	5/08/2022	programado	mantenimiento preventivo	motor	filtro	10.00
11	11/08/2022	no programado	check activo bajo nivel de agua del limpia parabrisas	sist.electríc ó	sensor es	3.00
15	15/08/2022	no programado	limpieza de cajones estabilizadores	accesorios	estabili zadore s	6.00
31	31/08/2022	no programado	accionamiento del pto inoperativo	sist.transmi sión	pto	16.17
37	6/09/2022	no programado	problemas en el sistema de arranque (sistema eléctrico)	sist.electríc ó	arranc ador	11.00
39	8/09/2022	programado	mantenimiento preventivo	motor	filtro	9.00
51	20/09/2022	no programado	presenta rajaduras en el parabrisas	carroceria - cabina	parach oque posteri or	15.00
59	28/09/2022	no programado	falla del sistema de iluminación - faro derecho	sist.electríc ó	focos/f aros	6.83
65	4/10/2022	no programado	fuga de refrigerante en el sistema de refrigeración (radiador)	motor	radiad or	10.00
71	10/10/2022	no programado	mantenimiento preventivo	motor		6.67
80	19/10/2022	no programado	falla en el sistema lmi	sist.electríc ó	sensor es	10.83
82	21/10/2022	no programado	bornes de batería sulfatados	sist.electríc ó	bornes batería	6.33

88	27/10/2022	no programado	falla en el sistema de alarma de retroceso	sist.electrónico	alarmas	6.45
100	8/11/2022	no programado	falla en los swtchs de los estabilizadores	sist.electrónico	switch de control	6.33
103	11/11/2022	no programado	falla en la carga de batería (alternador)	sist.electrónico	alternador	7.50
110	18/11/2022	no programado	pernos desajustados en el aro - neumático delantero	rodadura	llanta	4.00
115	23/11/2022	no programado	falla en el sensor de longitud y Angulo de pluma	sist.electrónico	sensores	13.33
122	30/11/2022	no programado	falla en el sistema de combustible - pre bomba (no genera caudal)	motor	bomba	12.00
129	7/12/2022	no programado	mantenimiento preventivo	sist.transmisión		6.00
136	14/12/2022	no programado	fuga de aceite en el cubo reductor trasero lado izquierdo	accesorios	tapa cubo	26.59
141	19/12/2022	no programado	mantenimiento preventivo	motor		6.00
145	23/12/2022	no programado	neumático gastado (corte en la cocada)	rodadura	llanta	8.00
149	27/12/2022	no programado	falla en el aire acondicionado	sist.electrónico	fusibles	6.00
159	6/01/2023	no programado	cinturón de seguridad roto	accesorios	cinturones de seguridad	6.33
164	11/01/2023	no programado	perdida de potencia del motor (filtro de aire obstruido)	motor	filtro	11.40
171	18/01/2023	no programado	fuga de aceite hidráulico en la entrada de los estabilizadores	accesorios	estabilizadores	10.00
178	25/01/2023	no programado	desgaste de orrines del cilindro hidráulico principal	sist.hidráulico	o-rings	30.00

192	8/02/2023	no programado	falta de engrase en la pluma telescópica	chasis	limpieza general	12.92
199	15/02/2023	no programado	cambio de filtro y aceite hidráulico	Sist.hidráulico		11.33
201	17/02/2023	no programado	mantenimiento preventivo	motor		8.33
206	22/02/2023	no programado	estabilizador delantero - izq doblado	accesorios	estabilizadores	11.40
227	15/03/2023	no programado	rotura de manguera del sistema de refrigeración	motor	manguera/cañería	12.00
234	22/03/2023	no programado	falla en el sistema de frenos	Sist. Frenos	freno de parqueo /estacionamiento	8.00
235	23/03/2023	no programado	falla en el sistema de frenos	sist.electrónico	sensores	5.95
241	29/03/2023	no programado	desgaste del sobre alimentador (fallo de la válvula de descarga)	motor	aftercooler	20.00
255	12/04/2023	no programado	fuga de combustible en los inyectores	motor	inyectores	12.00
262	19/04/2023	no programado	falla en el engranaje de transferencia hacia la pto	sist.transmisión	pto	23.33
269	26/04/2023	no programado	espárragos del neumático posterior - izq (rodados)	rodadura	espárragos	9.67
275	2/05/2023	no programado	fuga de aceite en cubo reductor trasero lado izquierdo	sist.transmisión	cubo	8.00
277	4/05/2023	programado	inspección	accesorios		0.75
282	9/05/2023	programado	inspección	accesorios		0.75
290	17/05/2023	no programado	sistema de arranque defectuoso	sist.electrónico	arrancador	3.00

29 1	18/05/ 2023	progra mado	inspección	accesorios		0.75
29 6	23/05/ 2023	progra mado	inspección	accesorios		0.75
29 8	25/05/ 2023	no progra mado	falta de lubricación en la pluma extensible			4.00
30 2	29/05/ 2023	no progra mado	marcador de combustible inoperativo	sist.electric ó	tablero s de control	4.67
30 5	1/06/2 023	progra mado	inspección	accesorios		0.75
30 7	3/06/2 023	no progra mado	motor con falta de potencia -falla en bomba de inyección principal	motor	bomba	6.50
31 1	7/06/2 023	progra mado	inspección	accesorios		0.75
31 3	9/06/2 023	no progra mado	cambio de niples, cañerías y volandas de aluminio	Sist.hidraul ico	mangu era/ cañerí a	3.00
31 6	12/06/ 2023	progra mado	mantenimiento preventivo	motor	filtro	5.00
31 7	13/06/ 2023	progra mado	inspección	accesorios		0.75
32 5	21/06/ 2023	progra mado	inspección	accesorios		0.75
32 7	23/06/ 2023	no progra mado	cambio de bobina -encendido de arranque	sist.electric ó	arranc ador	4.00
33 1	27/06/ 2023	progra mado	inspección	accesorios		0.75
33 2	28/06/ 2023	no progra mado	cambiar filtro de transmisión	sist.transmi sión	filtro	4.00
33 8	4/07/2 023	no progra mado	cambio de filtro de pre-bomba sucio	motor	filtro	4.00
34 1	7/07/2 023	progra mado	inspección	accesorios		0.75
34 5	11/07/ 2023	progra mado	inspección	accesorios		0.75
34 7	13/07/ 2023	no progra mado	cambio de luces piloto centrado de ruedas, carga de baterías del alternador, freno de parqueo	sist.electric ó	focos/f aros	5.67
35 1	17/07/ 2023	no progra mado	cambio de aceite y filtro	motor	filtro	4.00

354	20/07/2023	programado	inspección	accesorios		0.75
359	25/07/2023	no programado	cambio de sensor de anti two block (a2b) de winche auxiliar	sist.electrónico	sensores	4.00
360	26/07/2023	programado	inspección	accesorios		0.75

ANEXO 2.2.1

Listado de insumos, materiales, herramientas y salario del pre test, grúa Terex RT555-1, del año 2022-2023.

