

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Propuesta para implementar métodos de mantenimiento
y obtener indicadores de disponibilidad aplicado a la
maquinaria pesada que pertenece a la Municipalidad
Distrital Samuel Pastor**

Edmundo Manuel Beltran Aleman

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2021

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes de la Universidad Continental, alma mater de profesionales competentes.

A los maestros, por incluir de manera desprendida sus conocimientos.

A los funcionarios de la Municipalidad Distrital Samuel Pastor, por su colaboración y apoyo.

DEDICATORIA

A mi madre y a mis hijos que son mi principal motor y motivo.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA	III
TABLA DE CONTENIDOS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	1
1.1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	1
1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	2
1.3. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	3
1.4. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	3
1.5. VISIÓN Y MISIÓN	4
1.5.1. Visión.....	4
1.5.2. Misión	5
1.6. BASE LEGAL O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS.....	5
1.7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN DONDE EL BACHILLER REALIZA LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	6
1.8. DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	6
CAPÍTULO II. ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	8
2.1. ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	8
2.1.1. Cargador frontal WA-180 – Komatsu.....	9
2.1.2. Motoniveladora Cheng Gong MG-1320B.....	12

2.1.3.	Rodillo vibratorio Sany YZ12C.....	13
2.2.	IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.....	15
2.3.	OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.....	18
2.3.1.	Objetivos generales.....	18
2.3.2.	Objetivos específicos.....	18
2.4.	JUSTIFICACIONES DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.....	18
2.4.1.	Justificación teórica.....	18
2.4.1.1.	Distribución de Weibull.....	18
2.4.1.2.	Plan de mantenimiento basado en RCM.....	20
2.4.2.	Justificación práctica.....	20
2.5.	RESULTADOS ESPERADOS.....	20
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....		21
3.1.	BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS.....	21
3.1.1.	Bases normativas.....	21
3.1.2.	Plan de mantenimiento basado en el RCM.....	21
3.1.2.1.	Análisis de los fallos potenciales.....	22
3.1.2.2.	Acciones tendentes a evitar los fallos.....	22
3.1.2.3.	Las siete preguntas clave.....	23
3.1.2.4.	Las 10 fases de la técnica RCM.....	23
3.1.3.	Cálculos de fiabilidad y disponibilidad.....	25
3.1.3.1.	Linealización de la distribución de Weibull.....	27
3.1.3.2.	Linealización de la distribución exponencial.....	28
CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....		31
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	31

4.1.1.	Enfoque de las actividades profesionales.....	31
4.2.	IMPLEMENTOS DE SOLUCIÓN	36
4.3.	NIVELES DE DESEMPEÑO	36
4.3.1.	Análisis	36
4.4.	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	36
4.4.1.	Recolección de información.....	37
4.4.1.1.	Cargador frontal WA-180 – Komatsu	37
4.4.2.	Linealizaciones de las distribuciones exponencial y de Weibull	39
4.4.2.1.	Etapa 1. Mortalidad infantil (falla decreciente o temprana)	40
4.4.2.2.	Etapa 2. Vida útil del activo (falla constante o aleatoria).....	40
4.4.2.3.	Etapa 3. Desgaste o envejecimiento (falla creciente)	41
4.4.3.	Cálculo de Disponibilidad	43
4.4.4.	Alcance de las actividades profesionales	46
4.4.5.	Entregables de las actividades profesionales IT (Informes de Trabajo) 46	
4.5.	ASPECTOS TÉCNICOS DE LAS ACTIVIDAD PROFESIONAL.....	47
4.5.1.	Metodología.....	47
4.5.2.	Técnica	47
4.5.2.1.	Técnica de la observación	47
4.5.2.2.	Tecnología, computadoras, hardware y software	48
4.5.2.3.	Técnica documental.....	48
4.5.3.	Instrumentos.....	48
4.5.4.	Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades.....	49
4.6.	EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	50
4.6.1.	Cronograma de actividades realizadas.....	50
4.6.2.	Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales	51
4.6.2.1.	Inspección y análisis	51

4.6.2.2. Plan de trabajo.....	51
4.6.2.3. Elaboración de documentos.....	51
CAPÍTULO V. RESULTADOS.....	52
5.1. RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	52
5.2. LOGROS ALCANZADOS.....	52
5.3. DIFICULTADES ENCONTRADAS	53
5.4. PLANTEAMIENTO DE MEJORAS.....	54
5.4.1. Metodología propuesta.....	54
5.4.2. Descripción de la implementación	54
5.5. ANÁLISIS.....	55
5.6. APORTE DEL TESISISTA EN LA INSTITUCIÓN.....	55
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
TÉRMINOS Y DEFINICIONES	61
ANEXO 1. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO CARGADOR FRONTAL WA-180 – KOMATSU	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la ubicación de la Municipalidad Distrital Samuel Pastor	1
Figura 2. Organigrama de la Municipalidad Distrital Samuel Pastor	4
Figura 3. Desarrollo de las actividades	9
Figura 4. Cargador frontal WA-180 – Komatsu	11
Figura 5. Motoniveladora Cheng Gong MG-1320B	13
Figura 6. Rodillo Vibratorio Sany YZ12C.....	15
Figura 7. Descripción grafica de los resultados de la Tabla 5.....	17
Figura 8. Diagrama de población de fallas contra el tiempo.....	19
Figura 9. Comparación de las funciones estadísticas	26
Figura 10. Comparación índices de determinación	29
Figura 11. Análisis del diagrama de causa-efecto empleado para la maquinaria pesada	31
Figura 12. Curva de la bañera.....	41
Figura 13. Distribución de Weibull del cargador frontal WA-180 – Komatsu	42
Figura 14. Gráfico de la Fiabilidad e Infiabilidad del cargador frontal WA-180 – Komatsu	44
Figura 15. Gráfico del mantenimiento del cargador frontal WA-180 – Komatsu.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica de la maquinaria pesada cargador frontal WA-180	10
Tabla 2. Ficha técnica de la maquinaria pesada motoniveladora Cheng Gong MG-1320B.....	12
Tabla 3. Ficha técnica de la maquinaria pesada rodillo vibratorio Sany YZ12C.....	14
Tabla 4. Cartilla de control mensual de maquinaria	16
Tabla 5. Resumen de actividades por cada maquinaria pesada.....	17
Tabla 6. Distribuciones acumuladas de probabilidad	25
Tabla 7. Periodo de evaluación.....	32
Tabla 8. Tiempo de paradas de los sistemas afectados	32
Tabla 9. Cantidad de fallas y componentes afectados	33
Tabla 10. Análisis de los cinco por qué de la causa de desgastes de sistemas	35
Tabla 11. Cuadro de fallas de los sistemas del cargador frontal WA-180 – Komatsu	37
Tabla 12. Análisis de fallas del cargador frontal WA-180 – Komatsu.....	39
Tabla 13. Etapa de evaluación del cargador frontal WA-180 – Komatsu	42
Tabla 14. Análisis de Fiabilidad e Infiabilidad del cargador frontal WA-180 – Komatsu	43
Tabla 15. Análisis del mantenimiento del cargador frontal WA-180 – Komatsu	44
Tabla 16. Cronograma de las actividades realizadas.....	50
Tabla 17. Indicadores de metas propuestas	52

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional describe el plan de trabajo que aplica el sistema de mantenimiento RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) y el modelo estadístico de Weibull al área de maquinarias de la Municipalidad Distrital Samuel Pastor, la cual se encarga de prestar servicios de alquiler de maquinaria pesada para el sector poblacional, privado y las propias necesidades de la institución. El objetivo es mejorar la gestión de mantenimiento a través de la implementación planes, así como identificar las fallas de la maquinaria pesada denominadas “fallas mecánicas o de mala operación”, así como su estado situacional. Se concluye que las necesitan reparaciones inmediatas, que existe una disponibilidad de ellas en 73.44%, y se pretende mejorar este resultado, se implementará formatos estándar, mejorar los tiempos de reparación, detección de la falla, análisis de logística para conseguir los repuestos y organizar los recursos necesarios, se debe continuar con el proceso de adquisición de los indicadores de fiabilidad y mantenibilidad, ya que proporcionan información válida y de confianza sobre hacia donde se deben dirigir los esfuerzos para la conservación adecuada de la maquinaria pesada, dichas acciones deben estar encaminadas a alargar los tiempos entre fallos y disminuir los tiempos de reparación.

Palabras clave: Maquinaria pesada, Sistemas de mantenimiento, Estado actual de la maquinaria, Gestión de mantenimiento.

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency describes the work plan that applies the RCM (Reliability Centered Maintenance) maintenance system and the Weibull statistical model to the machinery area of the Samuel Pastor District Municipality, which is in charge of providing heavy machinery rental services for the population and private sector, as well as for the institution's own needs. The objective is to improve maintenance management through the implementation of plans, as well as to identify the failures of the heavy machinery known as "mechanical failures or poor operation" and their situational status. It is concluded that they need immediate repairs, that there is an availability of them in 73.44%, and it is intended to improve this result, implement standard formats, improve repair times, fault detection, logistics analysis to obtain spare parts and organize the necessary resources, the process of acquiring reliability and maintainability indicators should continue, as they provide valid and reliable information on where efforts should be directed for the proper maintenance of heavy machinery, such actions should be aimed at lengthening the time between failures and reduce repair times.

Keywords: Heavy machinery, Maintenance systems, Current state of the machinery, Maintenance management.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional procura implementar métodos de mantenimiento y obtener indicadores de disponibilidad de la maquinaria pesada que pertenece a la Municipalidad Distrital Samuel Pastor. Este proceso se realiza con una evaluación y la aplicación de instrumentos como el AMEF (Análisis de Modo e Impacto de Falla) que se estableció dentro del sistema RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad). Asimismo, se pretende desarrollar hojas de cálculo para detectar el actual estado de la maquinaria pesada con ayuda del modelo estadístico.

En este sentido, surgen las siguientes interrogantes: ¿cuáles son los beneficios de aplicar el RCM en la mejora del mantenimiento?, ¿cuáles son los resultados positivos de utilizar un método estadístico? Las respuestas están explicadas en el desarrollo y resultados obtenidos del presente trabajo.

De este modo, el trabajo se divide en cinco capítulos: el Capítulo 1 presenta los aspectos generales de la empresa o institución, como los datos generales, actividades principales, el del área en donde el bachiller ejerce sus actividades, y las actividades y responsabilidades que desarrolla el bachiller; el Capítulo 2 identifica de la oportunidad o necesidad de implementación de la metodología en el área de la actividad profesional, así como una descripción los objetivos, justificación y resultados esperados de la actividad; el Capítulo 3 detalla las bases teóricas de las metodologías y actividades ejecutadas en el desarrollo del proceso; el Capítulo 4 describe minuciosamente como se implementaron las metodologías y cálculos, así como los artefactos de evaluación utilizados; finalmente, el Capítulo 5 detalla los resultados, logros y planteamientos de las mejoras.

CAPÍTULO I

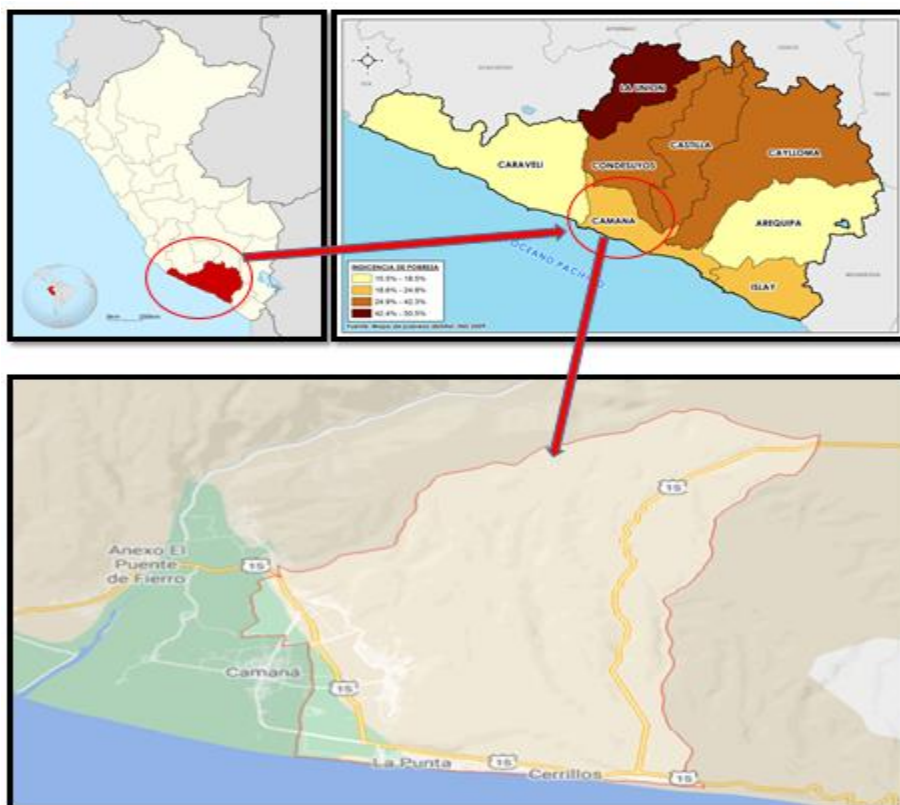
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

1.1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

La Municipalidad Distrital de Samuel Pastor se ubica en la provincia de Camaná, departamento de Arequipa, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Mapa de la ubicación de la Municipalidad Distrital Samuel Pastor



Nota. Localización el distrito de Samuel Pastor. Tomado de: Google Maps, 2022.

De esta manera, la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor limita con:

- Al norte: Distrito de Nicolás de Piérola.
- Al sur: Océano Pacífico.
- Al este: Distrito de Quilca.

- Al oeste: Distrito de Camaná, José María de Quimper y Nicolás Piérola.

1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

La Municipalidad Distrital de Samuel Pastor, con sujeción al ordenamiento jurídico y normatividad vigente, ejerce las actividades principales y funciones generales que se mencionan a continuación (Municipalidad Distrital de Samuel Pastor, 2019):

- Elaboración y ejecución de planes de desarrollo urbano.
- Control y regulación del desarrollo urbano.
- Saneamiento de áreas urbanas.
- Construcción y mantenimiento de vías públicas.
- Construcción y administración de organismos públicos: puestos de salud, mercados, camales, cementerios, entre otros.
- Mantenimiento, limpieza y control sobre las vías públicas urbanas, aceras, parques y playas.
- Elaboración y aprobación de normas de alcance distrital, regulando los servicios de su competencia.
- Diseño de políticas, prioridades, estrategias, programas y proyectos que promueven el desarrollo local de manera concertada y participativa conforme a la normatividad vigente. Las municipalidades ubicadas en zonas rurales, además de las competencias básicas, tienen a su cargo aquellas actividades relacionadas con la promoción de la gestión sostenible de los recursos naturales (suelo, agua, flora, fauna, y biodiversidad), con la finalidad de integrar la lucha contra la degradación ambiental y la lucha contra la pobreza y la generación de empleo en el marco del desarrollo concertado.

- Organización, dirección y ejecución de los recursos financieros, bienes, activos y capacidades humanas necesarios para la gestión distrital, con arreglo a los sistemas administrativos nacionales.
- Incentivación y apoyo a las actividades del sector privado de su jurisdicción provincial, así como la impulsión del desarrollo de los recursos de la zona y creación de las condiciones para mejorar los niveles de vida de los vecinos, y la implementación de condiciones para promover y desarrollar servicios públicos y comunales de su jurisdicción.
- Fiscalización de la gestión administrativa distrital, haciendo cumplir las normas, los planes de desarrollo distrital y la calidad de los servicios, fomentando la participación de la sociedad civil.

