



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Implementación de un Plan de mantenimiento preventivo para  
aumentar la disponibilidad de tractores en la Empresa Agroberries  
Perú S.A.C., Virú 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Chávez Arévalo, Fiorella Scarle (orcid.org/0000-0003-3839-8950)  
Contreras Morales, Patrick Stiven (orcid.org/0000-0001-6013-3858)

**ASESORA:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Este trabajo fue logrado con la bendición de Dios.

En especial lo dedico a mi madre Norma Arévalo

Malaver por brindarme fortaleza y apoyo

emocional en todo este trayecto, ser la guía,

constancia y amor que necesitaba.

Asimismo, como a mis hermanitos Luis Enrique

Ñique Arévalo y Sergio Alonso Chávez Arévalo

ya que con su alegría y ocurrencias fueron mis

acompañantes en los momentos de dificultad

motivándome para poder cumplir este objetivo.

Los amo mucho y gracias a ustedes puedo decir:

“lo logré”.

Atte: Fiorella Chávez Arévalo

.  
.

En especial le dedico este trabajo a mis abuelos; Julia Llerena, que desde un inicio estuvo conmigo impulsándome para poder lograr este sueño, fuiste esa madre que siempre me apoyó; Segundo Morales, estuviste junto a mí en todo momento de mi vida apoyándome sin condiciones alguna.

Ustedes que ahora son mis ángeles en el cielo, me han iluminado para que siga con este sueño formando parte de este logro y muchos más a futuro.

Atte: Patrick Contreras Morales

## **Agradecimiento**

Después de lo vivido por la pandemia del Covid19, que causó muchas pérdidas familiares, agradecemos en primer lugar a Dios, por mantenernos aún con salud junto a nuestros padres y hermanos; también agradecerle por todas sus bendiciones; asimismo por guiarnos de manera espiritual en este trabajo realizado con mucho empeño y dedicación en compañía de nuestros familiares y asesora.

En segundo lugar, queremos agradecer al gerente Agrícola Ing. Rodrigo Toledo Pérez por brindarnos las facilidades de poder desarrollar nuestra tesis en la empresa. También aquellas personas que nos compartieron ciertos conocimientos para generar valor a nuestra tesis: Jessica Ruiz Sandoval, Ing. Felipe Altamirano Ruiz y al Ing. Merling Rosales Infantes.

Asimismo, también agradecemos a nuestra asesora en esta tesis, Ing. Adelina Quispe Rivera, por su constante apoyo para poder realizar y culminar con este trabajo de investigación de manera satisfactoria.

Y finalmente gracias a nuestros padres porque forman parte de nuestras vidas y por demostrarnos que las metas se logran con esfuerzo y dedicación.

## Índice de Contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	12
3.2. Variables y Operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumentos para recolectar datos .....	13
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos .....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN .....	49
VI. CONCLUSIONES .....	53
VII. RECOMENDACIONES .....	54
REFERENCIAS .....	55
ANEXOS.....	61

## Índice de Tablas

Tabla 1. Valores del IC.....	10
Tabla 2. Técnicas e instrumentos para recolectar datos .....	13
Tabla 3. Resumen de Disponibilidad de Equipos .....	19
Tabla 4. Datos para el cálculo de FF.....	21
Tabla 5. Valores Calculados para el CF .....	23
Tabla 6. Cálculo del Índice de Criticidad (IC).....	23
Tabla 7. Rango de Criticidad.....	24
Tabla 8. Equipos con Alta Criticidad.....	24
Tabla 9. Cronograma del Plan de Mantenimiento .....	27
Tabla 10. Tabla de Inspecciones.....	28
Tabla 11. Tabla de Análisis Vibracional .....	30
Tabla 12. Tabla de Análisis y Cambio de Componentes .....	31
Tabla 13. Tabla de Inspecciones.....	32
Tabla 14. Muestra de Lista de materiales.....	33
Tabla 15. Herramientas Usadas.....	34
Tabla 16. Mantenimiento de Unidad: Tractor No 15 .....	36
Tabla 17. Mantenimiento de Unidad: Tractor No 8 .....	37
Tabla 18. Mantenimiento de Unidad: Tractor No 13 .....	38
Tabla 19. Stock mínimo para realizar mantenimiento preventivo .....	39
Tabla 20. Disponibilidad posterior a la aplicación del Plan de Mantenimiento .....	40
Tabla 21. Incidencia del Plan de Mantenimiento en la Disponibilidad.....	40
Tabla 22. Descriptivos del MTBF .....	42
Tabla 23. Normalidad Confiabilidad .....	42
Tabla 24. Prueba t-student para el MTBF .....	43
Tabla 25. Descriptivos del MTTR .....	44
Tabla 26. Prueba Normalidad MTTR.....	45
Tabla 27. T-student para el MTTR .....	45
Tabla 28. Descriptivos de la Confiabilidad.....	46
Tabla 29. Normalidad Confiabilidad .....	47
Tabla 30. T-student para la Confiabilidad.....	47
Tabla 31. Cuadro de operacionalización de variables .....	61
Tabla 32. Cuadro de matriz de consistencia .....	1

Tabla 33. Frecuencia de Fallos .....	5
Tabla 34. Impacto en la producción .....	5
Tabla 35. Parámetros de Seguridad y Salud .....	5
Tabla 36. Parámetros Costo Promedio de Reparación .....	6
Tabla 37. Parámetros Tiempo de Reparación .....	6
Tabla 38. Parámetros de Tiempo de Operación .....	6
Tabla 39. Índice de Gravedad .....	7
Tabla 40. Índice de Frecuencia .....	7
Tabla 41. Índice de Detención .....	8
Tabla 42. Promedio IPR .....	8

## Índice de Figuras

Figura 1. Gantt de actividades del procedimiento.....	14
Figura 2. Tractor N° 1.....	18
Figura 3. Tractor N° 4.....	18
Figura 4. Resumen de Disponibilidad por Equipo.....	20
Figura 5. Comparativo para el cálculo del FF.....	21
Figura 6. Matriz Criticidad.....	24
Figura 7. Inspecciones efectuadas.....	29
Figura 8. Inspecciones efectuadas.....	29
Figura 9. Inspecciones efectuadas.....	30
Figura 10. Eje delantero 4RM (Lateral).....	31
Figura 11. Análisis de Componente.....	32
Figura 12. Personal Capacitación en Taller.....	33
Figura 13. Herramientas usadas para mantenimiento.....	35
Figura 14. Mejora de la disponibilidad.....	41
Figura 15. Comparativo MTBF pretest y postest.....	42
Figura 16. Promedio MTTR, pretest y postest.....	44
Figura 17. Comparativo Promedio Confiabilidad.....	46