TABLA DE LISTADO DE INSUMOS, MATERIALES, HERRAMIENTAS Y SALARIO					
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	CANTIDAD	UNID	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Filtro de aceite	8	und	S/ 350.00	S/ 2,800.00
2	Aceite de motor	40	galones	S/ 114.55	S/ 4,582.00
3	Aceite de winche	10	galones	S/ 78.00	S/ 780.00
4	Aceite hidráulico	10	galones	S/ 78.00	S/ 780.00
5	Filtro de hidráulico	2	und	S/ 344.00	S/ 688.00
6	Filtro de aire	8	und	S/ 324.00	S/ 2,592.00
7	Filtro de transmisión	4	und	S/ 584.23	S/ 2,336.92
8	Filtro del separador-combustible	4	und	S/ 354.80	S/ 1,419.20
9	Lubricante WD-40	10	und	S/ 23.54	S/ 235.40
10	solvente dieléctrico	6	galones	S/ 64.00	S/ 384.00
11	Refrigerante	20	galones	S/ 80.00	S/ 1,600.00
12	Logotipo y pegatinas	10	und	S/ 10.00	S/ 100.00
13	Pernería	100	und	S/ 2.00	S/ 200.00
15	Fusibles/sensores	20	und	S/ 70.00	S/ 1,400.00
16	Relay	15	und	S/ 40.00	S/ 600.00
17	Buges	10	und	S/ 60.00	S/ 600.00
18	Paño industrial	400	und	S/ 0.58	S/ 232.00
19	Torquímetro	1	und	S/ 150.00	S/ 150.00
20	Luces	40	und	S/ 2.00	S/ 80.00
21	Liquido limpia parabrisas	5	galones	S/ 14.00	S/ 70.00
22	Grasa para cojinete	5	kg	S/ 102.50	S/ 512.50
23	Grasa para pluma	10	lb	S/ 21.50	S/ 215.00
24	Probador de aislamiento	1	und	S/ 190.00	S/ 190.00
25	Mangueras/cañerías	30	und	S/ 580.00	S/ 17,400.00
26	Accesorios de cañerías	30	und	S/ 152.65	S/ 4,579.50
27	O-RINGS	100	und	S/ 1.58	S/ 158.00
28	Termostato	2	und	S/ 80.00	S/ 160.00
29	Switch	20	und	S/ 3.00	S/ 60.00
30	Filtro de combustible	4	und	S/ 140.00	S/ 560.00

31	Espárragos	50	und	S/ 12.00	S/ 600.00
32	Lubricante de cable	10	kg	S/ 80.00	S/ 800.00
33	salario mecánico eléctrico	12	meses	S/ 2,500.00	S/ 30,000.00
34	Cebador de combustible	1	und	S/ 350.00	S/ 350.00
35	Empaquetadura	5	und	S/ 100.00	S/ 500.00
37	Indicadores de tablero	5	und	S/ 50.00	S/ 250.00
38	Pin	5	und	S/ 50.00	S/ 250.00
40	Bomba de inyección	1	und	S/ 300.00	S/ 300.00
41	Herramientas	5	und	S/ 300.00	S/ 1,500.00
42	Transporte y flete	1		S/ 3,000.00	S/ 3,000.00
43	Accesorios eléctricos	10	und	S/ 10.00	S/ 100.00
TOTAL					S/ 83,114.52

ANEXO 2.3.1

Programa de mantenimiento preventivo de 250 horas, grúa Terex RT555-1, del año 2023.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
UNIDAD:	RT555-1	MANTENIMIENTO ->
		250 Hrs
MOTOR PRINCIPAL		
Motor Principal	Cambio de aceite de motor	[]
	Cambio de Filtro de aceite	[]
	Revisar nivel de liquido refrigerante	[]
	Revisar filtro de aire de motor	[]
	Cambio de pre filtro de combustible de motor	[]
	Cambio de filtro de combustible de motor	[]
	Revisar estado de las mangueras y ajuste de abrazaderas	[]
	Revisar estado de las líneas de aire	[]
	Revisar posibles fugas en bomba de agua	[]
	Revisar posibles fugas en radiador	[]
	Revisar estado de las correas y fajas (alternador, ventilador, bomba de agua, etc.)	[]
PLUMA PRINCIPAL		
Pluma Principal	Lubricar PADS de desgaste (aplicar con brocha en 2 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar PADS laterales (aplicar con brocha en 12 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar PADS superiores (aplicar con brocha en 6 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar PADS inferiores (aplicar con brocha en 3 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar polea de extensión de cable (hasta que rebose - 3 puntos de engrase)	[]
	Lubricar polea de contracción de cable (hasta que rebose - 4 puntos de engrase)	[]
	Lubricar eje del pivot de la pluma (hasta que rebose - 2 grasera)	[]
	Lubricar polea de extensión del boom (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar rodillo de extensión del boom (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar polea superior del boom (hasta que rebose - 1 grasera por polea)	[]
	Lubricar polea inferior del boom (hasta que rebose - 1 grasera por polea)	[]
	Lubricar polea auxiliar (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Inspeccionar Gancho principal y poleas	[]
Gancho Principal	Lubricar gancho giratorio de rodamientos (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar la polea del gancho (hasta que rebose - 1 grasera por polea)	[]
Cables de izaje	Inspeccionar estado de cables	[]
	Lubricar cables de izaje	[]
Hoist Principal	Revisar el nivel de aceite	[]
Hoist Auxiliar	Revisar el nivel de aceite	[]
TRANSMISION		
Transmision	Revisar el nivel de aceite	[]
Suspensión	Revisión de presiones de acumuladores de suspensión	[]
Frenos	Revisar el estado de las pastillas de frenos (min 032mm)	[]
	Inspección y control del funcionamiento de los frenos y dirección del equipo con motor apagado	[]
Ruedas	Comprobar apriete de las tuercas de rueda (530Nm)	[]
	Comprobar presión de inflado de los neumáticos	[]
	Comprobar tendencia de desgaste de los neumáticos / posible rotación	[]
SISTEMA OUTRIGGER		
Sistema Outrigger	Lubricar viga de estabilizadores	[]
	Lubricar tubos de soporte de cilindros de gato	[]
	Lubricar tubos de cilindros de gato	[]
	Engrasar columnas (rocié lubricante en la parte inferior de las vigas)	[]
	Engrasar camisa de soporte de tubos	[]
	Inspeccionar el correcto funcionamiento del sistema	[]
Sistema Hidráulico	Inspeccionar posibles fugas en la válvula de control	[]
	Inspeccionar todos los cilindros para detectar posibles fugas o daños	[]
	Inspeccionar y controlar el estado de mangueras, tuberías, conexiones y sus guardas	[]
	Inspeccionar valvulas y actuadores hidraulicos en busca de fugas	[]
SISTEMA ELECTRICO		
Sistema Eléctrico	Revisar el nivel de acido de las baterías	[]
	Revisar el correcto funcionamiento del alternador	[]
	Revisar estado del cableado y fusibles en general	[]
	Revisar el funcionamiento del limpiaparabrisas	[]
	Revisar el correcto funcionamiento del motor de arranque	[]
	Revisión de sistema de iluminación y alarmas	[]
	Revisar la densidad de ácido de las baterías	[]
Sistema A/C	Revisar el estado del sistema de A/C y Calefacción	[]