1.3. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

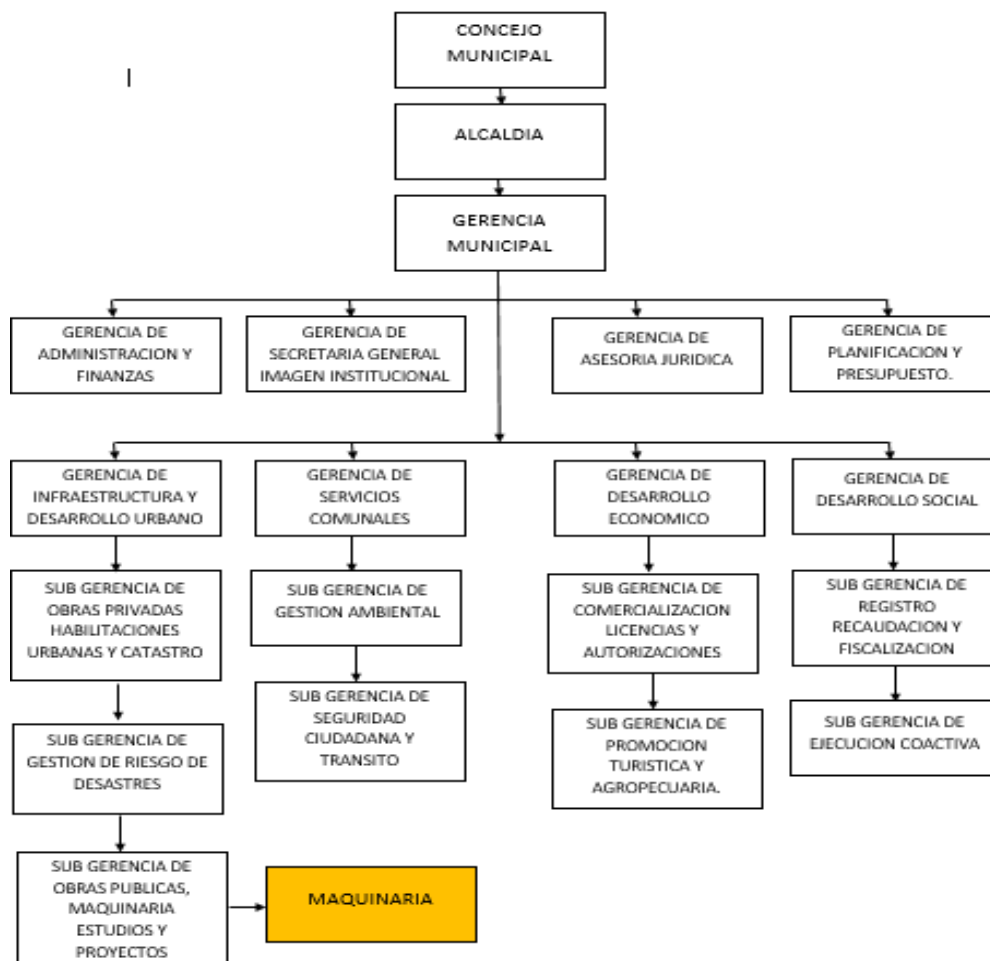
La Municipalidad Distrital de Samuel Pastor se encuentra ubicada en el distrito de Samuel Pastor, con dirección en Jirón la Pampa N°308, provincia de Camaná, departamento de Arequipa. El inicio de sus actividades fue el 3 de noviembre de 1944, encomendada por Don Manuel Prado Ugarteche, y en la actualidad encomendando tal función el alcalde Sr. Wilber Sergio Jahuirá Apaza.

1.4. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

El organigrama de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor se visualiza en Figura 2, donde la alcaldía ocupa un cargo importante y reconocido dentro de la entidad.

Figura 2

Organigrama de la Municipalidad Distrital Samuel Pastor



Nota. Organigrama de funciones dentro de la Municipalidad Samuel Pastor (Pastor, 2013)

1.5. VISIÓN Y MISIÓN

1.5.1. Visión

La Municipalidad Distrital de Samuel Pastor tiene como visión hacer del distrito de su jurisdicción un espacio desarrollado, competitivo, ordenable, sustentable, con servicios públicos eficientes y seguros, en donde se brinden oportunidades para el desarrollo pleno de las capacidades de sus pobladores y se tenga como prioridad de

gobierno local el empleo, la educación, la salud, la vivienda, el espacio público y su equipamiento con eficientes servicios públicos (Municipalidad Distrital de Samuel Pastor, 2019)

1.5.2. Misión

La Municipalidad Distrital de Samuel Pastor busca promover la participación de todos los vecinos del distrito en el proceso de planeamiento y ejecución de las acciones del desarrollo distrital con el fin de lograr el bienestar y la prosperidad común (Municipalidad Distrital de Samuel Pastor, 2019).

1.6. BASE LEGAL O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS

Según la Ordenanza Municipal N°008-2019-MDSP, la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor (2019) detalla que tiene como base legal las siguientes leyes, resoluciones y decretos:

- Ley N°27972: Ley orgánica de municipalidades.
- Decreto supremo N°054-2018-PCM: Lineamientos de organización del estado.
- Resolución N°003-2018-PCM/SGP. Aprueba la directiva N°001-2018-SGP, directiva que regula el sustento técnico y legal de proyectos normativos en materia de organización, estructura y funcionamiento del estado.
- Ley N°27680: Ley de reforma constitucional sobre descentralización.
- Ley N°27444: Ley del procedimiento administrativo general y modificatorias.
- Ley N°27658: Ley marco de modernización de la gestión del estado.
- Ley N°28175: Ley marco del empleo público y modificatorias.
- Ley N°27785: Ley orgánica del sistema nacional de control y modificatorias.

- Ley N°28112: Ley marco de la administración financiera del sector público y modificatorias.

1.7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN DONDE EL BACHILLER REALIZA LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

El área de maquinarias de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor se encuentra ubicada en el taller municipal. Es aquí donde se alberga la maquinaria pesada como:

- Cargador frontal WA-180 – Komatsu
- Motoniveladora Cheng Gong MG-1320B
- Rodillo Vibratorio Sany YZ12C

El área de maquinarias es la responsable del cuidado y mantenimiento de la maquinaria pesada que en este taller se encuentra, así como de prestar en alquiler dicha maquinaria a la población y diferentes contratistas. El área de maquinarias pretende ampliar el taller municipal para poder realizar mantenimientos de mayor precisión a la maquinaria pesada con el fin de que asuma un mejor rendimiento para desarrollar los diferentes trabajos que apoyan a la institución y benefician a la población.

1.8. DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

El nombre de la encargatura del bachiller es “encargado de maquinaria pesada”, en la cual desempeña las siguientes funciones:

- Verificar el correcto llenado de partes diarios.

- Inspeccionar el control de toda la maquinaria pesada.
- Elaborar cronogramas de mantenimiento de maquinaria pesada.
- Controlar y supervisar los trabajos a realizar con la maquinaria pesada.
- Informar periódicamente a la sub gerencia de obras públicas los estudios y proyectos del estado de las maquinarias.

CAPÍTULO II

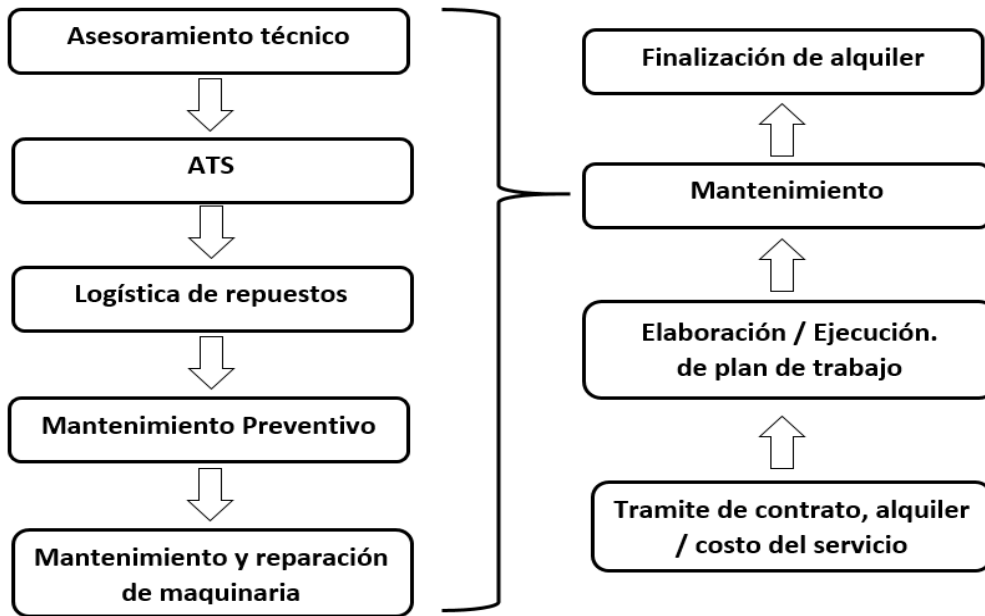
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

El área de maquinaria de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor ha desarrollado diferentes actividades, como se detalla en la Figura 3. El proceso de mantenimiento preventivo o inspección es realizado por los operadores, el cual debe reportarse diariamente en un cuaderno de inspección, para luego ser transferido a un archivo Excel. Esta actividad es muchas veces dejada de lado por atender los trabajos del día a día, por lo que los reportes no siempre están actualizados. En consecuencia, existe una falta de control adecuado de las máquinas que operan en el sector, lo que genera paros en la maquinaria pesada, y estas, inclusive, pueden quedar inoperativas por semanas por la falta de mantenimiento preventivo como lubricación, ajustes e inspecciones de sistemas.

Figura 3

Desarrollo de las actividades



Nota. Flujo de las actividades a realizar. Comenzando de abajo hacia arriba, la primera actividad corresponde a la disponibilidad de la maquinaria y cuantificación del trabajo a realizar; la segunda actividad, a la elaboración o ejecución del plan de trabajo; la tercera actividad, a la elaboración del plan de mantenimiento; la cuarta actividad, al fin del contrato. Fuente: Elaboración Propia.

El área de maquinaria tiene identificada la maquinaria pesada importantes, las cuales están clasificadas de acuerdo a su nivel de criticidad. A continuación, se presenta las fichas técnicas de los tipos de la maquinaria pesada con los que cuenta la entidad.

2.1.1. Cargador frontal WA-180 – Komatsu

El cargador frontal WA-180, como se muestra en la Figura 4, tiene una cuchara en su extremo frontal, utilizada para cargar camiones con materiales (piedra, arena,

tierra, y otros) en la construcción de edificios, minería, carreteras, autopistas, túneles, presas hidráulicas, etc. Cuenta con datos técnicos de la Tabla 1.

Tabla 1

Ficha técnica de la maquinaria pesada cargador frontal WA-180

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UNIDADES</u>
Tipo de transmisión	
Número de marchas adelante	4
Número de marchas atrás	4
Velocidad máxima hacia adelante	34.5 km/h
Velocidad máxima marcha atrás	35 km/h
Sistema Hidráulico	
Presión de la válvula de regulación	21000 kpa
Capacidad de la bomba	144 L/min
Tiempo de evaluación	5 seg
Tiempo de descarga	1.1 seg
Tiempo de bajada	2.5 seg
Pala	
Fuerza de arranque	93.2 kn
Despeje sobre el suelo de descarga a máxima elevación	2580 mm
Ancho de la pala	2500 mm
Capacidad de pala colmada	1.6 m3
Motor	
Fabricante	Komatsu
Modelo	s6d102 e1
Potencia total	82 kW
Potencia medida en cilindrada	2400 rpm / 5.9 l
Número de cilindros	
Momento de fuerza máximo	417 Nm
Aspiración	Turbina alimentación
Explotación	
Peso útil	9330 kg
Volumen de combustible	170 l
Peso límite de equilibrio estático	7930 kg
Radio de giro	5430 mm
Tensión de funcionamiento	24 v
Amperaje del generador	35 amp

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UNIDADES</u>
Balaneo del eje trasero	24 grados
Tamaño del neumático	17.5r25
Dimensiones	
Longitud con la pala a nivel del suelo	6590 mm
Anchura entre neumáticos	2310 mm
Altura hasta la parte superior de la cabina	3095 mm
Despeje sobre el suelo de descarga a máxima elevación	425 mm
Eje de ruedas	2700 mm
Altura máxima hasta el codo del brazo	3540 mm
Alcance a máxima elevación y descarga	1090 mm

Nota. Ficha que describe las características del cargador frontal WA-180 – Komatsu.

Adaptado de: *Manual de Operación y Mantenimiento del Cargador Frontal sobre*

Ruedas WA180-3 Komatsu Manual de Operación y Mantenimiento del Cargador

Frontal sobre Ruedas WA180-3 Komatsu, por Komatsu Latin America Corporation,

1998.

Figura 4

Cargador frontal WA-180 – Komatsu



Nota. Cargador frontal WA-180 en plena labor. Fuente: Elaboración Propia.

2.1.2. Motoniveladora Cheng Gong MG-1320B

La motoniveladora es una maquinaria muy utilizada para trabajos de construcción, caminos y carreteras, la nivelación de terrenos agrícolas, y la limpieza y construcción de canales. La motoniveladora Cheng Gong MG-1320B se visualiza en la Figura 5 y posee los componentes mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2

Ficha técnica de la maquinaria pesada motoniveladora Cheng Gong MG-1320B

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UNIDADES</u>
Motor	
Red de energía ISO 9249:2007/SAE J1349	131 kW
Red de energía EEC 80/1269 (DIN)	178 mph
Rango de potencia (neta)	131 kW -147 kW
Rango de potencia (neta)	178 mph – 199 mph
Potencia del motor tracción en todas las ruedas (AWD)	147 kW
Calibre	105 mm
Cilindrada	7,01 L
Recorrido	135 mm
Rpm del motor	2.2
Número de cilindros	6
Aumento de tuerca – ISO 9249:2007	33%
Tuerca máxima – ISO 9249:2007	835 N·m
Tuerca máxima – ISO 9249:2007 (AWD)	835 N·m
Velocidad del ventilador máxima	1.300 rpm
Velocidad del ventilador máxima (AWD)	1.500 rpm
Velocidad del ventilador mínima	800 rpm
Capacidad estándar	43 °C
Alta capacidad ambiental	50 °C
Mecanismo de transmisión	
Marchas adelante/atrás	6 adelante/3 atrás
Transmisión	Convertidor de par del contra eje Powershift
Ralentí alto	2.400 rpm
Ralentí bajo	800 rpm
Filtro de aire	Seco
Sistema hidráulico de la transmisión	
Tipo de bomba	Marcha
Suministro de embrague	78 l/min a 20,6 gal/min

Nota: Ficha que describe las características de la motoniveladora Cheng Gong MG-1320B. Adaptado de: *Ficha técnica de una motoniveladora*, 2020.

Figura 5

Motoniveladora Cheng Gong MG-1320B



Nota. Motoniveladora Cheng Gong MG-1320B en plena labor. Fuente: Elaboración Propia.