## RESUMEN

La presente investigación desarrollada tuvo como objetivo determinar la incidencia de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022. El tipo de diseño de investigación fue pre-experimental y de nivel explicativo. Se usó como técnicas el análisis documental y la observación. La metodología usada correspondió al **Mantenimiento Productivo Total** (TPM) con el desarrollo de las fases que comprende. Entre los resultados, que logró esta investigación tenemos el aumento de la disponibilidad en 7.31%, pasando de 89.64% antes del desarrollo de la gestión de mantenimiento y llegando a 94.94% posterior a las mejores aplicadas; así mismo el MTBF mejoró en 35.49, se redujo el MTTR en 1.48 en y la confiabilidad aumentó en 0.07, Esto significa como conclusión que: la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

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



## **ABSTRACT**

The objective of this research was developed to determine the effect of the implementation of improvements in maintenance management on the availability of the Ore Transport Fleet of a Gold Mining Company, 2022. The type of research design was pre-experimental and explanatory level. Documentary analysis and observation were used as techniques. The methodology used corresponded to the Deming cycle with the development of the 4 phases it comprises. Within the results achieved by this research we have the increase in availability by 6.6%, going from 89.72% before the development of maintenance management and reaching 96.32% after the best applied; efficiency was increased by 10.44%, This means as a conclusion that: the improvement in Maintenance management increases the availability of the Ore Transport Fleet of a Gold Mining, 2022

**Keywords:** maintenance management, availability, MTTR

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se vive en un mundo altamente competitivo, donde para las empresas de tipo industrial, es vital mantener sus equipos siempre disponibles en el momento que lo necesiten, con la finalidad de desarrollar sus operaciones con normalidad.

Así tenemos un estudio desarrollado en España, donde se resalta la importancia del mantenimiento, ya que luego de revisar 900 plantas industriales, resaltó la prioridad de tener en constante disponibilidad los equipos, dado que ayudaron a mantener los equipos disponibles y disminuyeron costos por paradas inesperadas (CABRERA & ESTRELA, 2019, p. 6).

Dada la importancia de mantener los equipos con una alta disponibilidad, un estudio realizado en el 2021, indicó que cerca del 42,5 % de organizaciones de los Estados Unidos realizaron inversiones entre el 21 al 40% del total de su presupuesto operacional en materiales de mantenimiento a fin de mantener operativa su infraestructura de equipamiento y continuar con sus operaciones (STATISTA, 2022, p. 9).

Tenemos un estudio que realizó en el BID en Latinoamérica sobre costos de mantenimiento correctivo concluyó que son altos, por ejemplo, al adquirir repuestos que no se planificaron, costos por sobretiempo en mano de obra, dónde al no existir equipos disponibles, generan horas muertas del activo, reduciendo la productividad en las organizaciones (PASTOR, 2020, p. 32).

El poder gestionar en forma adecuada el mantenimiento de unidades, ayuda a las empresas a desarrollar con normalidad sus actividades cotidianas, y no existan interrupciones en las unidades y mantengan una alta disponibilidad en los mismos (RIVAS & SOTOMAYOR, 2016, p. 21).

De acuerdo a lo expresado anteriormente se encuentra la empresa Agroberries Perú, dentro del sector agroindustrial y con 7 años de presencia, en donde para el cumplimiento de sus operaciones diarias, se encuentra experimentando una serie de problemas persistentes: consumo alto de horas hombre para efectuar el mantenimiento de sus unidades, registro de incidencias sobre paradas de

unidades, falta de planes de mantenimiento actualizados y acordes al crecimiento experimentado, algunos repuestos para cambiar componentes no se encuentran en stock para efectuar la reparación respectiva. Todo esto genera una baja disponibilidad en sus unidades.

De acuerdo a la problemática mencionada, se requiere un estudio adecuado donde se involucre al personal en general que tenga que ver con el proceso y uso de tractores, y que ayude a lograr una alta disponibilidad de sus equipos.

De acuerdo a la problemática indicada se formula el problema: ¿De qué manera incide la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022?

En cuanto a la justificación del proyecto se evalúa, desde el aspecto teórico, se justifica porque se incluirán los pilares metodológicos propuestos por el TPM para la ayuda de la gestión del mantenimiento; así mismo, en cuanto al punto de vista práctica, el estudio se justifica, porque ayudará en la solución del problema que existe, con la propuesta del plan el cual servirá de base para la implementación del plan de mantenimiento priorizando las unidades críticas, y en cuanto al punto de vista económica, el plan de mantenimiento permitirá aumentar la disponibilidad, por ende las horas hombre se verán reducidas y se espera que disminuyan las interrupciones dadas, finalmente desde el aspecto metodológico, se justifica, dado que se aplicarán metodologías de mejora de procesos para la realidad problemática y la investigación servirá de base para estudios posteriores con problemas similares.

El objetivo general es: Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022. Donde los objetivos específicos se tienen: (i) Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022. (ii) Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre paradas en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022. (iii) Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de la puesta en marcha

en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022.

En cuanto a la hipótesis planteada tenemos: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022. En cuanto a las hipótesis específicas tenemos: (i) La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC. (ii) La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre paradas en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, (iii) La implementación de un plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de la puesta en marcha en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC.

## II. MARCO TEÓRICO

Llimper (2020) propone la tesis “Disponibilidad de equipos productivos y periféricos del proceso de fabricación de galletas y confites en la empresa GALCONDOR Cía. Ltda”, trazando como objetivo aumentar la disponibilidad de equipos de producción; trabajando una investigación descriptiva transversal. Se analizaron los indicadores del MTBF, MTTR y tasa de fallos. Luego de identificar la disponibilidad actual de los equipos efectuó el análisis AMFE, determinando el nivel de prioridad de riesgo de cada equipo. Como resultados logrados por el autor, se destaca, que la tasa de fallos promedio fue 0,223 fallos/mes, y la disponibilidad promedio de equipos fue 60.90%. El estudio concluye que los equipos mecánicos son los más críticos, y a ellos se deben aplicar el mantenimiento respectivo.