ANEXO 2.3.2

Programa de mantenimiento preventivo de 500 horas, grúa Terex RT555-1, del año 2023

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
UNIDAD:	RT555-1	MANTENIMIENTO -> 500 Hrs
MOTOR PRINCIPAL		
Motor Principal	Cambio de aceite de motor	[]
	Cambio de Filtro de aceite	[]
	Revisar nivel de líquido refrigerante	[]
	Cambio de filtro de aire de motor	[]
	Cambio de pre filtro de combustible de motor	[]
	Cambio de filtro de combustible de motor	[]
	Revisar estado de las mangueras y ajuste de abrazaderas	[]
	Revisar estado de las líneas de aire	[]
	Revisar posibles fugas en bomba de agua	[]
	Revisar posibles fugas en radiador	[]
	Revisar estado de las correas y fajas (alternador, ventilador, bomba de agua, etc.)	[]
PLUMA PRINCIPAL		
Pluma Principal	Lubricar PADs de desgaste (aplicar con brocha en 2 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar PADs laterales (aplicar con brocha en 12 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar PADs superiores (aplicar con brocha en 6 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar PADs inferiores (aplicar con brocha en 3 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar polea de extensión de cable (hasta que rebose - 3 puntos de engrase)	[]
	Lubricar polea de contracción de cable (hasta que rebose - 4 puntos de engrase)	[]
	Lubricar eje del pivot de la pluma (hasta que rebose - 2 grasera)	[]
	Lubricar polea de extensión del boom (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar rodillo de extensión del boom (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar polea superior del boom (hasta que rebose - 1 grasera por polea)	[]
	Lubricar polea inferior del boom (hasta que rebose - 1 grasera por polea)	[]
	Lubricar polea auxiliar (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Inspeccionar Gancho principal y poleas	[]
	Gancho Principal	Lubricar gancho giratorio de rodamientos (hasta que rebose - 1 grasera)
Lubricar la polea del gancho (hasta que rebose - 1 grasera por polea)		[]
Cables de izaje	Inspeccionar estado de cables	[]
	Lubricar cables de izaje	[]
Hoist Principal	Revisar el nivel de aceite	[]
	Revisar estado del cable principal	[]
Hoist Auxiliar	Revisar el nivel de aceite	[]
	Revisar estado del cable auxiliar	[]
TRANSMISION		
Transmision	Revisar el nivel de aceite	[]
Suspensión	Revisión de presiones de acumuladores de suspensión	[]
Frenos	Revisar el estado de las pastillas de frenos (min 032mm)	[]
	Inspección y control del funcionamiento de los frenos y dirección del equipo	[]
Ruedas	Comprobar apriete de las tuercas de rueda (530Nm)	[]
	Comprobar presión de inflado de los neumáticos	[]
	Comprobar tendencia de desgaste de los neumáticos / posible rotación	[]
SISTEMA OUTRIGGER		
Sistema Outrigger	Lubricar viga de estabilizadores	[]
	Lubricar tubos de soporte de cilindros de gato	[]
	Lubricar tubos de cilindros de gato	[]
	Engrasar columnas (rocié lubricante en la parte inferior de las vigas)	[]
	Engrasar camisa de soporte de tubos	[]
	Inspeccionar el correcto funcionamiento del sistema	[]
Sistema Hidráulico	Inspeccionar posibles fugas en la válvula de control	[]
	Inspeccionar todos los cilindros para detectar posibles fugas o daños	[]
	Inspeccionar y controlar el estado de mangueras, tuberías, conexiones y sus guardas	[]
SISTEMA ELECTRICO		
Sistema Eléctrico	Inspeccionar valvulas y actuadores hidraulicos en busca de fugas	[]
	Revisar el nivel de ácido de las baterías	[]
	Revisar el correcto funcionamiento del alternador	[]
	Revisar estado del cableado y fusibles en general	[]
	Revisar el funcionamiento del limpiaparabrisas	[]
	Revisar el correcto funcionamiento del motor de arranque	[]
Sistema A/C- Calefacción	Revisión de sistema de iluminación y alarmas	[]
	Revisar la densidad de ácido de las baterías	[]
Sistema A/C- Calefacción	Revisar el estado del sistema de A/C y Calefacción	[]

ANEXO 2.3.3.