2.1.3. Rodillo vibratorio Sany YZ12C

El rodillo vibratorio es un compactador de suelos: compacta la base de suelos como fase inicial para la construcción de vías antes de fijar la capa superior de concreto y asfalto. Es muy utilizado en la construcción de vías (obras civiles y agricultura). La efectividad del rodillo compactador depende de la extensión del peso de los rodillos. El rodillo vibratorio Sany YZ12C se visualiza en la Figura 6 y posee los componentes mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3

Ficha técnica de la maquinaria pesada rodillo vibratorio Sany YZ12C

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>UNIDADES</u>
Masa de operación (kg)	12000
Masa repartida en el rulo v(kg)	6750
Masa distribuida en puente de transmisión (kg)	5250
Carga línea estática (N/cm)	311
Frecuencia de vibración (KN)	0.83
Amplitud teórica (mm)	1.8/0.9
Fuerza vibratoria de acción (KN)	275/198
Diámetro de rueda vibradora (mm)	1500
Anchura de rueda vibratoria (mm)	2130
Espesor círculo de rueda vibratoria (mm)	32
Velocidad de marcha alta (km/h)	0 - 12.6
Velocidad de marcha baja (km/h)	0 - 6.3
Capacidad de subida pendiente, vibración (%)	40
Sin vibración	43
Mínimo intervalo de tierra (mm)	480
Distancia axial	3015
Ángulo de dirección	35
Angulo de oscilación	12
Diámetro mínimo de giro (mm)	11800
Tipo de neumáticos	23.1 – 26

Nota. Ficha que describe las características del rodillo vibratorio Sany YZ12C.

Adaptado de: *Ficha técnica de una motoniveladora*, 2020.

Figura 6

Rodillo Vibratorio Sany YZ12C




Nota. Rodillo vibratorio Sany YZ12C en plena labor. Fuente: Elaboración Propia.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

El área de maquinarias realiza las coordinaciones correspondientes para la asignación de trabajos con la maquinaria pesada. En muchas ocasiones, las maquinarias son reportadas por los clientes como no operativas. Con esta información, el encargado de maquinaria pesada y la sub gerencia de obras asignan trabajos para la reparación de la maquinaria pesada identificada como inoperativa.

Durante el año 2020, la entidad no ha tenido mucho éxito en brindar este servicio. Para determinar el problema relacionado con el bajo nivel de utilización y disponibilidad de la maquinaria pesada se elabora primeramente un registro como el mostrado en la Tabla 4.

Tabla 4
Cartilla de control mensual de maquinaria

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMUEL PASTOR				
Cartilla de Control Mensual de Maquinaria				
Equipo:	Cargador frontal WA-180			
Operador:	Jorge Monroy			
Lugar:	Samuel Pastor			
Fecha	Reporte	Ingreso	Salida	Horas
30/07/2021	166	15839.75	15847.75	8
29/07/2021	165	15832.25	15839.75	7.5
28/07/2021	164	15824.25	15832.25	8
27/07/2021	163	15824.25	15824.25	0
26/07/2021	162	15824.25	15824.25	0
25/07/2021	161	15815.65	15824.25	8.6
24/07/2021	160	15807.85	15815.65	7.8
23/07/2021	159	15799.95	15807.85	7.9
22/07/2021	158	15791.05	15799.95	8.9
21/07/2021	157	15782.75	15791.05	8.3
20/07/2021	156	15774.95	15782.75	7.8
19/07/2021	155	15768.05	15774.95	6.9
18/07/2021	154	15768.05	15768.05	0
17/07/2021	153	15768.05	15768.05	0
16/07/2021	152	15760.15	15768.05	7.9
15/07/2021	151	15751.25	15760.15	8.9
14/07/2021	150	15742.55	15751.25	8.7
13/07/2021	149	15733.55	15742.55	9
12/07/2021	148	15725.15	15733.55	8.4
11/07/2021	147	15717.15	15725.15	8
10/07/2021	146	15709.15	15717.15	8
09/07/2021	145	15699.15	15709.15	10
08/07/2021	144	15690.15	15699.15	9
07/07/2021	143	15684.15	15690.15	6
06/07/2021	142	15675.65	15684.15	8.5
05/07/2021	141	15668.65	15675.65	7
04/07/2021	140	15661.15	15668.65	7.5
03/07/2021	139	15661.15	15661.15	0
02/07/2021	138	15661.15	15661.15	0
01/07/2021	137	15653.15	15661.15	8
Total				194.6

Nota. Cartilla de control de horas trabajadas del cargador frontal WA-180, con un total de 194.6 el primer mes. Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa, no se cuenta con un plan adecuado que organice y programe las tareas y considerando las frecuencias establecidas, lo que produce paradas no programadas de la maquinaria pesada, afectando directamente su utilización. En la Tabla 5 y Figura 7 se verifica el registro y duración de los trabajos realizados por las maquinarias.

Tabla 5

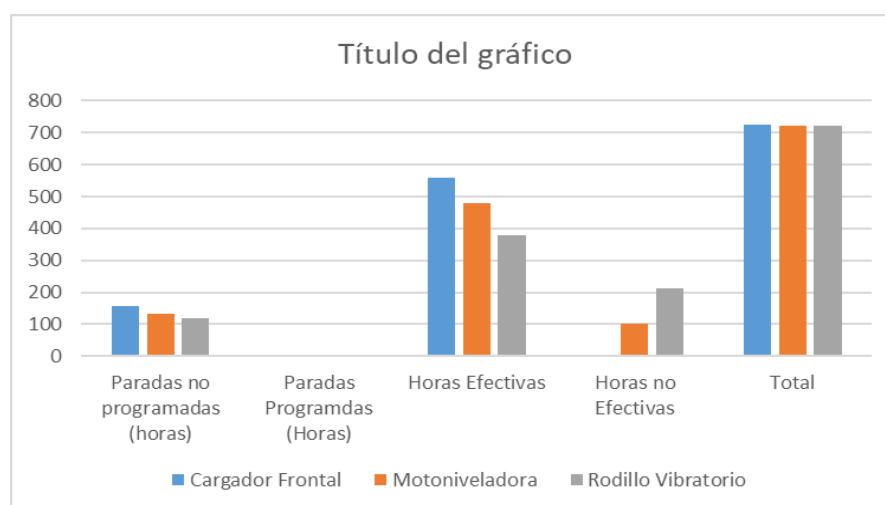
Resumen de actividades por cada maquinaria pesada

Tipo de maquinaria	Paradas no programadas (horas)	Paradas Programadas (horas)	Horas Efectivas	Horas no Efectivas	Total Horas
Cargador frontal WA-180 – Komatsu	156	6	557.1	5	724.1
Motoniveladora Cheng Gong MG-1320B	134	6	480	100	720
Rodillo Vibratorio Sany YZ12C	120	6	380	214	720

Nota. Actividades por cada maquinaria pesada. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 7

Descripción grafica de los resultados de la Tabla 5



Nota. Se visualiza que los trabajos no programados son mayores que los trabajos programados. Fuente: Elaboración Propia.

2.3. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

2.3.1. Objetivos generales

Implementar métodos de mantenimiento y obtener indicadores de disponibilidad sobre la maquinaria pesada que pertenece a la Municipalidad Distrital Samuel Pastor.

2.3.2. Objetivos específicos

- Implementar métodos de gestión de mantenimiento.
- Establecer indicadores de disponibilidad.
- Evaluar el estado actual de la maquinaria.

2.4. JUSTIFICACIONES DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

2.4.1. Justificación teórica

2.4.1.1. Distribución de Weibull

La distribución de Weibull es el modelo estadístico más empleado para administrar datos históricos, desarrollado por el matemático sueco Walodi Weibull. Es, además, la distribución más versátil empleada por los ingenieros de confiabilidad (Troyer, 2020).

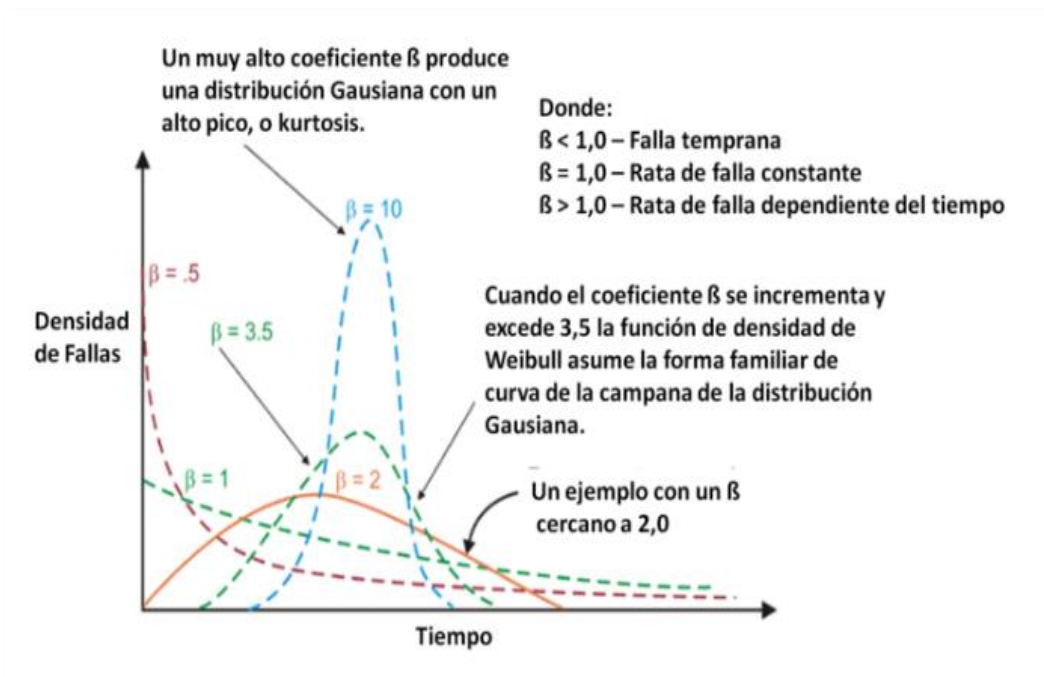
El modelo de Weibull permite identificar la frecuencia de falla de un conjunto de datos de falla, mediante la denominada función de densidad de probabilidad. Esta función se identificará luego dentro de alguna de las siguientes categorías: frecuencia de falla temprana, constante (exponencial) o desgaste asociado a la edad (Gaussiana o log normal). Para esto, se grafican los datos de tiempo para la falla, en donde el eje

X representa el tiempo, ciclos, etc. en una escala logarítmica, y el eje Y representa el porcentaje acumulado del total de fallas, o densidad de fallas, en una escala log-log (Troyer, 2020).

La Figura 8 muestra cómo se pretende utilizar los algoritmos de Weibull para obtener indicadores de disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria pesada que pertenece a la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor.

Figura 8

Diagrama de población de fallas contra el tiempo



Nota. Descripción en el eje Y del análisis de la densidad contra el eje X del tiempo. Tomado de: *Reliability Connect: ¿Por qué es necesario el análisis de Weibull?*, por Troyer, 2020 (<https://esp.reliabilityconnect.com/por-que-es-necesario-el-analisis-de-weibull/>).

2.4.1.2. Plan de mantenimiento basado en RCM

El objetivo principal de la técnica RCM o Mantenimiento Centrado en Fiabilidad es disminuir el tiempo de detención por desperfectos o imprevistos que impidan cumplir con los el plan y trabajos asignados. Los objetivos secundarios, pero igualmente significativos, son aumentar la proporción del tiempo de uso eficaz de la maquinaria pesada, y reducir a la par los costos de mantenimiento (RENOVETEC, 2013).

De esta manera, se quiere evaluar y cuantificar las fallas producidas de la maquinaria pesada y obtener el diagnóstico adaptando la técnica del RCM a las necesidades presentadas.

2.4.2. Justificación práctica

En la práctica, se pretende obtener diagnósticos de fallas aplicando el método RCM adaptado a las necesidades presentadas, así como implementar y automatizar los algoritmos de Weibull mediante una hoja de cálculo, obteniendo los indicadores de disponibilidad de la maquinaria pesada y los pronósticos de mantenimiento.

2.5. RESULTADOS ESPERADOS

Se espera identificar el estado actual de la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor. Para esto, se realizarán planes de mantenimiento y mejoras en los procesos de mantenimiento actuales aplicando la técnica RCM. Asimismo, se efectuarán hojas de cálculos con las fórmulas estadísticas de Weibull que propicien la obtención de los indicadores de disponibilidad. De esta manera, se podrá determinar el progreso de cada una de las maquinarias de la municipalidad.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS

A continuación, se detallan los pasos a realizar para la determinación del problema causa raíz y promover la propuesta de implementación.

3.1.1. Bases normativas

Se tiene como referencia a las normas ISO 55000 (ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002) las cuales surgen de la necesidad de empresas y entidades cuyos resultados están basados en el cuidado de los activos que operan a largo plazo (Pauro & Asociados, 2022):

- La norma ISO 55000 detalla las generalidades, los principios y conceptos básicos utilizados en la gestión de activos.
- La norma ISO 55001 detalla los requisitos necesarios para implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de activos.
- La norma ISO 55002 es una guía o manual para la implementación de un sistema de gestión de activos, de acuerdo a ISO 55001.

3.1.2. Plan de mantenimiento basado en el RCM

La técnica RCM o “Reliability Centred Maintenance” por sus siglas en inglés (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad), es una técnica para elaborar planes de mantenimiento que presenta ventajas importantes en comparación con otros métodos para el mismo fin. En un principio, esta herramienta fue desarrollada para el sector de

aviación, específicamente para la seguridad de la navegación aérea. Posteriormente, fue aplicado al campo militar y después al área industrial, tras los excelentes resultados que se obtuvieron en el campo aeronáutico (RENOVETEC, 2013).

La técnica RCM se basa en identificar todos los fallos potenciales que puede tener la maquinaria pesada, determinar las causas que lo provocan y establecer medidas preventivas que eviten esos fallos, acorde a la importancia de cada uno de ellos (RENOVETEC, 2013).

3.1.2.1. Análisis de los fallos potenciales

El análisis de los fallos potenciales según el método RCM tiene los siguientes resultados o beneficios (RENOVETEC, 2013):

- Mejora la comprensión del funcionamiento de la maquinaria pesada.
- Analiza todas las posibilidades de falla de un sistema (ya sean fallas producidas por la propia maquinaria pesada o fallas humanas) y desarrolla técnicas y planes que traten de evitarlas.
- Determina acciones que garantizan una alta disponibilidad y eficacia de la maquinaria pesada.

3.1.2.2. Acciones tendentes a evitar los fallos

Para evitar fallos y sus consecuencias, se pueden realizar una serie de acciones preventivas como las mencionadas a continuación (RENOVETEC, 2013):

- Identificación de tareas de mantenimiento que evitan o reducen estos fallos.
- Ejecución de mejoras y modificaciones en el área de maquinarias.
- Implementación de medidas que reducen los efectos de las fallas, si es que estas no pueden evitarse.

- Determinación del stock de repuesto deseable que permanezca en área de maquinarias.
- Implementación de procedimientos de operación y de mantenimiento.
- Ejecución de planes de formación.

3.1.2.3. Las siete preguntas clave

A lo largo del proceso de implementación del método RCM se plantean una serie de preguntas importantes que deben quedar resueltas (RENOVETEC, 2013):

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada maquinaria?
2. ¿Cómo falla cada maquinaria pesada?
3. ¿Cuál es la causa de cada falla?
4. ¿Qué parámetros monitorizan o alertan una falla?
5. ¿Qué consecuencias tiene cada falla?
6. ¿Cómo puede evitarse cada falla?
7. ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar una falla?