De acuerdo a Solis (2020) en su estudio desarrollado buscó como objetivo fue a partir del mantenimiento preventivo incrementar la disponibilidad del equipo. La investigación fue aplicada, cuantitativa y de diseño pre experimental. Se tuvo como población las órdenes de servicio mensual. Como resultado luego de aplicar el mantenimiento preventivo se aumentó la disponibilidad en 21.67% pasando de 70,30% a 91,67%, así mismo la confiabilidad obtuvo un valor de mejora del 0.217; el autor concluye que el plan de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos en estudio.

Guevara (2020) en su estudio se planteó el objetivo de desarrollar el mantenimiento para aumentar la disponibilidad de los equipos. La investigación fue aplicada, y de diseño pre experimental. La población fueron los equipos de concreto premezclado. El autor concluye que luego de aplicar el mantenimiento se logró el incremento en la disponibilidad del 85% al 93%, lo cual significó un aumento en el 8% de la disponibilidad promedio en los equipos estudiados. Así mismo el autor concluye que el plan de mantenimiento aumenta la disponibilidad de máquinas de la institución estudiada, ayudando a la continuidad del proceso productivo y a que las operaciones tengan una marcha cotidiana normal, mejorando la productividad de la empresa.

Lopez (2020) en su investigación buscó como objetivo identificar la influencia de implementar un mantenimiento preventivo en la disponibilidad de unidades. El estudio fue aplicado y de enfoque cuantitativo, en cuanto al diseño este fue experimental. La muestra considerada, incluyó 26 unidades. Se estableció un diagnóstico que sirvió para identificar problemas que inciden en la disponibilidad de las unidades y hacer las propuestas de mejora, proponiendo e implementando un plan de mantenimiento preventivo, usando TMP. En cuanto a los resultados que logró el autor destaca el incremento de la disponibilidad aumentó en 5.7% (inició en 85.4% y aumentó en 91.1%). Obteniendo como conclusión que la disponibilidad aumenta con la aplicación de un plan de mantenimiento y las acciones diarias cuentan con un funcionamiento adecuado. En la investigación Esteves (2020) que tuvo como objetivo aumentar indicadores de Disponibilidad de equipos, para disminuir interrupciones no programadas, siendo la investigación aplicada y pre-experimental. El autor realizó el análisis de interrupciones usando Pareto y el AMFE para poder evaluar la criticidad de los equipos en estudio. Los resultados que se obtuvieron como parte de la investigación resaltan, entre otros: reducir el número de fallas de 56 a 36, el MTTR tuvo una baja significativa de 98 a 33 y logrando un incremento del MTBF de 1343 a 1389 horas, donde la disponibilidad se incrementó de 93.20% a 97.72%. El autor concluye que el mantenimiento permite aumentar los indicadores de disponibilidad de las unidades que fueron seleccionadas para el estudio.

Así mismo Faridia y Luftia (2018) en su artículo los autores tuvieron como objetivo la evaluación de la confiabilidad y disponibilidad de equipos. Usaron como instrumento los datos históricos para medir el MTBF (tiempo de paradas existente en equipos). Así mismo analizaron la gestión del mantenimiento preventivo enfocando en 4 aspectos el estudio: infraestructura, gestión de lubricación, entrenamiento y método. En cuanto a los resultados que se lograron en el presente estudio se comparó el año anterior, experimentando una caída de 39,51%, lo cual concluye que un plan de mantenimiento permite mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Tenemos, el artículo de Canahua (2021) que buscó como objetivo realizar un

mantenimiento aplicando como metodología TPM para aumentar la disponibilidad de las unidades estudiadas. Siendo un estudio realizado cuantitativo y el diseño que siguió la investigación pre-experimental. De acuerdo a los resultados que consignó el autor, indica que en cuanto al factor calidad, llegó a 94.64%, y el valor de la disponibilidad llegó a 96.88%. La conclusión, que indica el autor, es que la gestión de mantenimiento, ayuda a aumentar la disponibilidad de las unidades en estudio, asegurando la continuidad de las operaciones.

Se tiene el artículo de los autores Gondres y Lajes (2017) quienes tuvieron como objetivo la aplicación del RCM y especificaron como elementos importantes del mantenimiento, las inspecciones y revisiones que se programan y se ejecutan para realizar el seguimiento respectivo. Así mismo para el estudio incluyeron los estándares del ECIE: sobre la cual procedieron a revisar el estado de equipos, stock que se tiene de cada repuesto, y otras actividades propias del mantenimiento. Los autores concluyen que la disponibilidad de equipos aumentó en 13.7%. Concluyendo que los planes de mantenimiento ayudan a mejorar la disponibilidad de los equipos.

**Mantenimiento:** es un proceso aplicado a equipos o unidades para permitir la reducción de riesgos de inoperatividad por por fallas que puedan generarse en forma no programada (Utrilla, 2022); se analizan la frecuencia de fallos y los tiempos de reparación a fin de poder establecer un plan de mantenimiento (FARIDA & LUFTIA, 2018, pág. 1).

**Mantenimiento Productivo Total (TPM):** Grupo de buenas prácticas, que busca de manera permanente mejorar la performance de los procesos, contando con participación constante del personal que se relaciona con el mantenimiento, promoviendo la innovación de los sistemas (REY, 2017, p. 41)

**Mantenimiento Preventivo:** es un proceso que consiste en efectuar intervenciones programadas en forma periódica a fin de disminuir las fallas que aparecen en forma aleatoria, permitiendo una reducción en costos por reparaciones, así como las horas hombres que se invierten en reparar las fallas

(D'ADDARIO, 2020, p. 23).

Para (MERCADO & PEÑA, 2016, p. 21) indican que al no existir una metodología completa para el desarrollo de la gestión de mantenimiento, proponen como las más usadas las metodologías de RCM (Mantenimiento basado en la Confiabilidad) y TPM (Mantenimiento Productivo Total)

**El TPM:** forma parte de Lean Manufacturing y busca asegurar la disponibilidad de los equipos, en base a términos de predisposición, defectos cero y la participación constante de las personas asociadas al proceso. Sus ventajas que presenta son: ayuda a la mejora de la productividad, fomentando la participación de los trabajadores, reduciendo costos y otros gastos asociados al proceso (Franchi & Rosley, 2020, p.14)

El TPM tiene como ventaja: incrementar la productividad y los niveles de calidad, aprovechando el capital humano, y reduciendo los costos y gastos (Lozada & Lara, 2020, p. 8). El TPM en base al uso de destrezas del personal y buscar incorporar al mantenimiento el rendimiento cotidiano en una empresa (PINTO & SILVA, 2020, p. 5). El TPM tiene como objetivo conseguir una óptima producción perfecta y desaparecer completamente fallas que puedan aparecer, mejorando la confiabilidad de las instalaciones en general (THORAT & MAHESHA, 2020, p. 3).