Programa de mantenimiento preventivo de 1000 horas, grúa Terex RT555-1, del año 2023

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
UNIDAD:	RT555-1	MANTENIMIENTO ->	1,000 Hrs	
MOTOR PRINCIPAL				
Motor Principal	Cambio de aceite de motor		[]	
	Cambio de Filtro de aceite		[]	
	Revisar nivel de liquido refrigerante		[]	
	Cambio de filtro de aire de motor		[]	
	Cambio de pre filtro de combustible de motor		[]	
	Cambio de filtro de combustible de motor		[]	
	Revisar estado de las mangueras y ajuste de abrazaderas		[]	
	Revisar estado de las líneas de aire		[]	
	Revisar posibles fugas en bomba de agua		[]	
	Revisar posibles fugas en radiador		[]	
	Revisar estado de las correas y fajas (alternador, ventilador, bomba de agua, etc.)		[]	
PLUMA PRINCIPAL				
Pluma Principal	Lubricar PADs de desgaste (aplicar con brocha en 2 puntos, cubriendo el área de desgaste)		[]	
	Lubricar PADs laterales (aplicar con brocha en 12 puntos, cubriendo el área de desgaste)		[]	
	Lubricar PADs superiores (aplicar con brocha en 6 puntos, cubriendo el área de desgaste)		[]	
	Lubricar PADs inferiores (aplicar con brocha en 3 puntos, cubriendo el área de desgaste)		[]	
	Lubricar polea de extensión de cable (hasta que rebose - 3 puntos de engrase)		[]	
	Lubricar polea de contracción de cable (hasta que rebose - 4 puntos de engrase)		[]	
	Lubricar eje del pivot de la pluma (hasta que rebose - 2 grasera)		[]	
	Lubricar polea de extensión del boom (hasta que rebose - 1 grasera)		[]	
	Lubricar rodillo de extensión del boom (hasta que rebose - 1 grasera)		[]	
	Lubricar polea superior del boom (hasta que rebose - 1 grasera por polea)		[]	
	Lubricar polea inferior del boom (hasta que rebose - 1 grasera por polea)		[]	
	Lubricar polea auxiliar (hasta que rebose - 1 grasera)		[]	
	Inspeccionar Gancho principal y poleas		[]	
	Gancho Principal	Lubricar gancho giratorio de rodamientos (hasta que rebose - 1 grasera)		[]
		Lubricar la polea del gancho (hasta que rebose - 1 grasera por polea)		[]
Cables de izaje	Inspeccionar estado de cables		[]	
	Lubricar cables de izaje		[]	
Hoist Principal	Revisar el nivel de aceite		[]	
	Revisar estado del cable principal		[]	
Hoist Auxiliar	Revisar el nivel de aceite		[]	
	Revisar estado del cable auxiliar		[]	
Sistema Outrigger	Lubricar viga de estabilizadores		[]	
	Lubricar tubos de soporte de cilindros de gato		[]	
	Lubricar tubos de cilindros de gato		[]	
	Engrasar columnas (rocié lubricante en la parte inferior de las vigas)		[]	
	Engrasar camisa de soporte de tubos		[]	
	Inspeccionar el correcto funcionamiento del sistema		[]	
	Inspeccionar posibles fugas en la válvula de control		[]	
TRANSMISION				
Transmisión	Cambio del aceite de transmisión		[]	
	Cambio de filtro de transmisión		[]	
	Engrasar Juntas y cardanes (hasta que rebose - 6 graseras)		[]	
Diferencial y mandos finales	Cambio del aceite de los diferenciales		[]	
	Cambio del aceite de los mandos finales y ruedas		[]	
Suspensión	Revisión del ajuste de los pernos de fijación de los cilindros de suspensión		[]	
	Revisión de presiones de acumuladores de suspensión		[]	
Frenos	Revisar el estado de las pastillas de frenos (min 032mm)		[]	
	Inspección y control del funcionamiento de los frenos y dirección del equipo		[]	
Ruedas	Comprobar apriete de las tuercas de rueda (530Nm)		[]	
	Comprobar presión de inflado de los neumáticos		[]	
	Comprobar tendencia de desgaste de los neumáticos / posible rotación		[]	
Dirección	Engrasar pines pivot de los cilindros de dirección (hasta que rebose - 8 graseras)		[]	
	Revisión del ajuste de las uniones por tornillo.		[]	
	Control de los daños de las guarniciones de goma		[]	
Pines Pivote	Engrasar los pines pivote superior e inferior (hasta que rebose - 8 graseras)		[]	
Quinta Rueda	Engrasar el pin de la quinta rueda (hasta que rebose - 2 graseras)		[]	

SISTEMA OUTRIGGER		
Cilindros Hidraulicos	Inspeccionar todos los cilindros para detectar posibles fugas o daños	[]
	Inspeccionar y controlar el estado de mangueras, tuberías, conexiones y sus guardas	[]
	Inspeccionar valvulas y actuadores hidraulicos en busca de fugas	[]
Cilindro de levante	Lubricar pin pivote superior (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar pin pivote inferior (hasta que rebose - 2 grasera)	[]
	Revisar nivel de liquido de freno del cilindro	[]
Cilindros Pivote	Engrasar los seguros de los cilindros pivote (hasta que rebose - 4 graseras)	[]
Tornamesa	Cambio de aceite (Revisar Manual 2-15-7 de manual)	[]
	Lubricar tornamesa y piñón de giro (todos los dientes)	[]
	Lubricar cojinetes de tornamesa (hasta que rebose)	[]
SISTEMA ELECTRICO		
Electrico	Revisar el nivel de acido de las baterías	[]
	Revisar el correcto funcionamiento del alternador	[]
	Revisar estado del cableado y fusibles en general	[]
	Revisar el funcionamiento del limpiaparabrisas	[]
	Revisar el correcto funcionamiento del motor de arranque	[]
	Revisión de sistema de iluminación y alarmas	[]
	Revisar la densidad de ácido de las baterías	[]
	Evaluación de borneras y cajas de paso C Superior/C Inferior	[]
Revisar el estado del sistema de A/C y Calefacción	[]	
HIDRAULICO		
Sistema Hidraulico General	Inspección de mangueras hidráulicas	[]
	Inspeccion del filtro hidráulico de retorno	[]
	Inspeccion del aceite hidráulico de tanque secundario	[]
	Inspeccion del filtro hidráulico de succión	[]
	Inspeccion del aceite hidráulico de tanque primario	[]

ANEXO N 2.3.4.