3.1.2.4. Las 10 fases de la técnica RCM

Para la implementación de la técnica RCM, es necesario seguir las siguientes 10 fases o pasos, para realizar un correcto proceso de análisis de fallas y ejecución de medidas de prevención (RENOVETEC, 2013). Estas fases pueden ser aplicados a cada una de las maquinarias a analizar:

1. Fase1: Definición clara de lo que se quiere lograr con la implantación del método RCM. Establecer los indicadores y evaluar los datos antes de iniciar el proceso.

2. Fase 2: Listado de todos los sistemas, subsistemas y componentes que tiene la maquinaria pesada. Para ello es necesario recopilar manuales del fabricante, esquemas, diagramas, y todo aquel dato útil correspondiente a la maquinaria.
3. Fase 3: Estudio minucioso del funcionamiento del sistema de la maquinaria. Determinación de las especificaciones de la maquinaria, listado de funciones primarias y secundarias de sus sistemas, así como de cada subsistema.
4. Fase 4: Determinación de las fallas por error humano (mala operación) y las fallas técnicas. Es necesario conocer la importancia del modo de falla y de sus consecuencias para determinar medidas de corrección.
5. Fase 5: Determinación de las causas de cada una de las fallas encontradas. Esto se puede realizar con el diagrama de causa-efecto, o llamado también espina de pescado o “Ishikawa”, el cual es una representación gráfica de las relaciones lógicas existentes entre las causas que producen un determinado efecto o suceso; el diagrama serviría para visualizar, en una sola figura, todas las causas asociadas a una avería y sus posibles relaciones (fallas por mala operación, sistemas de gestión, etc.) (CyTA, 2021; Jeison, 2018).
6. Fase 6: Estudio de las consecuencias de cada falla o modo de falla. Categorización de las fallas en críticas, significativas, tolerables o insignificantes en base a estas consecuencias.
7. Fase 7: Determinación de las medidas o soluciones preventivas que impidan o atenúen las consecuencias de las fallas.
8. Fase 8: Agrupación de las medidas o soluciones preventivas en las siguientes categorías: plan de mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación,

instrucciones de operación y mantenimiento, lista de los repuestos que deben permanecer en stock y medidas provisionales a tomar en caso de fallas.

9. Fase 9: Implementación práctica de las medidas o soluciones preventivas.

10. Fase 10: Evaluación de las medidas tomadas mediante la valoración de los indicadores seleccionados en la Fase 1.

3.1.3. Cálculos de fiabilidad y disponibilidad

Las expresiones de las distribuciones acumuladas más utilizadas para el cálculo de la fiabilidad y mantenibilidad se describen en la Tabla 6 (Gallegos Londoño, Viscaíno Cuzco, & Villacrés Parra, 2020).

Tabla 6

Distribuciones acumuladas de probabilidad

Distribución	Función	Dominio
Weibull.	$\text{Exp} - [(t - v) / (\alpha - v)]^\beta$	$t \geq v, t \geq 0$
Exponencial.	$1 - \exp(t/n)$	$t \geq 0$
Normal.	$\phi[(t - n)/\beta]$	$-\infty < t < +\infty$
Log. Normal.	$\phi[\text{Ln}(t - \gamma) - \alpha]/\beta]$	$t < t < +\infty$

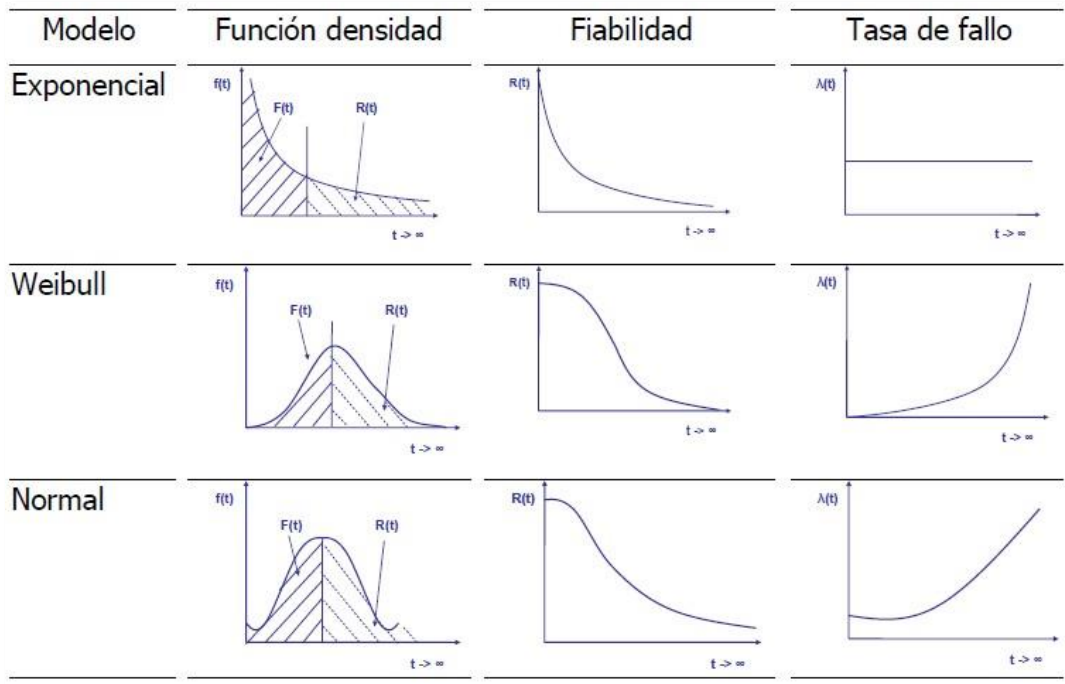
Nota. Descripción de las funciones de distribución acumulada de probabilidad.

Adaptado de: “Estudio de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad aplicado a grupos electrógenos prime”, por Gallegos Londoño, Viscaíno Cuzco, & Villacrés Parra, *ConcienciaDigital*, 3(3), 44-61, 2020.

Una comparación del comportamiento de las funciones estadísticas en el tiempo se representa en la Figura 9.

Figura 9

Comparación de las funciones estadísticas



Nota. Comparación de las funciones estadísticas. Tomado de: “Estudio de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad aplicado a grupos electrógenos prime”, por Gallegos Londoño, Viscaíno Cuzco, & Villacrés Parra, *ConcienciaDigital*, 3(3), 44-61, 2020.

La distribución de Weibull es la función más utilizada para cálculos de confianza y mantenibilidad, ya que posee parámetros que se pueden modificar según los diferentes estados de la vida útil de la maquinaria pesada. Así, es largamente empleada en el estudio de tiempos de vida útil y tiempos de fallas de equipos mecánicos. Por otro lado, una de las características a resaltar de la distribución del Weibull es que puede tomar particularidades de otras distribuciones dependiendo de los valores que posean sus parámetros (Gallegos Londoño, Viscaíno Cuzco, & Villacrés Parra, 2020).

A continuación, se presentan las fórmulas de distribución acumulada para los cálculos de Fiabilidad (R), Infiabilidad (F) y Mantenibilidad (M) en función de los parámetros, α (parámetro de escala) y β (parámetro de forma) (Gallegos Londoño, Viscaíno Cuzco, & Villacrés Parra, 2020).

$$\text{Ecuación 1.} \quad F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}; R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}; M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

3.1.3.1. Linealización de la distribución de Weibull

Gallegos Londoño, Viscaíno Cuzco, & Villacrés Parra (2020) indican que la ecuación bi-paramétrica para el cálculo de la fiabilidad es:

$$\text{Ecuación 2.} \quad R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

Aplicando los logaritmos neperianos a la función $R(t)$ por dos ocasiones se obtiene:

$$\text{Ecuación 3.} \quad \ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-R(t)} \right] \right\} = \beta \ln(t) - \beta \ln \alpha$$

La expresión anterior se la compara con la ecuación de una recta:

$$\text{Ecuación 4.} \quad Y = Bx + C$$

Al reemplazar, se tiene:

$$\text{Ecuación 5.} \quad Y = \ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-R(t)} \right] \right\}$$

$$\text{Ecuación 6.} \quad Bx = \beta \ln(t)$$

$$\text{Ecuación 7.} \quad C = -\beta \ln \alpha$$

Para obtener las coordenadas para la linealización, se aplica:

$$\text{Ecuación 8.} \quad \text{Para el eje Y: } \ln \left[\ln \left(\frac{1}{1-\text{Rango Mediana}} \right) \right]$$

$$\text{Ecuación 9.} \quad \text{Para el eje X: } \ln(t)$$

Una manera de realizar aproximaciones es por medio del rango de las medianas, lo que ayuda al cálculo de las probabilidades acumuladas. Para ello, se utilizan estimadores matemáticos como las fórmulas de Bernard, las cuales dependen del tamaño de la muestra a analizar:

Ecuación 10. $N > 50; M = i/M$

Ecuación 11. $50 > N > 20; M = i/N + 1$

Ecuación 12. $N < 20; M = i - 0.3/N + 0.4$

Donde:

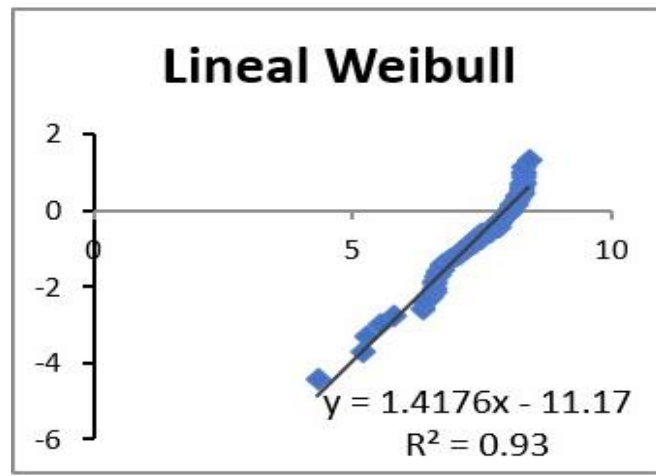
- I = Número de orden de la muestra
- N = Tamaño de la muestra
- M = Rango de las medianas

3.1.3.2. Linealización de la distribución exponencial

Asimismo, Gallegos Londoño, Viscaíno Cuzco, & Villacrés Parra (2020) detallan que con los datos obtenidos se pudieron plantear las rectas de linealización para las distribuciones analizadas.

Figura 10

Comparación índices de determinación



Nota. Comparación de índices de determinación. Tomado de: “Estudio de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad aplicado a grupos electrógenos prime”, por Gallegos Londoño, Viscaíno Cuzco, & Villacrés Parra, *ConcienciaDigital*, 3(3), 44-61, 2020.

Se calcularon los coeficientes de determinación para seleccionar la función de distribución más adecuada. La distribución seleccionada es la de Weibull, con un índice de determinación superior ($R^2=0.93$).

En la ecuación de la recta de la distribución de Weibull mostrada en la Figura 10, se tiene la pendiente de la recta, que es el parámetro de forma β de la función de distribución. Con el punto de intersección de la recta con el eje Y (punto C) podemos obtener el parámetro de escala α con la fórmula:

$$\text{Ecuación 1. } \alpha = e^{-C/\beta}$$

Con los parámetros α y β de la distribución de Weibull se calcula la función de la Fiabilidad $R(t)$ reemplazando varios valores del tiempo (t). Las ecuaciones para el cálculo de la Fiabilidad e Infiabilidad para la distribución de Weibull son:

Ecuación 2. Fiabilidad: $R(t) = e^{-[t/\alpha]^\beta}$

Ecuación 3. Infiabilidad: $F(t) = 1 - e^{-[t/\alpha]^\beta}$

Ecuación 4. $MTBF = \alpha \times \Gamma(1 + 1/\beta)$

Se repite el mismo procedimiento para el cálculo de la Mantenibilidad, utilizando los datos de los tiempos de reparación. La expresión utilizada para Mantenibilidad es:

Ecuación 5. $F(t) = 1 - e^{-[t/\alpha]^\beta}$

El MTTR o Tiempo Medio para Reparar en función de los parámetros de Weibull se obtienen con la expresión:

Ecuación 6. $MTTR = \alpha \times \Gamma(1 + 1/\beta)$

La Disponibilidad se calcula en función del MTBF o Tiempo Medio entre Fallos y el MTTR o Tiempo Medio para Reparar. La ecuación para la Disponibilidad intrínseca (por diseño) es:

Ecuación 7. Disponibilidad = $MTBF / (MTBF + MTTR)$

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

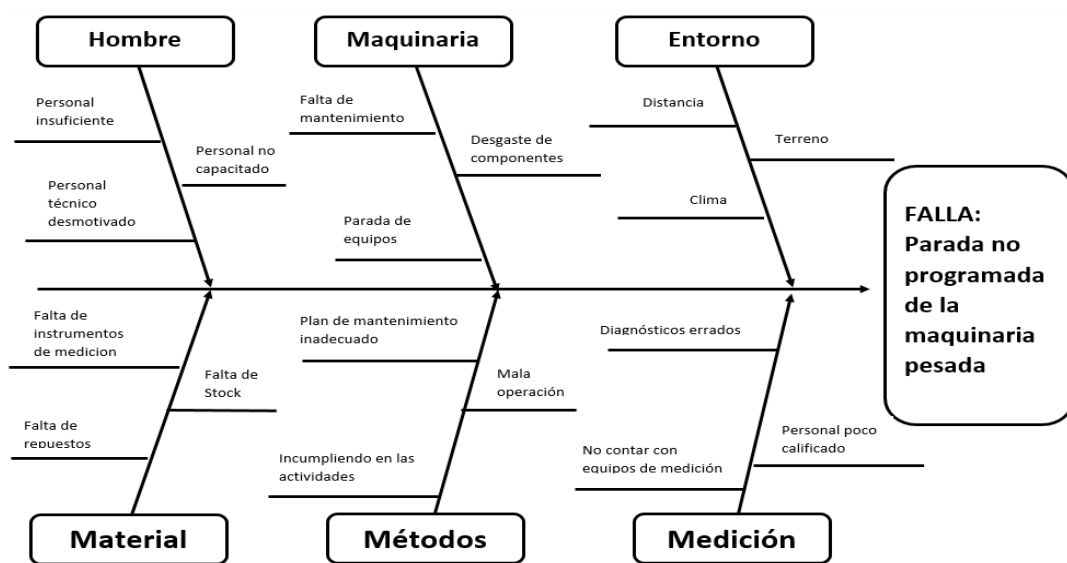
4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales

Para la investigación de las causas de paradas no programadas se utilizará información histórica documentada por la entidad en un periodo de tres meses, con énfasis en la búsqueda de indicadores históricos. Esto permitirá establecer una línea de tiempo, entender parte del problema y determinar las causas que ocasionan dichas paradas de maquinaria en trabajos asignados. Asimismo, se implementará la Fase 5 del método RCM, detallada con anterioridad, en la cual se menciona el diagrama de causa-efecto o “Ishikawa”, el cual servirá para realizar un análisis de las paradas imprevistas presentadas. Figura 11

Figura 11

Análisis del diagrama de causa-efecto empleado para la maquinaria pesada



Nota. Se identifican varios elementos y sub elementos (causas) que pueden contribuir a la falla (efecto). Fuente: Elaboración Propia.

Para verificar si las causas identificadas que ocasionan las paradas no programadas de la maquinaria pesada son correctas y tienen una relación lógica se analizan los siguientes datos recopilados:

- Periodo de evaluación de la Tabla 7.
- Tiempo de paradas de los sistemas afectados de la Tabla 8.
- La cantidad de fallas y sistemas afectados de la Tabla 9.