**Pilares del TPM:** para lograr el éxito de su aplicación se requiere el desarrollo de los siguientes elementos:

- Kobetsu kaizen o mejoras enfocadas
- Jishu Hozen o mantenimiento autónomo
- Hinshitsu Hozen o Mantenimiento de calidad
- Mantenimiento planificado:
- Prevención del mantenimiento
- Formación y adiestramiento
- Actividades de administrativos y apoyo

La disponibilidad de un equipo es una medida que permite validar la performance de equipos que ejecutan una operación, en un momento



determinado, teniendo como base los criterios de mantenibilidad, confiabilidad y soporte para realizar el mantenimiento de equipos (CERVANTES, 2019, p. 4)

Estas son las dimensiones de la Disponibilidad:

- **Disponibilidad:** está relacionada con el tiempo aprovechado para la producción de un bien y el total del tiempo de parada que se produce por el mantenimiento. Este valor es calculado, a partir de restar del tiempo total disponible, el tiempo de mantenimiento (GASCA, 2017, p. 19). Veamos el cálculo respectivo

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas Parada por Mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

- **Tiempo medio entre paradas (MTFB):** relaciona el tiempo promedio que transcurre entre dos paradas por un mantenimiento realizado; su valor es obtenido al dividir horas totales con relación al número de paradas tenidas (GASCA, 2017, p. 19). Esta es la fórmula para realizar su cálculo

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

- **Tiempo medio hasta puesta en marcha (MTTR):** Es representado a través de la división del tiempo promedio que dura una determinada parada que ocurrieron en un periodo con referencia al número de fallas. Para la fórmula se toma la división del tiempo usado al reparar una falla y la cantidad de fallas que existen en un momento específico (GASCA, 2017, p. 19). Esta es la fórmula para realizar el cálculo

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número de Acciones de Reparación}}$$

- **Confiabilidad:** es la posibilidad de que un equipo, sistema o máquina o, haga su función, de manera normal, cuando se le demande su operatividad: se espera que el equipo funcione correctamente (VILLAR, 2021)

$$\frac{\text{MTBF}}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})}$$

Así mismo el **MTTR** brinda una foto de la eficiencia del departamento de mantenimiento en reparar fallas no planificadas. (GASCA, 2017, p. 19) y se busca que estas fallas aparezcan en tiempos prolongados, el cálculo del MTTR indica un período de tiempo entre el inicio de la falla y el tiempo donde un equipo vuelve a su normal funcionamiento (Hughes, 2015). En cuanto al **MTBF** se usa en sistemas reparables, sin tomar en cuenta los equipos que se apagan para realizar un mantenimiento preventivo o reemplazo preventivo de componentes rutinarios. (PEYMAN & FARSHID, 2019, p. 28). Es considerado como medida para realizar el cálculo del tiempo medio que ocurre entre una falla y la siguiente vez que nuevamente ocurre la falla (IRIBEIROA & GODINAB, 2019, p. 36).

En cuanto a las dimensiones del mantenimiento tenemos:

- Planificación: es la supervisión que se realiza a fin de evaluar la necesidad de realizar labores de mantenimiento a corto plazo, se establece una serie de programaciones de tareas de mantenimiento de tipo preventivo y que ayudan a mantener disponible los equipos (MARRERO, 2021).
- Desarrollo: son las diversas tareas específicas que deben desarrollarse en los equipos, orientadas principalmente a inspecciones, resaltan las mediciones que se realizan con el fin de determinar si el equipo viene transmitiendo en niveles adecuados y la calidad suficiente (KHERADRANJBARI, 2022, p. 4).
- Seguridad: es de vital importancia la seguridad laboral al realizar las operaciones de mantenimiento a fin de eliminar riesgos de posibles accidentes para lo cual es necesario contar con personal altamente capacitado, complementando áreas y ambientes ordenados, con limpieza y adecuadamente iluminadas (FABIANO, 2020, p. 3).

**El Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF)** es un instrumento de alta utilidad y usabilidad, por su ayuda en la identificación de variables que influyen en el proceso, a partir del cual se determina y prioriza los riesgos que un equipo puede tener por el uso al que es sometido (ARENAS, 2017, p. 11).

El **Análisis de Criticidad** es una técnica que determina qué equipos priorizar, a fin de orientar esfuerzos y recursos en la mejora de la confiabilidad y operatividad de estos equipos (TORRES, 2021, p.22). Se deben tener en cuenta las etapas siguientes en su aplicación: identificar el propósito del análisis a realizar, establecer lineamientos a evaluar y seleccionar una forma para evaluar (MYER, 2017, p. 15).

Para (DÍAZ, 2016, p. 32) el cálculo del índice de Criticidad (IC): es realizado con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice Criticidad (IC)} = \text{Consecuencia (CF)} * \text{Frecuencia Fallas (FF)}$$

De acuerdo al IC calculado, se tienen la siguiente categoría

Tabla 1. Valores del IC

Descripción	Valores para el IC	
Alta criticidad	51-más,	
Media criticidad	25-50	
Baja criticidad	10- 24	

*Fuente:* datos extraídos de (DÍAZ, 2016, p. 32)

Así mismo, existen diversas actividades de mantenimiento como son:

**Inspecciones**, proceso para evaluar y comprobar en qué términos se encuentran las máquinas y equipos que se usan habitualmente (YAM, 2019).