Programa de mantenimiento preventivo de 2000 horas, grúa Terex RT555-1, del año 2023

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
UNIDAD:	RT555-1	MANTENIMIENTO ->
		2,000 Hrs
MOTOR PRINCIPAL		
Motor Principal	Cambio de aceite de motor	[]
	Cambio de Filtro de aceite	[]
	Cambio del liquido refrigerante	[]
	Cambio de filtro de aire de motor	[]
	Cambio de pre filtro de combustible de motor	[]
	Cambio de filtro de combustible de motor	[]
	Revisar estado de las mangueras y ajuste de abrazaderas	[]
	Revisar estado de las líneas de aire	[]
	Revisar posibles fugas en bomba de agua	[]
	Revisar posibles fugas en radiador	[]
Revisar estado de las correas y fajas (alternador, ventilador, bomba de agua, etc.)	[]	
PLUMA PRINCIPAL		
Pluma Principal	Lubricar PADs de desgaste (aplicar con brocha en 2 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar PADs laterales (aplicar con brocha en 12 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar PADs superiores (aplicar con brocha en 6 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar PADs inferiores (aplicar con brocha en 3 puntos, cubriendo el área de desgaste)	[]
	Lubricar polea de extensión de cable (hasta que rebose - 3 puntos de engrase)	[]
	Lubricar polea de contracción de cable (hasta que rebose - 4 puntos de engrase)	[]
	Lubricar eje del pivot de la pluma (hasta que rebose - 2 grasera)	[]
	Lubricar polea de extensión del boom (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar rodillo de extensión del boom (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar polea superior del boom (hasta que rebose - 1 grasera por polea)	[]
	Lubricar polea inferior del boom (hasta que rebose - 1 grasera por polea)	[]
	Lubricar polea auxiliar (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Inspeccionar Gancho principal y poleas	[]
Gancho Principal	Lubricar gancho giratorio de rodamientos (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar la polea del gancho (hasta que rebose - 1 grasera por polea)	[]
Cables de izaje	Inspeccionar estado de cables	[]
	Lubricar cables de izaje	[]
Hoist Principal	Revisar el nivel de aceite	[]
	Revisar estado del cable principal	[]
Hoist Auxiliar	Revisar el nivel de aceite	[]
	Revisar estado del cable auxiliar	[]
Sistema Outrigger	Lubricar viga de estabilizadores	[]
	Lubricar tubos de soporte de cilindros de gato	[]
	Lubricar tubos de cilindros de gato	[]
	Engrasar columnas (rocié lubricante en la parte inferior de las vigas)	[]
	Engrasar camisa de soporte de tubos	[]
	Inspeccionar el correcto funcionamiento del sistema	[]
Inspeccionar posibles fugas en la válvula de control	[]	
TRANSMISION		
Transmisión	Cambio de aceite de transmisión	[]
	Cambio de filtro de transmisión	[]
	Engrasar Juntas y cardanes (hasta que rebose - 6 graseras)	[]
Diferencial y mandos finales	Cambio de aceite de los diferenciales (rellenar si es necesario)	[]
	Cambio de aceite de los mandos finales y ruedas (rellenar si es necesario)	[]
Suspensión	Revisión del ajuste de los pernos de fijación de los cilindros de suspensión	[]
	Revisión de presiones de acumuladores de suspensión	[]
Frenos	Revisar el estado de las pastillas de frenos (min 032mm)	[]
	Inspección y control del funcionamiento de los frenos y dirección del equipo	[]
Ruedas	Comprobar apriete de las tuercas de rueda (530Nm)	[]
	Comprobar presión de inflado de los neumáticos	[]
	Comprobar tendencia de desgaste de los neumáticos / posible rotación	[]
Dirección	Engrasar pines pivot de los cilindros de dirección (hasta que rebose - 8 graseras)	[]
	Revisión del ajuste de las uniones por tornillo.	[]
	Control de los daños de las guarniciones de goma	[]
Pines Pivote	Engrasar los pines pivote superior e inferior (hasta que rebose - 8 graseras)	[]
Quinta Rueda	Engrasar el pin de la quinta rueda (hasta que rebose - 2 graseras)	[]

SISTEMA OUTRIGGER		
Cilindros Hidraulicos	Inspeccionar todos los cilindros para detectar posibles fugas o daños	[]
	Inspeccionar y controlar el estado de mangueras, tuberías, conexiones y sus guardas	[]
	Inspeccionar valvulas y actuadores hidraulicos en busca de fugas	[]
Cilindro de levante	Lubricar pin pivote superior (hasta que rebose - 1 grasera)	[]
	Lubricar pin pivote inferior (hasta que rebose - 2 grasera)	[]
	Revisar nivel de liquido de freno del cilindro	[]
Cilindros Pivote	Engrasar los seguros de los cilindros pivote (hasta que rebose - 4 graseras)	[]
Tornamesa	Cambio de aceite (Revisar Manual 2-15-7 de manual)	[]
	Lubricar tornamesa y piñón de giro (todos los dientes)	[]
	Lubricar cojinetes de tornamesa (hasta que rebose)	[]
SISTEMA ELECTRICO		
Electrico	Revisar el nivel de acido de las baterías	[]
	Revisar el correcto funcionamiento del alternador	[]
	Revisar estado del cableado y fusibles en general	[]
	Revisar el funcionamiento del limpiaparabrisas	[]
	Revisar el correcto funcionamiento del motor de arranque	[]
	Revisión de sistema de iluminación y alarmas	[]
	Revisar la densidad de ácido de las baterías	[]
	Evaluación de borneras y cajas de paso C Superior/C Inferior	[]
	Revisar el estado del sistema de A/C y Calefacción	[]
Cambio de Filtro de A/C	[]	
HIDRAULICO		
Sistema Hidraulico General	Inspección de mangueras hidráulicas	[]
	Cambio de filtro hidráulico de retorno	[]
	Cambio de aceite hidráulico de tanque secundario	[]
	Cambio de filtro hidráulico de succión	[]
	Cambio de aceite hidráulico de tanque primario	[]