Tabla 7

Periodo de evaluación

TIEMPO DE EVALUACIÓN	HORAS PARALIZADAS	CANTIDAD DE PARADAS
1 mes	108	5
2 mes	38	3
3 mes	58	5
Total	204	13

Nota. La evaluación se realiza en el primer trimestre, con un total de 13 paralizaciones y 204 horas en mantenimiento. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8

Tiempo de paradas de los sistemas afectados

	HORÓMETRO	SISTEMAS AFECTADOS	TIEMPO DE PARADA POR HORAS	CANTIDAD DE FALLAS
1	15240.45	Transmisión	4	4
2	15268.05	Motor	28	1
3	15405.25	Hidráulico / Motor	24	3
4	15413.75	Hidráulico	32	1
5	15484.45	Eléctrico	20	1
6	15584.75	Eléctrico / Motor	12	2
7	15604.65	Eléctrico	4	1
8	15661.15	Motor	22	1
9	15699.15	Hidráulico / Motor	16	4
10	15734.55	Transmisión/ Hidráulico	6	2
11	15751.35	Componentes Externos / Motor	8	2
12	15807.55	Hidráulico/ Transmisión	16	2
13	15823.25	Hidráulico	12	2
	Total		204	26

Nota. Se considera el horómetro cuando sucedió la falla y la cantidad de fallas.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9

Cantidad de fallas y componentes afectados

SISTEMA	SUB SISTEMA	CANTIDAD DE COMPONENTES	FALLAS	CANTIDAD DE FALLAS
Motor	Block de motor	1	0	6
	Pistón	1	0	
	Anillos del Pistón	1	0	
	Camisas	1	0	
	Biela	1	0	
	Cigüeñal	1	0	
	Culata	1	0	
	Junta de culata	1	0	
	Árbol de levas	1	0	
	Lubricación	1	6	
	Combustible	1	0	
	Fuerza	1	0	
	Refrigeración	1	0	
	Admisión y escape	1	0	
Transmisión	Embrague,	1	1	6
	Transmisión	1	1	
	Diferenciales	1	0	
	Mandos finales.	1	0	
	Ruedas	4	4	
Hidráulico	Depósito	1	0	9
	Bomba hidráulica	1	0	
	Filtros	1	0	
	Palanca de control hidráulico	1	0	
	Mangueras hidráulicas	1	2	
	Válvulas de seguridad	1	0	
	Válvulas limitadoras de presión	1	1	
	Amortiguadores de cilindro hidráulico	1	0	
	Sellos hidráulicos	1	1	
	Válvulas sensores de presión	1	2	
	Válvula anti caída	1	0	
	Sistema piloto	1	0	
	Acumuladores	1	0	
Motor de traslación izquierdo (travellef)	1	0		

SISTEMA	SUB SISTEMA	CANTIDAD DE COMPONENTES	FALLAS	CANTIDAD DE FALLAS
	Motor de traslación derecho (travelright)	1	0	
	Motor de giro (swing)	1	0	
	Tren de rodaje	1	0	
	Cilindro de la pluma (stick)	1	1	
	Cilindro de brazo (boom)	1	1	
	Colindro de cucharón (buchef)	1	1	
	Enfriadores de aceite	1	0	
	Batería	1	0	
	Alternador	1	1	
	Regulador	1	0	
	Switches	1	1	
Eléctrico	Distribuidos	1	0	4
	Bujías	1	1	
	Bobina	1	1	
	Motor de arranque	1	0	
	Luces	1	0	
	Uñas	7	1	
Componentes externos	Espejos	2	0	1
	Vidrios	3	0	
Total				26

Nota. Se consideran los componentes y la cantidad de fallas. Fuente: Elaboración Propia.

Las causas de falla identificadas son las siguientes:

- Trabajos mal planificados: El área de maquinarias no cumple con el mantenimiento preventivo, por lo cual existe una mayor cantidad de trabajos correctivos que elevan los costos de mantenimiento.
- No existe almacén de repuestos: La entidad no cuenta con un almacén de materiales y repuestos. Esto origina que se pierda tiempo al momento de realizar los trabajos de mantenimiento.
- Falta de capacitación: No se implementan capacitaciones a los operadores.

Asimismo, evaluando la maquinaria pesada, se concluye que los desgastes son las causas más probables y recurrentes que ocasionan paradas no programadas.

Esta causa raíz se analiza mediante la metodología de “los cinco por qué” de la Tabla 10.

Tabla 10

Análisis de los cinco por qué de la causa de desgastes de sistemas

	Causas	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Excesos de paradas en la máquina	Excesos de desgaste en el sistema de motor, hidráulico y transmisión perjudicando los distintos componentes de las maquinarias	Uso de repuestos no adecuados	Falta de verificación de las condiciones de las maquinarias y repuestos	Falta de cumplimiento o del programa de mantenimiento preventivo	Falta de capacitación a los operarios	Falta de un sistema de gestión de mantenimiento confiable

Nota. Análisis de las paradas no programadas de la entidad. Fuente: Elaboración Propia.

Se llega a la conclusión que el área de maquinarias no cuenta con un sistema de gestión preventiva de la condición de la maquinaria pesada de la entidad, ocasionando que se presenten paradas no programadas en exceso. Esto reduce la disponibilidad de uso de la maquinaria pesada tomando el tiempo del personal en resolver las paradas.

Es así que el área de maquinarias ha entrado en un ciclo vicioso en donde no se cumplen los programas de verificación preventivos, causando paradas que ocupan más tiempo al personal, y a su vez, este tiempo invertido en la solución de las paradas no permite al personal dedicar tiempo a las actividades preventivas. La raíz del exceso de paradas no programadas de la maquinaria pesada está relacionada con la falta de un sistema de gestión de mantenimiento confiable que controle los estados de la maquinaria pesada, la función de mantenimiento preventivo y la comunicación de las fallas de manera adecuada para las actividades de mantenimiento.

4.2. IMPLEMENTOS DE SOLUCIÓN

Con la aplicación de una herramienta que mejore los procesos se pretende implementar el área de maquinarias con:

- Un programa de mantenimiento.
- Un sistema de monitoreo del estado a la maquinaria pesada.
- Un sistema de mantenimiento confiable.

4.3. NIVELES DE DESEMPEÑO

4.3.1. Análisis

En esta fase se realizan las observaciones y descripciones de las características de los sistemas, así como las partes que lo componen, tratando de identificar su correcto funcionamiento y futuras fallas y visualizando su función general y límites. Para esta fase, se realiza la recolección de la información del sistema y la selección de los elementos a evaluar.

4.3.2. Evaluación

En esta etapa se realizan las evaluaciones de criticidad del sistema seleccionado, con la finalidad de dividir sus componentes e identificar sus partes. A partir de allí, se definen las funciones y límites.

4.4. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Utilizando el modelo de Weibull, se realiza el análisis de fallas de la maquinaria pesada, ejecutando los cálculos de Fiabilidad (R) y Mantenibilidad (M); estos parámetros que se adaptan a los diferentes estados de la vida útil de la maquinaria pesada. Las fórmulas de distribución acumulada para los cálculos

son de Fiabilidad (R), Infiabilidad (F) y Mantenibilidad (M) en función de los parámetros α (parámetro de escala) y β (parámetro de forma).


Luego, se realiza la programación utilizando el programa de cálculo “Excel” con el fin de resolver de manera automática las fórmulas de Weibull.

4.4.1. Recolección de información

4.4.1.1. Cargador frontal WA-180 – Komatsu

Tabla 11

Cuadro de fallas de los sistemas del cargador frontal WA-180 – Komatsu

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Frecuencia	Código Gama	
		Mensual	MBTG	
	INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL	Edición: 0	Esp: PREV	
		Fecha: 00/00/0000	HOJA: 1 / 2	
UNIDAD: CARGADOR FRONTAL WA-180 – KOMATSU				
OPERARIO: Jorge Monroy		FECHA:		
HORA INICIO:	HORA FINAL:	T. NORMAL:		
RIESGOS DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS			Firma operario:	
1.– Productos químicos. Trabajar con guantes. Leer y conocer fichas de seguridad.				
2.– Temperaturas altas en algunas zonas. Precaución para no tocar partes calientes.				
3.– Trabajos con disolventes. Riesgo de incendio y explosión. No fumar en las inmediaciones.				
4.– Riesgos eléctricos. No manipular cables y equipos bajo tensión. Solicitar aislamiento antes de intervenir.				
SISTEMA	SUB SISTEMA	CANTIDAD DE COMPONENTES	FALLAS	CANTIDAD DE FALLAS
Motor	Block de motor	1	0	6
	Pistón	1	0	
	Anillos del Pistón	1	0	
	Camisas	1	0	
	Biela	1	0	
	Cigüeñal	1	0	
	Culata	1	0	
	Junta de culata	1	0	
	Árbol de levas	1	0	
	Lubricación	1	6	
	Combustible	1	0	
	Fuerza	1	0	
	Refrigeración	1	0	
	Admisión y escape	1	0	

Transmisión	Embrague,	1	1	6
	Transmisión	1	1	
	Diferenciales	1	0	
	Mandos finales	1	0	
	Ruedas	4	4	
Hidráulico	Depósito	1	0	9
	Bomba hidráulica	1	0	
	Filtros	1	0	
	Palanca de control hidráulico	1	0	
	Mangueras hidráulicas	1	2	
	Válvulas de seguridad	1	0	
	Válvulas limitadoras de presión	1	1	
	Amortiguadores de cilindro hidráulico	1	0	
	Sellos hidráulicos	1	1	
	Válvulas sensores de presión	1	2	
	Válvula anti caída	1	0	
	Sistema piloto	1	0	
	Acumuladores	1	0	
	Motor de traslación izquierdo (travelleft)	1	0	
	Motor de traslación derecho (travelright)	1	0	
	Motor de giro (swing)	1	0	
	Tren de rodaje	1	0	
	Cilindro de la pluma (stick)	1	1	
	Cilindro de brazo (boom)	1	1	
	Cilindro de cucharón (bucel)	1	1	
Enfriadores de aceite	1	0		
Eléctrico	Batería	1	0	4
	Alternador	1	1	
	Regulador	1	0	
	Switches	1	1	
	Distribuidos	1	0	
	Bujías	1	1	
	Bobina	1	1	
	Motor de arranque	1	0	
Componentes externos	Luces	1	0	1
	Uñas	7	1	
	Espejos	2	0	
	Vidrios	3	0	
TOTAL DE FALLAS				26

Nota. Se realiza el análisis de fallas. Se observa que el componente crítico es el sistema hidráulico con nueve fallas. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12
Análisis de fallas del cargador frontal WA-180 – Komatsu

	HORÓMETRO	HORAS TRABAJADAS	SISTEMAS AFECTADOS	HORAS EN MANTENIMIENTO	CANTIDAD DE FALLAS
1	15251.45	7	Transmisión	4	4
2	15268.05	8.5	Motor	28	1
3	15264.05	15.9	Hidráulico / Motor	24	3
4	15405.25	16.6	Hidráulico	32	1
5	15413.75	16.8	Eléctrico	20	1
6	15484.45	33.4	Eléctrico / Motor	12	2
7	15584.75	38	Eléctrico	4	1
8	15604.65	50.7	Motor	22	1
9	15661.15	56.2	Hidráulico / Motor	16	4
10	15699.15	56.5	Transmisión/Hidráulico	6	2
11	15734.55	66.7	Componentes Externos / Motor	8	2
12	15751.35	90.5	Hidráulico/ Transmisión	16	2
13	15807.55	100.3	Hidráulico	12	2
	TOTAL	557.1		204	26

Nota. Se realiza el análisis de horas trabajadas y horas en mantenimiento. Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2. Linealizaciones de las distribuciones exponencial y de Weibull

El siguiente paso fue realizar las linealizaciones para las distribuciones exponencial y Weibull, que son las más utilizadas en el contexto de la confiabilidad. Con esto, se verifica qué tipo de distribución se ajusta a los criterios. Se utiliza para esta evaluación el índice de determinación, identificado como R^2 , el cual indica que porcentaje de los puntos (coordenadas) están relacionados linealmente, como se indica en el Ítem 3.1.3. del Capítulo 3. Luego, se identifica el tipo de tasa de falla de la maquinaria pesada según los parámetros de β , en donde β es igual $Y = \ln(-\ln.R)$, interpretado por la denominada “curva de la bañera” como se visualiza en la Figura 12 según su escala.

Se tienen los siguientes parámetros para β (Infraspeak, s.f.; Troyer, 2020):

- $\beta < 1$: Tasa de falla decreciente o tempranas (mortalidad infantil)

- $\beta = 1$: Tasa de falla constante o aleatorias (vida útil)
- $\beta > 1$: Tasa de falla creciente (desgaste o envejecimiento)

La “curva de la bañera” es una función que determina la probabilidad que un determinado valor, activo o sistema falle en el tiempo. La curva permite distinguir tres fases o etapas de la vida del valor o sistema, las cuales son importantes de conocer ya que así se podrá identificar cual es el mejor plan de mantenimiento a aplicar en cada una de las fases de vida del sistema, además de proyectar mejor cuándo y cómo realizar su mantenimiento (Infraspeak, s.f.).

4.4.2.1. Etapa 1. Mortalidad infantil (falla decreciente o temprana)

En esta etapa, el activo o valor se encuentra en su inicio de vida, en su “infancia”. La tasa de fallas es alta, pero va descendiendo; es decir, el gráfico tiene una pendiente negativa. En esta fase, las fallas se producen por problemas primarios en el diseño, la fabricación, errores de instalación, o componentes inadecuados (Infraspeak, s.f.).

4.4.2.2. Etapa 2. Vida útil del activo (falla constante o aleatoria)

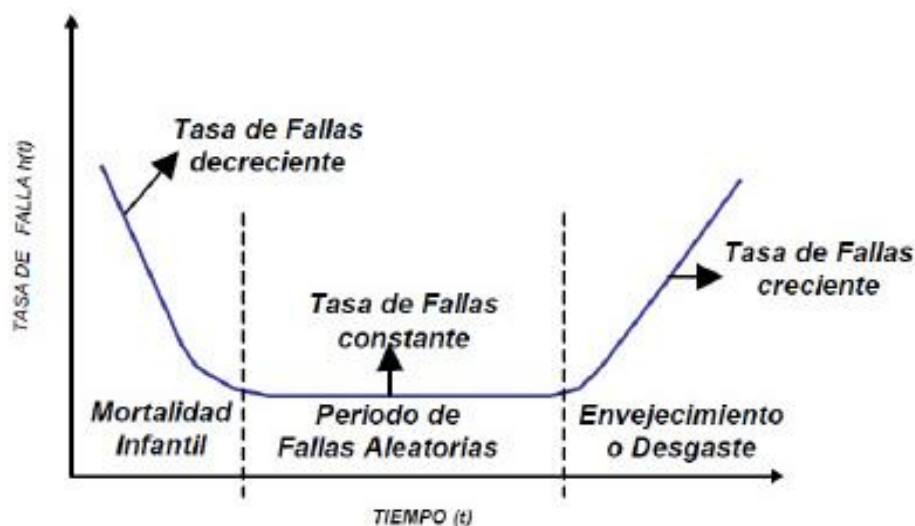
Esta es la etapa en la que el activo o valor ya es “maduro”. La tasa de fallas se estabiliza y se torna una constante, ya que se tiene un mejor conocimiento de cómo manejar la maquinaria pesada y se corrigen los errores de primarios de fabricación identificados en la etapa 1. En esta etapa, las fallas se deben a errores humanos, causas naturales, uso excesivo o sobrecarga y daños accidentales. La tasa de fallos y el MTBF (Tiempo Medio entre Fallos) deberían ser inversamente proporcionales (Infraspeak, s.f.).