**Lubricación:** se ejecutan en unidades y equipos, y permiten un funcionamiento adecuado de las operaciones cotidianas que realizan en los procesos de la empresa (VISCAÍNO, 2019)

**Limpieza:** son las diversas acciones en limpieza que se ejecutan en los equipos, y que aseguran su funcionamiento continuo en las operaciones realizada (PAEZ, 2022), las labores de limpieza incluyen acciones que ayudan a mantener siempre disponible a un equipo (SOLÓRZANO, 2022)

**AMEF:** es una forma que permite identificar inconvenientes en los equipos y que pueden generar algún tipo de efecto en una máquina o equipo, y en base a ello permite priorizar los que presenten mayor cantidad de incidencias, lo cual

permite proponer una serie de planes de supervisión y estrategias para reducir la criticidad de los equipos (LOYO, 2018). Para su análisis se evalúan 3 elementos: la gravedad, detección y ocurrencia, que con los valores obtenidos se multiplican para generar el valor del IPR, (índice prioritario de riesgo), donde los equipos que tienen un mayor valor (más de 500) son los de mayor prioridad (ANGULO, 2018). Los datos de cada elemento van de 0 a 10 en función de la influencia de los fallos (ALBA, 2019).

El **mantenimiento preventivo**, son intervenciones programadas en forma periódica con el objeto de disminuir la cantidad de fallas que puedan presentarse en forma aleatoria, reduciendo costos en reparaciones y complejidad, además de disminuir en cantidades (PINEDO, 2016)

### III. METODOLOGÍA

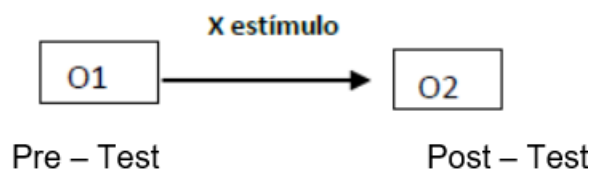
#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

**Tipo:** de tipo aplicada

**Diseño:** se usó el Pre- experimental, por la manipulación de la variable **plan de mantenimiento**, con grupo único sobre las cuales se realizaron las mediciones pretest y postest.

**G: O1 x O2**

**X= Mejora del proceso**



**Dónde:**

- **G:** Grupo experimental.
- **O1:** Disponibilidad antes del mantenimiento.
- **X:** plan de mantenimiento
- **O2:** Disponibilidad después del mantenimiento

#### 3.2. Variables y Operacionalización

##### 3.2.1. Definición

- **Variable independiente: Mantenimiento Preventivo.** Es un proceso que consiste en efectuar intervenciones programadas en forma periódica a fin de disminuir las fallas que aparecen en forma aleatoria, permitiendo una reducción en costos por reparaciones, así como las horas hombres que se invierten en reparar las fallas (D'ADDARIO, 2020, p. 23).
- **Variable dependiente: Disponibilidad.** Está relacionada con el tiempo aprovechado para la producción de un bien y el total del tiempo de parada que se produce por el mantenimiento. Este valor es calculado, a partir de

restar del tiempo total disponible, el tiempo de mantenimiento. Veamos el cálculo respectivo (CERVANTES, 2019, p. 4)

### Operacionalización de variables

Ver Anexo 1.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** corresponde a **22 unidades** que conforman la flota de tractores de la empresa Agroberries Perú S.A.C. Virú.

**Muestra:** se tomará lo equivalente a la población.

**Muestreo:** se aplica el no probabilístico por conveniencia.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos para recolectar datos

Se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 2. Técnicas e instrumentos para recolectar datos

FASE DE ESTUDIO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Determinar la disponibilidad actual de las unidades de la empresa Agroberries Perú S.A.C.	Análisis documental	Hoja de Registro de incidencias
Preparar el análisis de criticidad de las unidades de la empresa Agroberries Perú S.A.C.	Observación directa y analizar el proceso	Diagrama de Pareto, Hoja de Criticidad
Proponer un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Agroberries Perú S.A.C.	Observación	AMFE
Implementar un plan de mantenimiento en la empresa Agroberries Perú S.A.C.	Análisis documental	Checklist de inspección
Evaluar el impacto de la disponibilidad de las unidades posterior a la implementación del plan	Análisis documental	Hoja de Registro de incidencias

Fuente: elaboración propia

### 3.5. Procedimientos

Para conocer la disponibilidad actual de las unidades, se procederá a recolectar datos, desde la hoja de incidencias, las mismas que permitirán conocer los indicadores de disponibilidad. A fin de evaluar cuales son los equipos con mayor criticidad se evaluará cada unidad y los que tengan mayor tiempo inoperativo se les aplicará el instrumento del AMFE. Posteriormente se realizará la propuesta del plan, el mismo que estará basado en una serie de tareas a realizar, designando responsables y determinando los tiempos de inspección; luego se implementó el plan de mantenimiento siguiendo lo planificado en el plan, realizando una supervisión de la aplicación de los mismos; finalmente se evaluará el impacto de la disponibilidad de las unidades luego de la implementación del plan, usando la hoja de incidencias, para poder calcular los indicadores de disponibilidad y realizar las mediciones del impacto generados por el plan.

Ahora se visualiza el Gantt con las actividades principales:

Actividades	Set				Oct				Nov				Dic			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Determinar la disponibilidad actual de las unidades																
Preparar el inventario de unidades																
Revisar la hoja de incidencias																
Preparar calculo de indicadores de disponibilidad																
Preparar el análisis de criticidad de las unidades																
Evaluar la frecuencia de fallas																
Evaluar la consecuencia de fallas																
Realizar el calculo del análisis de criticidad																
Proponer un plan de mantenimiento																
Realizar AMFE de equipos críticos																
Preparar el cronograma de mantenimiento																
Implementar un plan de mantenimiento																
Desarrollar actividades de cronograma																
Verificar ejecucion de actividades																
Evaluar el impacto del plan en la disponibilidad																
Revisar la hoja de incidencias																
Preparar calculo de indicadores de disponibilidad																

Figura 1. Gantt de actividades del procedimiento

Fuente: elaboración propia

### 3.6. Método de análisis de datos

#### **Análisis descriptivo:**

Luego de aplicar los instrumentos de recolección de datos, se procederá a tabular los datos en una hoja de cálculo y se obtendrán los valores promedio, mínimos y máximos de los indicadores de disponibilidad, presentando los datos en tablas y figuras

#### **Análisis ligados a la hipótesis:**

Se aplicarán las pruebas de normalidad respectivas a fin de aplicar el estadístico respectivo. Si los datos siguen la normalidad se usará t-Student, caso contrario se usará Wilcoxon para poder demostrar las hipótesis planteadas.