ANEXO 2.4.1

Instrumento de inspección rutinario de la grúa terex RT555-1

		CHECK LIST PRE-USO DE GRUA MOVILES			
MARCA Y MODELO:		OPERADOR:		FECHA Y HORA:	
NºSERIE:		RIGGER:		SUPERVISOR:	
ACTIVIDADES DE INSPECCION		SATISFACTORIO	AJUSTAR	REPARAR	OBSERVACIONES
1	Equipo cuenta con certificacion vigente				
2	Pluma o brazo (lubricacion-fugas-daños)				
3	Estabilizadores (lubricacion-fugas-daños)				
4	Ganchos de levante (estado)				
5	Lenguetas de gancho (estado)				
6	Diagrama de carga-grafico de capacidad (estado)				
7	Diagrama de señales y advertencias (estado)				
8	Circulina color naranja (funcionamiento)				
9	Sistema o alarma audible para traslacion (giro)				
10	Cables (cubierta, limpieza y estado)				
11	Pernos de fijacion				
12	Parada de emergencia (funcionamiento)				
13	Extintor. Botiquin y kit antiderrame (estado)				
14	Nivel del fluido del tanque de combustible				
15	Nivel del fluido del motor del carter				
16	Nivel del fluido del radiador				
17	Nivel del fluido del eje				
18	Alarma de retroceso (funcionamiento)				
19	Presencia de aceite o perdida de lubricantes (fugas)				
20	Pasteca, poleas y protectores (limpieza, estado)				
21	Cable metalico, poleas y protectores (daños-lubricacion)				
22	Enrolle adecuado del cable				
23	Embrague y frenos (funcionamiento)				
24	Contra pesos (fijaciones)				
25	Acoples, mangueras y sistema hidraulico (fugas-limpieza)				
26	Neumaticos (estado, presion de aire)				
27	Par de torcion de la tuerca de las ruedas (4)				
28	Pasadores y pines (limpieza, lubricacion, estado)				
29	Protectores de la maquina				
30	Acoplamiento, terminales de cables				
31	Grapas (estado)				
32	Eslabones (eslabones)				
33	Otro				

Anexo 2.4.2

Instrumento de Inspección general de la grúa terex rt555-1

<u>MANTENIMIENTO PREVENTIVO, INSPECCIÓN GENERAL</u>			
<u>EMPRESA:</u>	UNA EMPRESA DE TRANSPORTES	<u>FECHA INGRESO</u>	
<u>DETALLES DE EQUIPO</u>	GRÚA TEREX RT555-1	<u>HORA INICIO</u>	
<u>SECCION/TALLER</u>	MANTENIMIENTO	<u>HORA FIN</u>	
MOTOR PRINCIPAL			
MOTOR PRINCIPAL	Revisar nivel de líquido refrigerante		[]
	Revisar estado de las mangueras y ajuste de abrazaderas		[]
	Revisar estado de las líneas de aire		[]
	Revisar posibles fugas en bomba de agua		[]
	Revisar posibles fugas en radiador		[]
	Revisar estado de las correas y fajas (alternador, ventilador, bomba de agua, etc.)		[]
PLUMA PRINCIPAL			
PLUMA PRINCIPAL	Inspeccionar Gancho principal y poleas		[]
Cables de izaje	Inspeccionar estado de cables		[]
Hoist Principal	Revisar el nivel de aceite hidráulico		[]
TRANSMISION			
Transmisión	Revisar el nivel de aceite		[]
Suspensión	Revisión de presiones de acumuladores de suspensión		[]
	Inspección y control del funcionamiento de los frenos y dirección del equipo con motor apagado		[]
SISTEMA OUTRIGGER			
	Inspeccionar posibles fugas en la válvula de control		[]
Sistema Hidráulico	Inspeccionar todos los cilindros para detectar posibles fugas o daños		[]
	Inspeccionar y controlar el estado de mangueras, tuberías, conexiones y sus guardas		[]
	Inspeccionar válvulas y actuadores hidráulicos en busca de fugas		[]
SISTEMA ELÉCTRICO			
SISTEMA ELÉCTRICO	Revisar el correcto funcionamiento del alternador		[]
	Revisar estado del cableado y fusibles en general		[]
	Revisar el funcionamiento del limpiaparabrisas		[]
	Revisar el correcto funcionamiento del motor de arranque		[]
	Revisión de sistema de iluminación y alarmas		[]
Sistema A/C	Revisar el estado del sistema de A/C y Calefacción		[]
OTROS			
Otros	Inspeccionar elementos de fijación de gancho para traslado		[]
	Lubricar bisagras de las puertas		[]
	Limpieza de cabinas		[]

ANEXO 2.5

Registro de disponibilidad de la grúa terex rt555-1

REGISTRO DE DISPONIBILIDAD																									
AÑO (2022)					AÑO (2023)								2024												
GRUATEREX RT555-1	PRE TEST										INTERSECCION			TEST											
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
CORTE	31-Ago-22	30-Sep-22	31-Oct-22	30-Nov-22	31-Dic-22	31-Ene-23	28-Feb-23	31-Mar-23	30-Abr-23	31-May-23	30-Jun-23	31-Jul-23	31-Ago-23	30-Sep-23	31-Oct-23	30-Nov-23	31-Dic-23	31-Ene-24	29-Feb-24	31-Mar-24	30-Abr-24	31-May-24	30-Jun-24	31-Jul-24	
TIEMPO DISPONIBLE (HR)	181	189	181	181	181	189	174	196	167	189	181	174	196	189	189	181	166.75	188.5	174	174	188.5	195.75	174	188.5	
TIEMPO MUERTO	50	42	40	43	53	58	44	46	45	23	26	21	23	19	30	24.03	8.83	24.54	14.00	6.00	10.53	18.73	6.57	8.06	
TIEMPO OPERATIVO	131	147	141	138	129	131	130	150	122	166	155	153	173	169	159	157	158	164	160	168	178	177	167	180	
Nº De PARADAS NO PROGRAMADAS	4	3	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	4	2	3	1	1	1	1	4	1	2	2	1	
Nº De PARADAS PROGRAMADAS	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	6	4	2	2	1	1	1	2	1	4	2	2	2	2	
Nº De PARADAS TOTALES	5	4	5	5	5	4	4	4	3	8	10	8	6	4	4	2	2	3	2	8	3	4	4	3	
MTBF Real (HR)	26	37	28	28	26	33	33	37	41	21	16	19	29	42	40	79	79	55	80	21	59	44	42	60	
MTBF META	10	26	37	37	37	37	37	37	37	41	41	41	41	41	42	42	79	79	79	80	80	80	80	80	
MTTR Real (HR)	10	10	8	9	11	14	11	11	15	3	3	3	4	5	7	12	4	8	7	1	4	5	2	3	
MTTR META	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	
Nota:																									
Para el CORTE son las fechas del cierre de cada mes.																									
Para el MTBF Meta y el MTTR Meta tenemos que tener undato historico anterior.																									
Comprobacion	181	189	181	181	181	189	174	196	167	189	181	174	196	189	189	181	167	189	174	174	189	196	174	189	
Resultado	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	
Nota:																									
La comprobacion para cuadrar los calculos realizados																									
Comprobacion= (MTBF Real + MTTR Real)* # de Falas																									
Disponibilidad Real	72%	78%	78%	76%	71%	69%	75%	77%	73%	88%	86%	88%	89%	90%	84%	87%	95%	87%	92%	97%	94%	90%	96%	96%	
Disponibilidad Meta	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	
Nota: La Disponibilidad Meta es 90%																									

ANEXO 03

Matriz evaluación por juicio de expertos

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** ... con DNI N° ... 09599387.... **MAGISTER**.... EN ... **ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS** ... CIP N° 20 8704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO**... desempeñándome como ... **DOCENTE UNIVERSITARIO** ... en ... **LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **INSPECCIÓN PRE-USO DE GRÚA MÓVILES**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”.