4.4.2.3. Etapa 3. Desgaste o envejecimiento (falla creciente)

En esta etapa el activo o valor ya es “viejo”. No todos los activos o sistemas llegan a esta fase, ya que algunos dejan de utilizarse antes de su desgaste total. En esta etapa, la tasa de fallas va aumentando y el gráfico presenta una pendiente positiva. Las fallas se deben al desgaste gradual de los componentes, a un mantenimiento deficiente o revisiones incorrectas (Infraspeak, s.f.).

Figura 12

Curva de la bañera



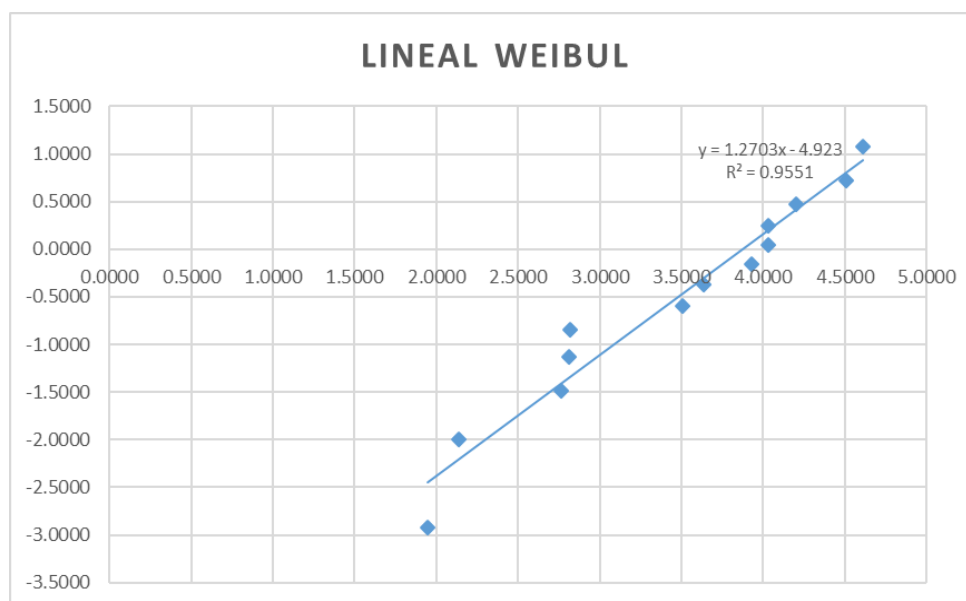
Nota. La curva describe el parámetro de forma de la maquinaria pesada. Tomado de: *Predictiva21: Calculando la Frecuencia Optima de Mantenimiento o Reemplazo Preventivo: Caso de estudio basado en Métodos y Normas Vigentes*, por Predictiva 21, 2019 (<https://predictiva21.com/frecuencia-mantenimiento-reemplazo-preventivo/>).

Tabla 13
Etapa de evaluación del cargador frontal WA-180 – Komatsu

	TIEMPO	RM=F(t)	X LN	Y LN-LN-R
1	7	0.05	1.9459	-2.9252
2	8.5	0.13	2.1401	-1.9976
3	15.9	0.20	2.7663	-1.4916
4	16.6	0.28	2.8094	-1.1297
5	16.8	0.35	2.8214	-0.8395
6	33.4	0.43	3.5086	-0.5905
7	38	0.50	3.6376	-0.3665
8	50.7	0.57	3.9259	-0.1569
9	56.2	0.65	4.0289	0.0466
10	56.5	0.72	4.0342	0.2523
11	66.7	0.80	4.2002	0.4713
12	90.5	0.87	4.5053	0.7249
13	100.3	0.95	4.6082	1.0825

β	BETA	Parámetro de forma	1.270
γ	CTE	Vida asegurada	4.923
η	ALFA	Vida característica	48.20
	R2	Índice de determinación	0.9551

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 13
Distribución de Weibull del cargador frontal WA-180 – Komatsu


Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Se evalúa y determina la etapa en que se encuentra la maquinaria pesada:

$\beta > 1$: Tasa de fallas crecientes (etapa o fallas por desgaste).

4.4.3. Cálculo de Disponibilidad

Para calcular el MTBF con los parámetros de la distribución de Weibull se aplica la distribución Gamma. La Disponibilidad se calcula en función del valor de MTBF y el valor de MTTR. Las fórmulas para hallar estos dos últimos valores se mencionan en la Ecuación 4 y la Ecuación 6 listadas en el Ítem 3.1.3. del Capítulo 3, respectivamente. Asimismo, la fórmula para hallar la Disponibilidad se encuentra en la Ecuación 7 del mismo capítulo.

Los datos y gráficos del valor de MTBF se visualizan en la Tabla 14 y Figura 14. Los datos y gráficos del valor de MTBF se visualizan en la Tabla 15 y Figura 15.

Tabla 14

Análisis de Fiabilidad e Infiabilidad del cargador frontal WA-180 – Komatsu

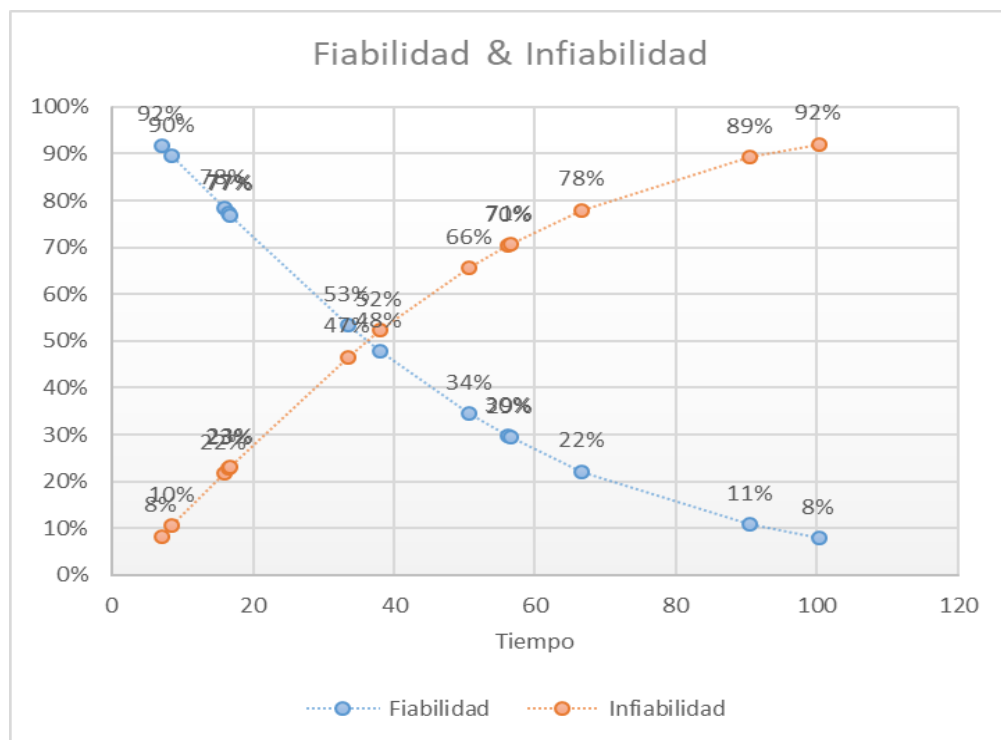
I	TIEMPO	R	F
		FIABILIDAD	INFIABILIDAD
1	7	92%	8%
2	8.5	90%	10%
3	15.9	78%	22%
4	16.6	77%	23%
5	16.8	77%	23%
6	33.4	53%	47%
7	38	48%	52%
8	50.7	34%	66%
9	56.2	30%	70%
10	56.5	29%	71%
11	66.7	22%	78%
12	90.5	11%	89%
13	100.3	8%	92%

MTBF	Tiempo medio entre fallos	44.73%
λ	Tasa de fallos	2.24%
R2	Índice de determinación	0.9551
β	Beta (Parámetro de Forma)	1.270
α	Alpha (Parámetro de Escala)	48.20

Nota. Se obtiene un MTBF de 44.73. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 14

Gráfico de la Fiabilidad e Infiabilidad del cargador frontal WA-180 – Komatsu



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15

Análisis del mantenimiento del cargador frontal WA-180 – Komatsu

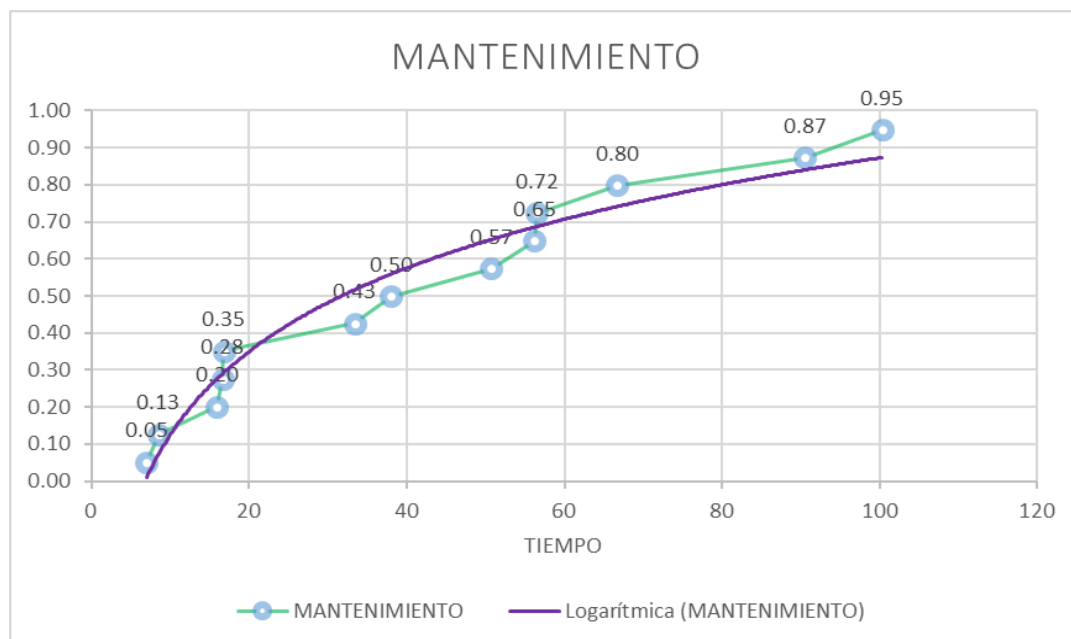
MANTENIMIENTO		
I	TIEMPO	M=F(t)
1	4	0.05
2	4	0.13
3	6	0.20
4	8	0.28
5	12	0.35
6	12	0.43
7	16	0.50

8	16	0.57
9	20	0.65
10	22	0.72
11	24	0.80
12	28	0.87
13	32	0.95
<hr/>		
β	1.58	
CTE	4.58	
ETA	18.02	
MTTR	16.18	
R2	0.9551	

Nota: Se obtiene un MTTR de 16.18. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 15

Gráfico del mantenimiento del cargador frontal WA-180 – Komatsu



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

4.4.4. Alcance de las actividades profesionales

El bachiller desarrolla las actividades detalladas en el ítem 1.8, Capítulo 1, como encargado de maquinaria pesada en el área de maquinarias de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor.

4.4.5. Entregables de las actividades profesionales IT (Informes de Trabajo)

Durante el tiempo de evaluación se han elaborado diferentes formatos para el control de la maquinaria pesada como:

- Partes diarios
- Informes de los operadores
- Contratos
- Informes de reparación y mantenimiento
- Informes de trabajo (IT)

Los informes de trabajo (IT) se emiten a la sub gerencia de obras, la cual es la encargada directa de fiscalizar el estado situacional de la maquinaria pesada. Estos informes han sido elaborados, revisados y presentados de manera mensual.

Los IT contemplan el análisis de cada maquinaria pesada como el cargador frontal, la motoniveladora y el rodillo vibratorio, con indicadores expresados en porcentajes que identifican el estado de cada maquinaria. Los IT cuentan con un registro de alquiler en donde se visualiza las horas trabajadas que impactan directamente e indirectamente a la maquinaria pesada. Adicionalmente, cuentan con un registro del personal operativo, la maquinaria pesada y las herramientas utilizadas en los trabajos descritos diariamente. Como sustento precedente a la presentación de los informes de mantenimiento y reparación se incluye un registro fotográfico de

las actividades realizadas, con una descripción breve de la misma en el Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 5.

4.5. ASPECTOS TÉCNICOS DE LAS ACTIVIDAD PROFESIONAL

4.5.1. Metodología

La palabra metodología da la iniciativa de orden y de pasos a continuar para poder conseguir un objetivo. En este sentido, la metodología considerada es la cuantitativa, la cual utiliza datos estadísticos como “checklists” e informes que recopilan datos cuantificables. Se basa, además, en realizar análisis estadísticos para derivar conclusiones de investigación.

4.5.2. Técnica

Las técnicas se entienden como el conjunto de herramientas y medios mediante los cuales se implementa un método. Las técnicas utilizadas en la presente investigación son las siguientes.

4.5.2.1. Técnica de la observación

Este método se utiliza para visualizar el estado en el que se encuentra cada maquinaria antes, durante y después de cada jornada, teniendo en cuenta las preguntas de qué se tiene y qué se necesita. A través de la aplicación de la técnica de observación se busca obtener los siguientes datos:

- Estado de la maquinaria
- Tipo de trabajo que realizará la maquinaria
- Implementos necesarios para trabajar (uñas, llantas, cuchillas, etc.)
- Tiempo de trabajo

4.5.2.2. Tecnología, computadoras, hardware y software

Los programas de mantenimiento de la concesionaria, hojas de cálculo, los manuales, diagramas y esquemas digitales de cada maquinaria, así como las herramientas que puedan encontrarse en internet son parte de esta técnica de recolección de datos que se aplica para disolver dudas del correcto funcionamiento de la maquinaria pesada.

4.5.2.3. Técnica documental

En este tipo de técnica se utilizan registros de programación, representación gráfica de actividades y desarrollo planificado y no planificado.

4.5.3. Instrumentos

Los instrumentos son los elementos que permiten llevar a cabo la aplicación de las técnicas de investigación.