### 3.7. Aspectos éticos

Se respetarán los derechos que cada autor exponga desde la fuente en estudio, citando la totalidad de fuentes investigadas. En lo referente a los instrumentos que puedan aplicarse se mantendrá la reserva de identidad total de las personas entrevistadas y en general de toda la información que la empresa nos pueda proporcionar y que la considere de forma confidencial.



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinación de la disponibilidad actual de las unidades de la empresa Agroberries Perú SAC.

#### a. Acerca de la empresa

Empresa del segmento agroindustrial con sede en la provincia de Virú, opera desde el 2015, dedicada al cultivo y exportación de arándanos a diferentes países tales como USA, Europa, Francia entre otros países. Dentro de la filosofía de la empresa se busca asegurar que la cadena de suministro respete los derechos de su personal, además de fomentar la producción orgánica, cuidando el medio ambiente y permitiendo que su producción tenga un grado alto de calidad.

#### **Visión**

Entregar los mejores productos y con los más altos estándares de calidad. Podemos lograr esto porque somos productores y también hemos desarrollado alianzas estratégicas con socios confiables en todo el continente americano. Por lo tanto, sabemos exactamente cómo se cultiva, cosecha y envasa nuestra fruta.

#### **Misión**

Agroberries se ha convertido en una empresa global, líder en la industria de las bayas frescas.

- Mejorar la genética varietal, nuestro objetivo es hacer de nuestras bayas un producto inolvidable, deslumbrante y de alta calidad.
- Desarrollar un negocio sustentable, concentrando nuestros esfuerzos para lograr un proceso amigable con el medio ambiente, comprometiéndonos y cuidando a nuestras comunidades, consumidores, trabajadores y demás grupos de interés.

#### **Valores**

El compromiso con la seguridad y calidad alimentaria está garantizado y certificado por entidades reconocidas a nivel mundial, desde la

producción hasta el envío. A través de nuestras plataformas comerciales y de marketing, nuestros arándanos, tanto convencionales como orgánicas, se ofrecen en los principales mercados de frutas frescas.

También nos esforzamos por colocar el comercio ético en el centro de nuestro negocio, para asegurar que toda nuestra cadena de suministro respete los derechos de los trabajadores, mediante la promoción y el cumplimiento de los principios de la Iniciativa de Comercio Ético (ETI).

Y por supuesto, fomentamos la producción orgánica, porque creemos en integrar prácticas culturales para llevar un producto natural a la mesa de nuestros consumidores, pero al mismo tiempo cuidar nuestro medio ambiente.

### **Ubicación:**

Panamericana Norte Km. 523 Lote. 10.7 Int. li



b. Acerca de la disponibilidad

Estas son algunas de las unidades con los que la empresa desarrolla sus actividades cotidianas.



*Figura 2. Tractor N° 1*



*Figura 3. Tractor N° 4*

#### 4.1.2. Datos de Fallas de unidades

- Resumen anual por equipos y horas de falla no disponibles en forma trimestral.

Los datos, que han sido procesados, para esta medición, corresponde al período de agosto y Setiembre del 2022 y se trabajarán con las 15 unidades indicadas en el punto anterior

Las horas de trabajo corresponden a 12 horas días x 26 días del mes y 2 meses de trabajo, lo cual representa: 624 horas

Para el mantenimiento programado se tiene: 1 hora diaria x 5 días de la semana x 8 semanas = 40

Esta es la tabla de disponibilidad con los datos proporcionados por la empresa:

Tabla 3. Resumen de Disponibilidad de Equipos

No.	VEHICULO	Horas de trabajo	Tiempo de paradas (Hrs)	N° de fallas	Mantenimiento programado	DISPONIBILIDAD	MTTR (Hrs / Falla)	MP + TTR (Mant. Prog + Tiempo de paradas)	MTBF (Hrs Fallas)	Confiabilidad
1	TRACTOR N°15	624	102.0	16	40	82.5%	6.38	142.00	30.13	0.83
2	TRACTOR N°08	624	102.0	15	40	82.5%	6.80	142.00	32.13	0.83
3	TRACTOR N°07	624	97.0	22	40	83.4%	4.41	137.00	22.14	0.83
4	TRACTOR N°20	624	95.0	19	40	83.7%	5.00	135.00	25.74	0.84
5	TRACTOR N°16	624	79.0	15	40	86.5%	5.27	119.00	33.67	0.86
6	TRACTOR N°14	624	76.0	13	40	87.0%	5.85	116.00	39.08	0.87
7	TRACTOR N°05	624	70.0	15	40	88.0%	4.67	110.00	34.27	0.88
8	TRACTOR N°09	624	70.0	15	40	88.0%	4.67	110.00	34.27	0.88
9	TRACTOR N°01	624	67.0	15	40	88.5%	4.47	107.00	34.47	0.89
10	TRACTOR N°11	624	62.0	14	40	89.4%	4.43	102.00	37.29	0.89
11	TRACTOR N°10	624	59.0	10	40	89.9%	5.90	99.00	52.50	0.90
12	TRACTOR N°18	624	58.0	11	40	90.1%	5.27	98.00	47.82	0.90
13	TRACTOR N°03	624	57.0	11	40	90.2%	5.18	97.00	47.91	0.90
14	TRACTOR N°19	624	45.0	8	40	92.3%	5.63	85.00	67.38	0.92
15	TRACTOR N°104	624	44.0	8	40	92.5%	5.50	84.00	67.50	0.92
<b>TOTAL</b>		<b>9360</b>	<b>1083.0</b>	<b>207</b>	<b>600</b>	<b>87.64%</b>	<b>5.29</b>		<b>40.42</b>	

Fuente: datos de la empresa (Anexo 4)

Cuatro equipos tienen menos de 85% en disponibilidad, destacando los tractores 104 y 19 como los de mayor disponibilidad.