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Moquegua** ... el día ... **17** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Mg : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**

DNI : **09599387**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**

E-mail : ecudrosc@pucep.pe



Edwin Huber Cuadros Camposano
ING. MECANICO
R. CIP. N° 208704

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **FREO UBALDO ZEBALLOS VILCA** ... con DNI N° ... 40001768.... **INGENIERO**.... EN ... **MECÁNICA** ... CIP N° 208704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO** ... desempeñándome como ... **ESPECIALISTA TECNICO II** ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **INSPECCIÓN PRE-USO DE GRÚA MÓVILES**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **6** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

ING. : FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
DNI : 42001768
ESPECIALIDAD : INGENIERÍA MECÁNICA
E-MAIL : fredzeballosvilca@gmail.com


FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
INGENIERO MECANICO
CIP. N° 122659

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI** ... con DNI N° ... 29383473.... **INGENIERO**.... EN ... **MECÁNICA ELÉCTRICA** ... CIP N° 44916 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA** ... desempeñándome como ... **SUPERVISOR DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO** ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **INSPECCIÓN PRE-USO DE GRÚA MÓVILES**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: **“Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes”**. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **MOQUEGUA** ... el día ... **17** ... del mes de **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Ing. : **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI**

DNI : **29383473**

Especialidad : **MECANICO ELECTRICISTA**

E-mail : solenging@gmail.com



.....
Ing. David N. Guevara Yanqui
Ingeniero Mecánico Electricista
CIP N° 44916

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** ... con DNI N° ... 09599387.... **MAGISTER**... EN ... **ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS** ... CIP N° 208704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO** ... desempeñándome como ... **DOCENTE UNIVERSITARIO** ... en ... **LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **GASTOS EN EL MANTENIMIENTO**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **6** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Mg. : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**

DNI : **09599387**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**

E-mail : ecudrosc@pucp.pe



Edwin Huber Cuadros Camposano
ING. MECANICO
R. CIP. N° 208704

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **FREO UBALDO ZEBALLOS VILCA** ... con DNI N° ... 40001768.... **INGENIERO**.... EN ... **MECÁNICA** ... CIP N° 208704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO** ... desempeñándome como ... **ESPECIALISTA TÉCNICO II** ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

• **GASTOS EN EL MANTENIMIENTO**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **MOQUEGUA** ... el día ... **17** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

ING. : FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
DNI : 42001768
ESPECIALIDAD : INGENIERÍA MECÁNICA
E-MAIL : fredzeballosvilca@gmail.com


FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
INGENIERO MECANICO
CIP. N° 122659

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI** ... con DNI N° ... 29383473.... **INGENIERO....**
EN... **MECÁNICA ELÉCTRICA** ... CIP N° 44916 ... de profesión ...**INGENIERO**
MECÁNICO ELECTRICISTA ... desempeñándome como ... **SUPERVISOR DEL AREA DE**
MANTENIMIENTO ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

• **GASTOS EN EL MANTENIMIENTO**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **MOQUEGUA** ... el día ... **17** ... del mes de **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Mg. : **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI**
DNI : **29383473**
Especialidad : **MECANICO ELECTRICISTA**
E-mail : solenging@gmail.com



Ing. David N. Guevara Yanqui
Ingeniero Mecánico Electricista
CIP N° 44916

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** ... con DNI N° ... 09599387.... **MAGISTER**... EN ... **ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS** ... CIP N° 208704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO** ... desempeñándome como ... **DOCENTE UNIVERSITARIO** ... en ... **LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **REGISTRO DE DISPONIBILIDAD**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **6** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Mg. : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**

DNI : **09599387**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**

E-mail : ecuadros@pucp.pe



Edwin Huber Cuadros Camposano
ING. MECANICO
R. CIP. N° 208704

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI** ... con DNI N° ... 29383473.... **INGENIERO**.... EN ... **MECÁNICA ELÉCTRICA** ... CIP N° 44916 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA** ... desempeñándome como ... **SUPERVISOR DEL AREA DE MANTENIMIENTO** ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

• **REGISTRO DE DISPONIBILIDAD**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **MOQUEGUA** ... el día ... **17** ... del mes de **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Ing. : **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI**
DNI : **29383473**
Especialidad : **MECANICO ELECTRICISTA**
E-mail : solenging@gmail.com



Ing. David N. Guevara Yanqui
Ingeniero Mecánico Electricista
CIP N° 44916

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **FREO UBALDO ZEBALLOS VILCA** ... con DNI N° ... 40001768.... **INGENIERO**.... EN ... **MECÁNICA** ... CIP N° 208704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO** ... desempeñándome como ... **ESPECIALISTA TÉCNICO II** ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

• **REGISTRO DE DISPONIBILIDAD**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **MOQUEGUA** ... el día ... **17** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

ING. : FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
DNI : 42001768
ESPECIALIDAD : INGENIERÍA MECÁNICA
E-MAIL : fredzeballosvilca@gmail.com


FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
INGENIERO MECANICO
CIP. N° 122659

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** ... con DNI N° ... 09599387.... **MAGISTER**... EN ... **ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS** ... CIP N° 208704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO** ... desempeñándome como ... **DOCENTE UNIVERSITARIO** ... en ... **LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **REGISTRO DE FALLAS**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad De Una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”.