Dentro de la técnica de la observación los instrumentos utilizados son:

- Fotos
- Cámara fotográfica

Dentro de la técnica tecnológica los instrumentos utilizados son:

- Programas informáticos
- Reporte de página electrónica

Dentro de la técnica documental los instrumentos utilizados son:

- Plan de mantenimiento
- Manuales de fabricante

- Notas del operador
- Informe técnico
- Checklist IPERC continuo

4.5.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Los equipos utilizados para la realización del trabajo fueron:

- Laptop
- Impresoras
- Herramientas manuales
- Herramientas de medición
- Herramientas de medición eléctrica
- Manómetros
- Medidor de temperatura
- Medidor de presión

4.6. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.6.1. Cronograma de actividades realizadas

Tabla 16

Cronograma de las actividades realizadas

ANEXO 8.0 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICA					
Fecha: 23 Ene 2022					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	DÍAS POR COMPONENTES	TIEMPO TOTAL POR PARTIDA
01	REPARACIÓN DE CARGADOR FRONTAL WA-180 KOMATSU				20
01.01	REPARACIÓN Y/O SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO	UND	1.00	6	
01.02	REPARACIÓN Y/O SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	UND	1.00	4	
01.03	MANTENIMIENTO SISTEMA ELÉCTRICO	UND	1.00	3	
01.04	MANTENIMIENTO REAL AXEL (DIFERENCIAL TRASERO)	UND	1.00	7	
01.05	CAMBIO DE NEUMÁTICOS	UND	4.00	0	
02	REPARACIÓN DE MOTONIVELADORA CHENG GONG MG-1320B				39
02.01	REPARACIÓN Y/O SUSTITUCIÓN DEL HIDRÁULICO "CILINDRO HIDRÁULICOS"	UND	1.00	9	
02.02	REPARACIÓN Y/O SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO "MANIFOLD"	UND	2.00	7	
02.03	REPARACIÓN Y/O SUSTITUCIÓN DEL GIRO DE TORNAMEZA (CAMBIO DE GEROTOR)	UND	1.00	4	
02.04	CAMBIO DE NEUMÁTICOS	UND	6.00	6	
02.05	REPARACIÓN Y/O SUSTITUCIÓN DEL BOMBEO (BOMBA DE PISTONES, ENGRAJES)	UND	1.00	9	
02.06	REPARACIÓN Y/O SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE ARRASTRE (CAMBIO DE CUCHILLAS)	UND	1.00	4	
03	REPARACIÓN DE RODILLO SANY YZ12C				2
03.01	REPARACIÓN Y/O SUSTITUCIÓN DEL ARRANCADOR Y ALTERNADOR	UND	1.00	2	
TOTAL DE DÍAS					61
Total de días: Sesenta y un días					

4.6.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

4.6.2.1. Inspección y análisis

La inspección y el análisis consisten en el reconocimiento del punto a intervenir y verificación de las posibles fallas de cada sistema, dando la fiabilidad a la fuente de información obtenida por los operadores.

4.6.2.2. Plan de trabajo

El plan de trabajo consiste en preparar un cronograma antes de iniciar el proyecto. Este debe involucrar a las principales actividades del servicio de mantenimiento y debe definir claramente el inicio y la finalización de eventos, las cuales son fechas establecidas a cumplirse durante su desarrollo.

4.6.2.3. Elaboración de documentos

La elaboración de documentos consiste en adjuntar informes técnicos del desarrollo de la evaluación de cada maquinaria pesada.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

La Disponibilidad se calcula en función del MTBF (Tiempo Medio entre Fallos) y el MTTR (Tiempo Medio para Reparar):

$$\text{Disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

$$\text{Disponibilidad} = 44.73 / (44.73 + 16.18)$$

$$\text{Disponibilidad} = 73.44\%$$

Tabla 17

Indicadores de metas propuestas

OBJETIVO	INDICADOR	Actual	Meta
Asegurar la disponibilidad mecánica de los equipos	MTFB	44.73%	90%
	MTTR	16.18	10
	Disponibilidad	73.44%	90%
	Horas paradas programadas	6	20
	Horas paradas no programadas	156	75
	Horas efectivas	557.1	625
	Cargador frontal WA - 180	73.44%	90%
	Motoniveladora MG-1320B	75.90%	90%
	Rodillo	79.20%	90%

Nota. Se realiza un cuadro resumen de los valores obtenidos del análisis de la maquinaria pesada de la entidad. Fuente: Elaboración Propia.

5.2. LOGROS ALCANZADOS

Se logró realizar un análisis por periodo trimestral de la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor mediante el método de mantenimiento RCM y los cálculos de probabilidad Weibull. Utilizando hojas de cálculo, se identificó el estado actual de la maquinaria pesada encontrando lo siguiente:

- La causa del exceso de paradas no programadas de las maquinarias está relacionada con la falta de un sistema de gestión de mantenimiento confiable.
- El sistema hidráulico presenta una mayor cantidad de intervenciones siendo el sistema más crítico y requiere una intervención inmediata.
- La tasa de fallas con un parámetro de $\beta > 1$ corresponde a una tasa de fallas creciente, ocasionando que las intervenciones sean más costosas y las fallas más recurrentes.
- La maquinaria pesada está con una disponibilidad del 70%.

Después del análisis trimestral en donde se obtienen diferentes datos, como los tiempos entre las fallas y los tiempos de reparación de las unidades listados en la Tabla 17, se puede asegurar que se ha logrado realizar la primera evaluación situacional, encontrando la realidad de cada maquinaria pesada.

5.3. DIFICULTADES ENCONTRADAS

Las principales dificultades encontradas son:

- La falta de información de la maquinaria pesada por parte de la entidad, la cual no cuenta con un historial de mantenimiento, por lo que el estado actual de la maquinaria no es confiable.
- La falta de capacitación de los operadores y su despreocupación por el mantenimiento preventivo.
- La falta de retroalimentación para el adecuado manejo de la maquinaria pesada y la puesta en duda de la veracidad de la información transmitida para el control de cada maquinaria pesada.

5.4. PLANTEAMIENTO DE MEJORAS

5.4.1. Metodología propuesta

La metodología cuantitativa consiste en recolectar y analizar datos numéricos, comprobar relaciones y obtener resultados.

Según esta metodología implica utilizar:

- Partes diarios de cada maquinaria
- Datos técnicos de operación
- Datos técnicos de reparación
- Datos técnicos del estado situación
- Hojas de cálculo

5.4.2. Descripción de la implementación

Se observa que las maquinarias de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor no cuentan con evaluaciones que indiquen cuál es el estado actual de las mismas; solo se han considerado reparaciones a sistemas puntuales. Por ello, se toma la iniciativa de implementar evaluaciones que determinen el estado situacional de la maquinaria de pesada. Esto se realiza con un plan de mantenimiento que pueda otorgar resultados de la actividad diaria de la maquinaria pesada, como los partes diarios, obteniendo así indicadores. Los indicadores ayudarán a la programación de hojas de cálculo “Excel” con modelos estadísticos de Weibull.

Se tomaron las mediciones de las fallas de la maquinaria pesada en un tiempo de 3 meses, teniendo en cuenta que las fallas no siempre son constantes: la maquinaria puede fallar a los 5 días como a los 15 días. En este caso, se tuvieron paradas en un rango de 20 días o 156 horas.

En base a esta información recolectada se obtiene la desconfiabilidad + confiabilidad = 1, y siguiendo los parámetros del gráfico de Weibull, la fórmula de la desconfiabilidad es $R(M) = (i - 0.3 / n + 0.4)$. Luego, se requieren obtener los valores de $Y = \ln(-\ln x R)$ y $X = \ln x T$, considerando que debemos obtener los parámetros de forma β . De acuerdo con los datos hallados, se encontró que la maquinaria pesada analizada en este trabajo está en etapa creciente, ya que el parámetro de forma β hallado es igual a 1.27.

Asimismo, se halló el MTTR o Tiempo Medio para Reparar, el cual es de un valor de 16.18, y el MTBF o Tiempo Medio entre Fallos, el cual es de un valor de 44.73%.

5.5. ANÁLISIS

Con el valor hallado de Disponibilidad a un 73.44%, se puede indicar que, según la “curva de la bañera”, la maquinaria pesada se encuentra en una tasa de falla creciente, en donde los fallos se deben al desgaste progresivo de los componentes, a un mantenimiento deficiente o a revisiones incorrectas. Las reparaciones son cada vez más costosas y los riesgos de seguridad son cada vez mayores.

5.6. APOORTE DEL TESISISTA EN LA INSTITUCIÓN

El aporte dado mediante este trabajo es la identificación del estado situacional de la maquinaria pesada en base a su nivel de su disponibilidad. Este hallazgo se considera como un punto de partida para la implementación de mejoras, considerando los costos de mantenimiento, reparación y su vida útil de la maquinaria pesada.

En resumen, con el presente trabajo de investigación se aporta:

- Identificación del estado situacional de la maquinaria pesada mediante programas, dando como resultado un análisis más claro de su disponibilidad.
- Técnicas de mantenimiento, como partes diarios o “cheklists”, y planes de mantenimiento, como capacitación al personal.

CONCLUSIONES

El estado situacional hallado de la maquinaria de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor fue de una fase decreciente o envejecimiento, por lo que se requieren realizar reparaciones inmediatas. Además, se obtuvo una disponibilidad de la maquinaria de 73.44%, y se pretende mejorar este resultado, ya que la maquinaria pesada se encuentra en una tasa de fallas crecientes (etapa o fallas por desgaste).

Es necesario implementar formatos estándar con versiones de mejora que puedan ser útiles para la recolección de la información confiable.

Se deben mejorar los tiempos de reparación de la maquinaria pesada, los tiempos para la detección de la falla, el tiempo de logística para conseguir los repuestos y organizar los recursos necesarios, y los tiempos de pruebas. Para continuar con un análisis más furtivo es necesario incluir estos tiempos en todos los procesos.

Se debe continuar con el proceso de adquisición de los indicadores de fiabilidad y mantenibilidad, ya que proporcionan información válida y de confianza sobre hacia donde se debe dirigir los esfuerzos para la conservación adecuada de la maquinaria pesada. Dichas acciones deben estar encaminadas a alargar los tiempos entre fallos y disminuir los tiempos de reparación.

RECOMENDACIONES

Utilizando métodos de mantenimiento, como el método RCM o Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y el modelo estadístico de Weibull, se obtiene como resultado la disponibilidad de la maquinaria pesada, se recomienda que se continúe con la aplicación de estos métodos de manteniendo para poder identificar el estado situacional de la maquinaria pesada, determinar cuáles son los sistemas que presentan mayor desgaste y definir las acciones al respecto.

Si se aplican métodos de mantenimiento de manera constante y se priorizan los mantenimientos correctivos, la disponibilidad de la maquinaria aumenta de manera significativa, obteniendo mejores resultados en su desempeño y menores costos de reparación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cáceres Guevara, R. F. (2015). *Propuesta de mejora en los procesos operativos de la sección recepción - Almacén del área logística de la empresa YURA S.A. en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/2248>

CyTA. (2021). *Diagrama de Causa y Efecto*. Obtenido de CyTA: http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas_calidad/causa_efecto.htm

Ficha técnica de una motoniveladora. (2020). Obtenido de https://www.google.com/search?q=ficha+tecnica+de+una+motoniveladora&client=firefox-b-d&sxsrf=APq-WBuse-PLMX1Apg2VHd4nYwFFABqwxw%3A1643334327985&ei=t0rzYdfTO6655OU PwvCM8A8&oq=ficha+tecnica+de+motoniveladora+&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAMYATIKCAAQgAQQhwIQFDIGCAAQB

Gallegos Londoño, C. M., Viscaíno Cuzco, M. A., & Villacrés Parra, S. R. (2020). Estudio de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad aplicado a grupos electrógenos prime. *ConcienciaDigital*, 3(3), 44-61. doi:<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1266>

Jeison. (12 de Junio de 2018). *Diagrama de Ishikawa*. Obtenido de Qualiex Blog de la Calidad: <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>

Komatsu Latin America Corporation. (1998). *Manual de Operación y Mantenimiento del Cargador Frontal sobre Ruedas WA180-3 Komatsu*.

Mayorca Alvarado, R. J. (21 de Febrero de 2019). *Propuesta de mejora de la disponibilidad de maquinaria pesada en una PYME utilizando el RCM*. Lima:

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

doi:<http://dx.doi.org/10.19083/tesis/625619>

Municipalidad Distrital de Samuel Pastor. (2019). *Misión y Visión*. Obtenido de Municipalidad Distrital de Samuel Pastor: <http://www.munisamuelpastor.gob.pe/mision-y-vision-sp/>

Municipalidad Distrital de Samuel Pastor. (2019). *Ordenanza Municipal N°008-2019-MDSP*.

Municipalidad Distrital de Samuel Pastor. (2019). Organigrama. *Ordenanza Municipal*.

Pauro & Asociados. (2022). *Pauro & Asociados*. Obtenido de La Norma ISO 55000 para la Gestión de Activos - ¿Están preparadas las organizaciones para este nuevo desafío?: <https://www.pauro.com/que-es-iso-55000.html>

Predictiva21. (2019). *Calculando la Frecuencia Optima de Mantenimiento o Reemplazo Preventivo: Caso de estudio basado en Métodos y Normas Vigentes*. Obtenido de Predictiva21: <https://predictiva21.com/frecuencia-mantenimiento-reemplazo-preventivo/>

RENOVETEC. (2013). *Plan de mantenimiento basado en RCM*. Obtenido de Ingeniería del Mantenimiento: <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm>

Troyer, D. (18 de Setiembre de 2020). *¿Por qué es necesario el análisis de Weibull?* Obtenido de Reliability Connect: <https://esp.reliabilityconnect.com/por-que-es-necesario-el-analisis-de-weibull/>

Ubicación de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor. (2022). Obtenido de Google Maps.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Calidad. Conjunto de características de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes.

Distribución de Weibull. Modelo estadístico que permite identificar la frecuencia de falla de un conjunto de datos de falla.

Fiabilidad. Es la probabilidad de que el dispositivo esté averiado.

Infiabilidad. Es la probabilidad de buen funcionamiento.

MTTR (Tiempo Medio para Reparar). Del inglés “Mean Time To Repair”, es un indicador de disponibilidad que representa el tiempo medio en que se tarda a reparar el equipo o sistema bajo análisis. Indica la capacidad de reparación.

MTBF (Tiempo Medio entre Fallos). Del inglés “Mean Time Between Failures”, es un indicador de disponibilidad que representa el promedio del tiempo que transcurre entre dos fallas en un mismo equipo.

MTTF (Tiempo Medio hasta el Fallo). Del inglés “Mean Time To Failure” es un indicador de disponibilidad que representa el tiempo en que el sistema está activo, cumpliendo las funcionalidades por las cuales ha sido diseñado.

Tasa de falla. Es un estimador de la fiabilidad y se expresa frecuentemente en “avería/hora”.

ANEXO 1**MANTENIMIENTO DEL EQUIPO CARGADOR FRONTAL WA-180 – KOMATSU.****INFORME N° 62 -2021-EMBA-EM**

A : Ing. Humberto F. Yampara Vilca
Sub Gerente de Obras Públicas, Maquinaria, Estudios y Proyectos

DE : ING. Edmundo Manuel, Beltrán Alemán
Encargado de equipos pesados.

ASUNTO : **MANTENIMIENTO DE CARGADOR FRONTAL, CILINDRO DE LEVANTE, CILINDROS DE FUERZA, SISTEMA DE REFRIGERACION.**

FECHA : 22, ABRIL - 2021

Mediante el presente me dirijo a Usted, para saludarlo e indicarle lo siguiente:

1. ANTECEDENTES

La unidad cargador frontal sufre desgaste al realizar operaciones de limpieza que ocasionan, desperfectos en los cilindros de levante, teniendo un horometro de 15,823.00, no se tiene información de su mantenimiento anterior.

Se logra identificar las fallas mediante partes diarios o check list elaborados por el área de Maquinaria.

2. RESUMEN DEL ESTADO.

La unidad se encuentra OPERATIVA, los sistemas que se deben intervenir son los cilindros de levante debido a que tienen presencia con derrame de aceite hidráulico, ocasionando que no pueda realizar trabajos de fuerza o levante.

Se requiere la reparación de la unidad focalizada en el sistema hidráulico ya que la unidad se encuentra a un 70 % de su disponibilidad.