La disponibilidad promedio actual es 87.64%

Se puede ver en forma gráfica:

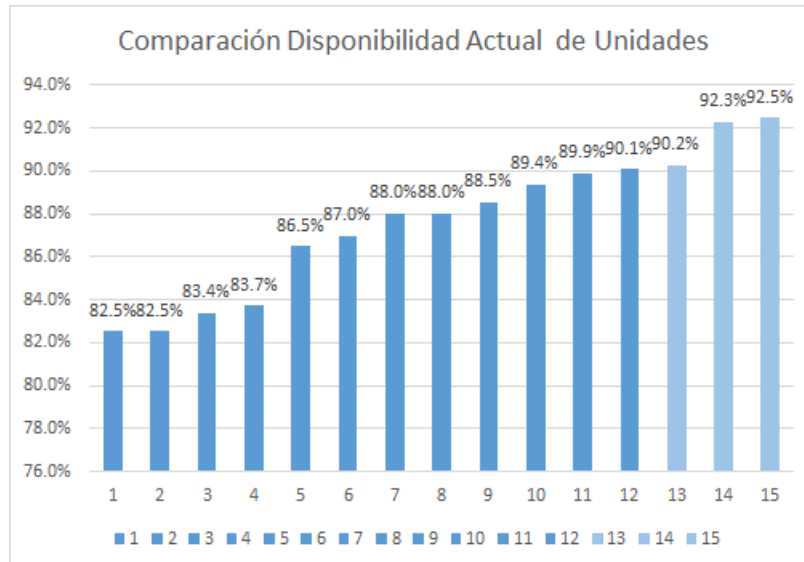


Figura 4. Resumen de Disponibilidad por Equipo

Fuente: elaboración propia

#### 4.2. Preparación del análisis de criticidad de las unidades de la empresa Agroberries Perú SAC.,

Se realizó el análisis de criticidad de las unidades, siguiendo la fórmula mostrada:

$$IC = FF \times CF$$

Como se aprecia el Índice de Criticidad (IC) es equivalente al producto de la Frecuencia de Fallas (FF) y la Consecuencia de Fallas (CF)

Entonces se procedió a realizar el cálculo de la Frecuencia de Fallas (FF) con los datos obtenidos desde el Anexo 4-A, que se muestran:

Tabla 4. Datos para el cálculo de FF

Item	Unidad	Número de Paradas	FF
1	TRACTOR N°07	22	3
2	TRACTOR N°20	19	3
3	TRACTOR N°08	15	3
4	TRACTOR N°15	16	3
5	TRACTOR N°05	15	3
6	TRACTOR N°09	15	3
7	TRACTOR N°16	15	3
8	TRACTOR N°01	15	2
9	TRACTOR N°11	14	2
10	TRACTOR N°14	13	2
11	TRACTOR N°18	11	2
12	TRACTOR N°03	11	2
13	TRACTOR N°10	10	2
14	TRACTOR N°19	8	2
15	TRACTOR N°104	8	2

Fuente: Anexo 3-A

Existen 7 equipos que rebasan en 15 interrupciones, y tienen un puntaje de 3, según tabla frecuencia de fallos.

Este es el gráfico

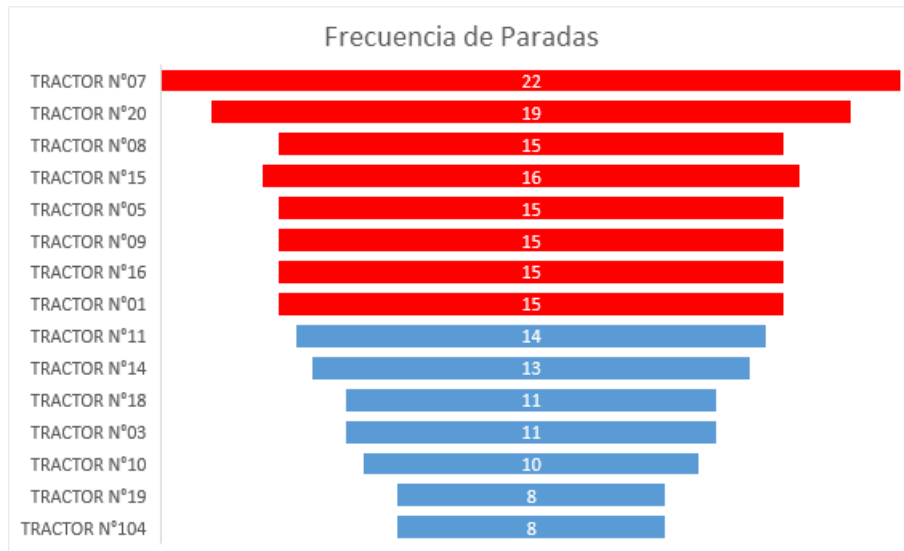


Figura 5. Comparativo para el cálculo del FF

Fuente: tabla 4

Se realizó el cálculo de la consecuencia de fallas (CF), siguiendo la fórmula definida:

$$CF = IP + SS + CR + TR + TO$$

Como se aprecia la consecuencia de fallas (CF) es la suma aritmética de los valores obtenidos:

- Impacto en la producción (IP)
- Seguridad y Salud (SS)
- Costo Promedio (CP)
- Tiempo de Reparación (TR)
- Tiempo de Operación (TO)

Luego de valorar los componentes del CF, se obtuvo la siguiente tabla, con el cálculo respectivo:

Tabla 5. Valores Calculados para el CF

Ítem	Unidad	IP	SS	CP	TR	TO	CF
1	TRACTOR N°07	4	4	3	4	3	18
2	TRACTOR N°20	4	4	3	4	3	18
3	TRACTOR N°08	4	3	3	4	3	17
4	TRACTOR N°15	4	3	3	4	3	17
5	TRACTOR N°05	3	3	3	3	3	15
6	TRACTOR N°09	3	3	2	3	3	14
7	TRACTOR N°16	3	3	2	2	3	13
8	TRACTOR N°01	3	2	2	2	3	12
9	TRACTOR N°11	3	2	2	2	3	12
10	TRACTOR N°14	3	2	2	2	3	12
11	TRACTOR N°18	3	2	2	2	3	12
12	TRACTOR N°03	3	2	2	2	3	12
13	TRACTOR N°10	3	2	2	2	3	12
14	TRACTOR N°19	2	1	1	2	3	9
15	TRACTOR N°104	2	1	1	2	3	9

Fuente: Anexo 4-B, 4-C, 4-D, 4-E, 4-F

Como se tienen el índice de Frecuencia de Fallas (FF) y el índice de consecuencia de fallos (CF) se procedió a calcular el índice de criticidad (IC):

Tabla 6. Cálculo del Índice de Criticidad (IC)