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad		X			
2. Objetividad		X			
3. Actualidad		X			
4. Organización		X			
5. Suficiencia		X			
6. Intencionalidad		X			
7. Consistencia		X			
8. Coherencia		X			
9. Metodología		X			

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **7** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Mg. : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**

DNI : **09599387**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**

E-mail : ecuadros@pucp.pe



Edwin Huber Cuadros Camposano
ING. MECANICO
R. CIP. N° 208704

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **FREO UBALDO ZEBALLOS VILCA** ... con DNI N° ... 40001768.... **INGENIERO**.... EN ... **MECANICA** ... CIP N° 208704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO** ... desempeñándome como ... **ESPECIALISTA TECNICO II** ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

• **REGISTRO DE FALLAS**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **MOQUEGUA** ... el día ... **17** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

ING. : FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
DNI : 42001768
ESPECIALIDAD : INGENIERÍA MECÁNICA
E-MAIL : fredzeballosvilca@gmail.com


FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
INGENIERO MECANICO
CIP. N° 122659

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI** ... con DNI N° ... 29383473.... **INGENIERO**... EN ... **MECÁNICA ELÉCTRICA** ... CIP N° 44916 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA** ... desempeñándome como ... **SUPERVISOR DEL AREA DE MANTENIMIENTO** ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **REGISTRO DE FALLAS**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **MOQUEGUA** ... el día ... **17** ... del mes de **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Ing. : **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI**

DNI : **29383473**

Especialidad : **MECANICO ELECTRICISTA**

E-mail : solenging@gmail.com



.....
Ing. David N. Guevara Yanqui
Ingeniero Mecánico Electricista
CIP N° 44916

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **FREO UBALDO ZEBALLOS VILCA** ... con DNI N° ... 40001768.... **INGENIERO**.... EN
... **MECÁNICA** ... CIP N° 208704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO** ...
desempeñándome como ... **ESPECIALISTA TÉCNICO II** ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **MOQUEGUA** ... el día ... **17** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

ING. : FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
DNI : 42001768
ESPECIALIDAD : INGENIERÍA MECÁNICA
E-MAIL : fredzeballosvilca@gmail.com



FRED UBALDO ZEBALLOS VILCA
INGENIERO MECANICO
CIP. N° 122659

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI** ... con DNI N° ... 29383473.... **INGENIERO**.... EN ... **MECÁNICA ELÉCTRICA** ... CIP N° 44916 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA** ... desempeñándome como ... **SUPERVISOR DEL AREA DE MANTENIMIENTO** ... en ... **HOSP II MOQ-ESSALUD** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación De Plan De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad de una Grúa Terex RT555-1 En Una empresa de transportes**”. Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MOSCOSO ORTIZ JHOAN NOE
- RAMOS MAMANI YERMY EDWIN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **MOQUEGUA** ... el día ... **17** ... del mes de **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Ing. : **DAVID NICANOR GUEVARA YANQUI**

DNI : **29383473**

Especialidad : **MECÁNICO ELECTRICISTA**

E-mail : solenging@gmail.com



.....
Ing. David N. Guevara Yanqui
Ingeniero Mecánico Electricista
CIP N° 44916

ANEXO 04

Resultado de similitud del programa turnitin

7_TESIS_FINAL_MOSCOSO_RAMOS.pdf.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repository.upb.edu.co:8080 Fuente de Internet	1%
5	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	tangara.uis.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	files.usef.org Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	<1%

ANEXO 5

Nombre de la revista científica: Revista de investigación Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Universidad del Perú. Decana de América

Link de la revista científica:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/index>

Industrial Data

← Volver a Envíos

Flujo de trabajo: **Publicación**

Envío | Revisión | Editorial | Producción

Archivos de envío Buscar

artículo científico final ramos y moscoso.docx diciembre 21, 2023 Texto del artículo

Descargar todos los archivos

Discusiones previas a la revisión Añadir discusión

Nombre	De	Última respuesta	Responder	Cerrar
Comentarios para el editor/a	Jhoan	-	0	0
	2023-12-21 09:26			

ANEXO 6



CARTA DE ACEPTACIÓN DE PROYECTO INVESTIGACION

Transportes y grúas Max E.i.r.l.

llo, 23 de junio del 2023

Señores:

Jhoan Noe Moscoso Ortiz

Yermy Edwin Ramos Mamani

Cordial saludo.

Por este medio yo, José Luis Puma Jallo identificado con DNI N°, me complace notificarle la aceptación del proyecto investigación "Implementación de plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar da disponibilidad de una grúa Terex RT555-1 en Transportes y grúas" a llevarse a cabo por la empresa "Transportes y grúas Max eirl".

Como se indicó en la presentación del proyecto Jhoan Noe Moscoso Ortiz y Yermy Edwin Ramos Mamani, estarán a cargo del proyecto de investigación. Por su lado, la empresa Transportes y grúas Max EIRL siendo responsable José Luis Puma Jallo.

Estamos seguros de que la culminación de este proyecto se llevará a cabo bajo las condiciones y características estipuladas por la empresa.

Atentamente,



**TRANSPORTES
Y GRUAS MAX**
José Luis Puma Jallo
GERENTE

José Luis Puma Jallo
Gerente General
Transportes y grúas Max EIRL
Celular: 953681414

ANEXO 7

Anexo 7.1

Criticidad por sistema, Grúa terex RT555-1, del año 2022-2023.

CRITICIDAD POR SISTEMA								
SISTEMA	FRECUENCIA	FLEXIBILIDAD	IMPACTO OPER.	COSTOS	SEG.AMB.HIG	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	CATEGORIA
ACCESORIOS	2	1	3	1	2	6	12	NC
CARROCERÍA	2	2	7	1	2	17	34	NC
CARROCERÍA - CABINA	3	2	6	1	2	15	45	MC
CHASIS	1	4	7	2	2	32	32	MC
MOTOR	2	4	10	3	2	45	90	C
RODADURA	2	4	6	2	1	27	54	MC
SIST.DIRECCIÓN	2	2	10	2	2	24	48	MC
SIST.ELÉCTRICO	2	4	7	2	8	38	76	C
SIST.FRENOS	1	2	8	2	6	24	24	MC
SIST.HIDRAULICO	2	4	8	1	4	37	74	C
SIST.NEUMÁTICO	3	4	10	2	5	47	141	C
SIST.SUSPENSIÓN	2	2	6	2	3	17	34	MC
SIST.TRANSMISIÓN	3	4	9	3	2	41	123	C
SIST. IMPLEMENTO (PLUMA)	1	4	7	2	3	33	33	MC

Nota: En la tabla se muestra las categorías de criticidad de cada sistema de la grúa terex RT555-1 de 12 meses en los años 2022 y 2023. Fuente: Elaboración propia (2023).