3. INFORMACIÓN GENERAL DEL TRABAJO A REALIZAR**3.1 TRABAJOS PRELIMINARES**

- ✓ Desmontaje de cilindro
- ✓ Desarmando de cilindro

3.2 OBSERVACIONES EVALUACION MECANICA

- ✓ Evaluación de cilindro:
- ✓ A1:120.05mm A2: 120.03mm B1: 120.05mm B2: | 120.04mm
- ✓ Interior de cilindro con ralladuras leves

- ✓ Evaluación de vástago: A1: 59.95mm A2:59.94mm B1:59.94mm B2: 59.94mm
- ✓ Vástago presenta ralladuras longitudinales leves
- ✓ Evaluación de tapa: A1: 60.15mm A2: 60.17mm B1: 60.12mm B2: 60.18mm
- ✓ Extrusión GAP dentro de tolerancia
- ✓ Presencia de filos cortantes
- ✓ Evaluación de pistón: A1: 118.9mm A2: 118.9mm B1: 118.9mm B2: 118.9mm
- ✓ Extrusión GAP dentro de tolerancia
- ✓ Presencia de filos cortantes
- ✓ Evaluación de bocinas: A1: 60.20mm A2: 60.30mm B1: 50.30mm B2: 50.35mm
- ✓ Con presencia de ralladuras internas.

4. TRABAJOS A REALIZAR

Los trabajos de mantenimiento a realizar para garantizar la operatividad de la máquina, son los siguientes:

1. Cambio de cambio de sellos.
2. Cambio de bocinas de anclaje.
3. Bruñido de cilindro.
4. Pulido de vástago.
5. Pulido de tapa.
6. Pulido de pistón.
7. Armado y prueba hidráulica.
8. Mantenimiento de sistema de transmisión de giro del motor.
9. Sondeo de radiador
10. Reparación de fugas de radiador

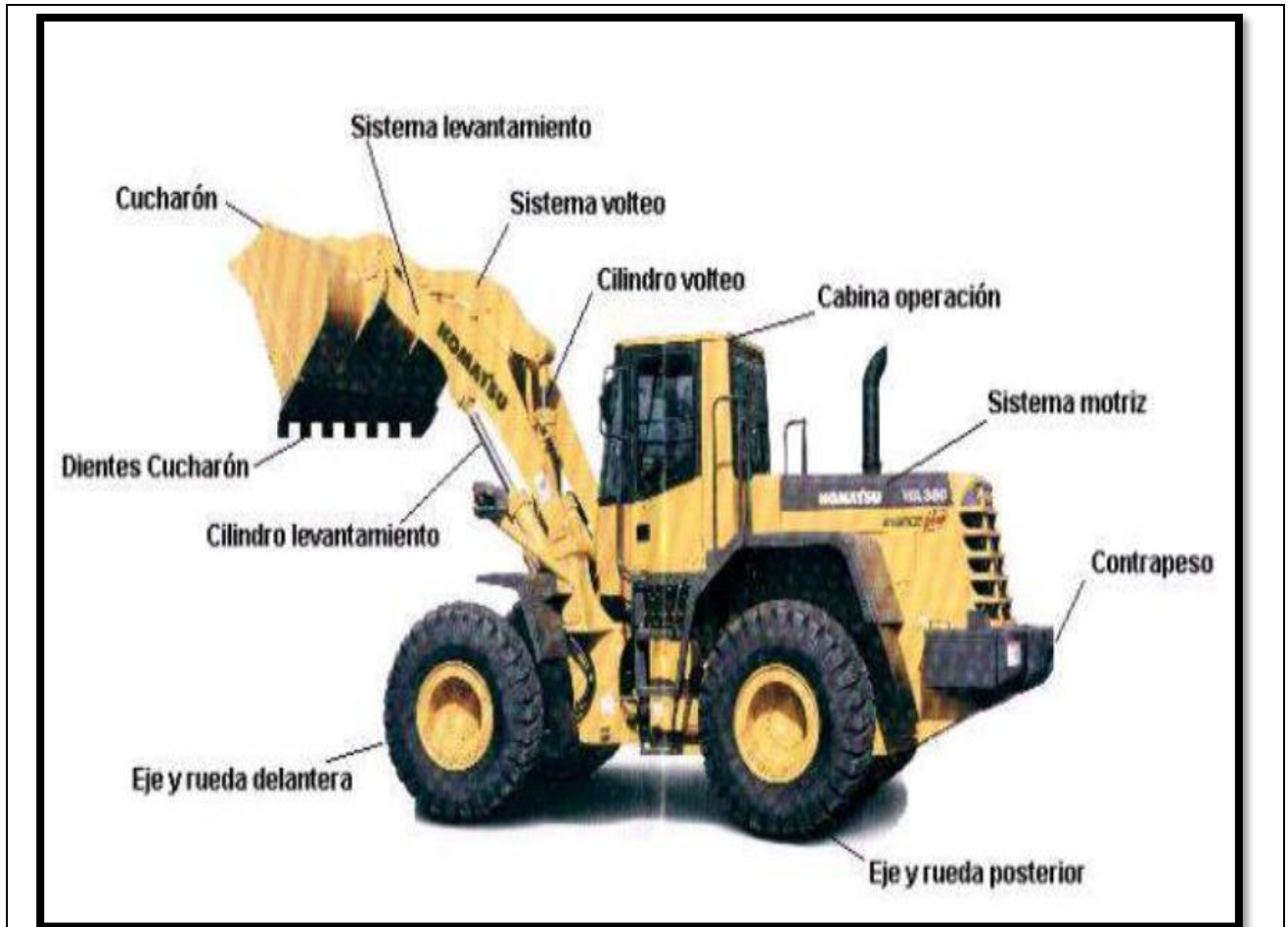
5. CONCLUYE.

1. El vehículo a la actualidad no puede levantar y empujar material, de manera eficiente.
2. Se identifica que el sistema que presenta mayor desgaste es el Sistema Hidraulico.
3. Se cuantifica la disponibilidad del Cargador frontal llegando a obtener un 70 % de disponibilidad,
4. identificado la falla se requiere con urgencia la reparación del sistema hidráulico “cilindros de hidráulicos”

6. RECOMENDACIONES.

Se recomienda realizar el trabajo focalizado en el sistema hidráulico, evitando mayores daños e incremento de costos de reparación

7. REGISTRO FOTOGRAFICO



Título Cargador frontal

Conclusion; Nombre de las partes de un cargador frontal.



Título: Cilindros de Levante.

Conclusiones: Los cilindros con presencia de humedad



Título: Cilindros con desgaste

Conclusión: los cilindros requieren mantenimiento y cambio de sellos porque presentan fugas hidráulicas

01/06/2021 08:55:20 a.m.

RECIBO ÚNICO DE CAJA

Nº Serie: 001 Número: No. 18178

R.U.C. 20206805120 FECHA EMISIÓN: 01/06/2021

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: JORGE LUIS MONROY FLORES

DOMICILIO FISCAL:

CONCEPTO: Otros Tasas Ordinaria

COD. CONT.	CONCEPTO	PRE.UNIT.	CANT.	IMPORTE SI.
12010333210 2021	Alquiler de Cargador Frontal	69.00	1.00	69.00
Emisión:				IMPORTE TOTAL A PAGAR: SI. 69.00

Señ: Sesenta y Nueve con 00/100 Nuevos Soles

OBSERVACIONES: ALQUILER UNA HORA DE CARGADOR FRONTAL

Atendido Por: Cajero: NARCÁ MARTÍNEZ RIEGA

Mensaje: LA TIERRA ES NUESTRO REFUGIO AYUDEMOS A PROTEGERLA Y CUIDARLA YA QUE ELLO DEPENDE EL FUTURO DE MUCHAS GENERACIONES

USUARIO

Título: Recibo único de caja

Conclusiones: Pago por el alquiler de equipos



MUNICIPALIDAD DISTRITAL SAMUEL PASTOR
LA PAMPA - CAMANÁ

CONTRATO DE ALQUILER DE MAQUINARIA

Consta por el presente documento, el contrato de Alquiler de LA UNIDAD :..... de una parte, EL REPRESENTANTE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMUEL PASTOR, en adelante "LA ENTIDAD", con N° 20206805120, con domicilio legal: Jr. LA PAMPA Nro. 308 LA PAMPA, a quien adelante se denominará la municipalidad, de otra parte, el señor(a) Jorge Luis Manroy Flores con DNI / RUC N° 30430508 CON DOMICILIO LEGAL EN Tierras Apuríacas 110 con "EL CONTRATISTA" en los términos y condiciones siguientes:

1. CLAUSULA PRIMERA. - ANTECEDENTES:

1.1. LA ENTIDAD, es propietario de LA UNIDAD. Cargador Frontal lo que en adelante se denominará "BIEN DEL CONTRATO".

1.2. EL CONTRATISTA, solicita mediante "SOLICITUD DE TRAMITE ADMINISTRATIVO – TUPA (DECLARACION JURADO) N° 6737" / el alquiler de la unidad con las siguientes características.

DESCRIPCION	UND	CANTIDAD HORAS	COSTO MAQUINA SECA	MONTO TOTAL
<u>Cargador Frontal</u>	<u>1</u>	<u>01</u>	<u>69</u>	<u>69</u>

PARA REALIZAR EL TRABAJO EN: AA.HH. Villa Don Jorge

2. CLAUSULA SEGUNDA FORMA DE VALORIZACION.

La unidad se valorizará con: horas trabajadas según hodómetro.
3 horas mínimas por día, maquina parada.

3. CLAUSULA TERCERA: RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA.

La responsabilidad de daños y perjuicios hacia la unidad corren por parte del CONTRATISTA. Desde que sale del almacén hasta su retorno.

4. CLAUSULA CUARTA FORMA DE PAGO.

EL CONTRATISTA se acercará a la entidad para realizar el PAGO SEGÚN "TUPA ITEM N° 17,00 ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA, ASENTAMIENTOS HUMANOS (NO INCLUYE OPERADOR) MAQUINA SECA". POR EL MONTO DE S/ 69 entregando un documento que acredite la transacción. (RECIBO DEL PAGO DEL SERVICIO).

5. CLAUSULA QUINTA GARANTIA

Se afectará a la valorización de la obra solicitante, si la empresa no llega a cancelar el total de horas trabajadas. (Según horometro)
Este monto total no comprende el costo de combustible, ni lubricantes, ni alojamiento y ni alimentación para el operador y su ayudante.

6. CLAUSULA SEXTA REEMBOLSO

La cantidad de horas mínimas no son reembolsables

.....
MUNICIPALIDAD DISTRITAL SAMUEL PASTOR.
REPRESENTANTE

[Firma]
.....
CONTRATISTA
DNI: 30430508

Palacio Municipal: Jr. La Pampa N° 308 - Telf.: 571708 - Samuel Pastor - Camaná
Página Web: www.munisamuelpastor.gob.pe

Título: Contrato

Conclusiones: Contrato para el alquiler de maquinaria



MUNICIPALIDAD DISTRITAL SAMUEL PASTOR

Solicitud de Trámites Administrativos - TUPA
(Declaración Jurada)

Nº 016740

Señor Alcalde de la Municipalidad Distrital de Samuel Pastor

Yo, CHILIANO MAQUI MENDOZA Identificado con R.U.C.:

DNI. Nº 30413340 Carné Ext. Nº _____ con domicilio en _____

Nº _____ Mza. 0 Lote 1 Distrito de SAMUEL PASTOR LA P.

Representado por ASC. RELEGEOSA IGLESIA LUZ Y PAZ Según poder con firma legalizada, el cual se encuentra adjunto, ante Ud. me presento y digo:

Que, de conformidad a los procedimientos establecidos mediante Texto Único de Procedimientos Administrativos TUPA, en mi calidad de ciudadano y solicitante pido a su digno despacho lo siguiente:

GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA

- Copia Certificado de Documentos
- Fraccionamiento Tributario
- Exoneración de Tributos
- Compensación Devolución Tributos
- Arrendamiento de Bienes Municipales
- Expedición de Carné Sanidad

SUB GERENCIA EJECUCIÓN COACTIVA

- Suspensión del Procedimiento Coactivo
- Tercería de Propiedad
- Levantamiento de Medida Cautelar

GERENCIA ASESORÍA LEGAL

- Recurso Impugnativo Administrativo
- Recurso Impugnativo Tributario
- Nulidad de Acto Administrativo
- Desistimiento de Acto Administrativo
- Constancia de no Adeudo de Tributos
- Otros: (Especificar) _____
- Otros: (Especificar) _____

OFICINA DE DEFENSA CIVIL

- Inspección Técnica Básica de Defensa Civil
- Constancia de Opinión Favorable para Eventos Pirotécnicos
- Otros: (Especificar) _____
- Certificado de Defensa Civil

GERENCIA PROMOCIÓN, DESARROLLO SOCIAL Y ECONÓMICO

- Licencia de Apertura (detallar) _____
- Autorización Municipal Espectáculos Públicos No Deportivos (detallar) _____
- Autorización Municipal para Instalación de Anuncios y Propagandas
- Certificado Domiciliario
- Autorización Temporal de Funcionamiento (detallar) _____
- Duplicado Licencia de Apertura de Establecimiento () Cancelación

OFICINA DE REGISTRO CIVIL

- Matrimonio Civil
- Rectificación de Partida
- Inscripción Extemporánea de Nacimiento
- Otros: (especificar) _____
- Certif. Seg. Def. Civil Espectáculos Públicos No Deportivos

OFICINA DE SECRETARÍA GENERAL

- Acceso a la Información
- Otros: (Especificar) _____

GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA URBANA AMBIENTAL

- Licencia de Obra Ampliación
- Certificado de Alineamiento de Vías
- Certificado de Numeración
- Actualización y Revalidación Licencia Obra
- Licencia de Obra para Cerco
- Apertura de Puertas y Obras Menores
- Certificado de Conformidad de Obra
- Declaratoria de Fábrica
- Certif. de Compatibilidad de Uso y Alineamiento
- Certificado de Ubicación de Terrenos
- Coloc. de Placas Numeración de Inmuebles
- Autorización Instalación Armarios, Cabinas, Sub Estaciones y otros en Bienes Públicos
- Certif. de Zonificación y Vías
- Certificado Negativo de Catastro
- Certif. de Terreno Fuera Expansión
- Sub División sin Cambio de Uso con Obras.

- Aprobación de Habilitación Urbana
- Vización de Planos
- Certificado de Parámetros Urbanísticos y Edificaciones
- Certif. de Zonificación y Compatibilidad de Uso de Establecimientos
- Certif. de Catastro
- Certificado de Colindancia
- Certif. Negativo de Propiedad
- Certif. de Posesión de Lote
- Duplicado de Certif. de Posesión

UNIDAD OPERATIVA DE AGUA

- Autorización para la Instalación de Agua Potable
- Reinstalación de Agua Potable
- Autorización para la Excavación de Obras para Servicios Básicos
- Otros: (especificar) _____



Mi pedido lo realizo bajo las siguientes consideraciones: SOLICITO MAQUENAYIAS COMO VOLQUETE CARGADOR FRONTAL PARA VOTAR LA TIERRA - Rinconada, Frente a la Loza Deportiva

A efectos de dar trámite al presente acto administrativo, adjunto la siguiente documentación:

- 1.- _____
- 2.- _____
- 3.- _____
- 4.- _____

Asimismo, los documentos adjuntos a la presente solicitud, que formarán parte del expediente administrativo reúne las condiciones de la legalidad según la Ley Nº 27444 Ley de Procedimiento Administrativo General

Samuel Pastor, 31 de Mayo del 2021

Firma del Titular o Representante Legal

DNI: 30413340

DISTRIBUCIÓN GRATUITA (el. 922567294)

Título: Solicitud - Tupa

Conclusiones: Solicitud para el alquiler de la maquinaria



Título: Cargador Frontal

Conclusiones: Realiza trabajos de limpieza