Ítem	Unidad	FF	CF	IC
1	TRACTOR N°07	3	18	54
2	TRACTOR N°20	3	18	54
3	TRACTOR N°08	3	17	51
4	TRACTOR N°15	3	17	51
5	TRACTOR N°05	3	15	45
6	TRACTOR N°09	3	14	42
7	TRACTOR N°16	3	13	39
8	TRACTOR N°01	2	12	24
9	TRACTOR N°11	2	12	24
10	TRACTOR N°14	2	12	24
11	TRACTOR N°18	2	12	24
12	TRACTOR N°03	2	12	24
13	TRACTOR N°10	2	12	24
14	TRACTOR N°19	2	9	18
15	TRACTOR N°104	2	9	18

Fuente: elaboración propia



Se procedió a la evaluación de los valores obtenidos. De acuerdo a la tabla siguiente

Tabla 7. Rango de Criticidad

Descripción	Valores para el IC	
alta criticidad	51-más,	
media criticidad	25-50	
baja criticidad	10- 24	

Fuente: (GASCA M. , 2017, p. 19)

Se obtuvo la matriz de criticidad

39	51	51	54
26	42	45	54
24	24	24	24
24	18	18	

Figura 6. Matriz Criticidad

Fuente: Tabla 6 y 7

Al ser aplicado el análisis indicado, los de alta criticidad descansan en 4 equipo, indicados en la Tabla 8 y a partir de ellos, se realizará el plan para el aumento de la disponibilidad.

Tabla 8. Equipos con Alta Criticidad

Ítem	Equipos	IC
1	TRACTOR N°07	54
2	TRACTOR N°20	54
3	TRACTOR N°08	51
4	TRACTOR N°15	51

Fuente: Tabla 6

### 4.3 Preparación del plan de mantenimiento

#### 4.3.1. Análisis AMFE y IPR (Índice de Prevención de Riesgos)

##### a. Análisis AMFE

Se procedió al análisis de cada una de las 4 unidades con alto nivel de criticidad (Anexo 06)

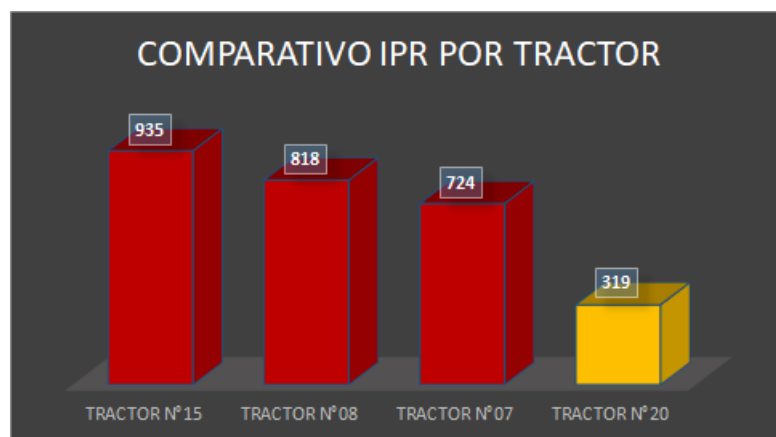
El análisis AMEF, fue evaluado por los expertos del negocio, considerando 3 criterios:

- Gravedad de la falla
- Ocurrencia de la falla
- Detección de la falla

##### b. Cálculo del IPR

Luego de analizar el AMFE se obtuvo el IPR

EQUIPOS	IPR	ESTADO
Tractor N° 15	935	<b>ALTO RIESGO</b>
Tractor N° 08	818	<b>ALTO RIESGO</b>
Tractor N° 07	724	<b>ALTO RIESGO</b>
Tractor N° 20	319	RIESGO FALLA MEDIA



#### 4.3.2. Definición de Actividades

<b>MODO DE FALLAS</b>	<b>PLAN MANTENIMIENTO</b>
Rotura bocinas	Definir período de lubricación, inspección.
Rotura de ejes	Definir el período de lubricación, inspección.
Rotura de pernos	Establecer una frecuencia de inspección.
Caída de tensión	Establece cambio de componentes.
Unidad se detiene en plena marcha	Capacitar al personal sobre operación y mantenimiento de tractores.

**Fuente. Cuadro AMEF.**

### 4.3.3. Propuesta del Plan de Mantenimiento

Tabla 9. Cronograma del Plan de Mantenimiento

Actividades	12-Set	13-Set	14-Set	15-Set	16-Set	17-Set	18-Set	19-Set	20-Set	21-Set	22-Set	23-Set	24-Set	25-Set	26-Set	27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	1-Oct	2-Oct	3-Oct	4-Oct	5-Oct	6-Oct	7-Oct	8-Oct	9-Oct	10-Oct
Preparar Inspección: TRACTOR 15	■		■					■		■					■		■					■		■					■
Realizar Análisis Vibracional: TRACTOR 15						■							■								■						■		
Prepara Análisis y Cambios de Componentes: TRACTOR 15								■										■										■	
Preparar Inspección el TRACTOR : 08		■		■					■		■					■		■					■		■				
Realizar Análisis Vibracional: TRACTOR 08						■							■								■						■		
Prepara Análisis y Cambios de Componentes: TRACTOR 08								■										■										■	
Preparar Inspección TRACTOR 07		■		■					■		■					■		■					■		■				
Realizar Análisis Vibracional: TRACTOR-07						■							■								■						■		
Prepara Análisis y Cambios de Componentes: TRACTOR 07								■										■										■	
Capacitar al personal en operación de los vehiculos					■																							■	

Fuente: elaborado por autor

#### 4.4. Implementación del Plan de Mantenimiento

##### a. Inspecciones

Estas fueron efectuadas en las fechas programadas y utilizando el Anexo A2 propuesto.

Tabla 10. Tabla de Inspecciones

<b>TRACTORES</b>	<b>FECHAS DE INSPECCIÓN</b>
Tractor N°15	Para ser realizado los días lunes y miércoles todo el mes de septiembre, iniciando el 12
Tractor N°08	Para ser realizado los días Martes y Jueves en todo el mes de septiembre, iniciando el 13
Tractor N°07	Para ser realizado los días Martes y Jueves en todo el mes de septiembre, iniciando el 13

Fuente: Elaboración propia

Se muestra cómo se realizaron las inspecciones programadas.



*Figura 7. Inspecciones efectuadas*

Fuente: elaboración propia



*Figura 8. Inspecciones efectuadas*

Fuente: elaboración propia



*Figura 9. Inspecciones efectuadas*

Fuente: elaboración propia

b. Análisis Vibracional.

Se realizó de acuerdo al cronograma que se propuso en las fechas indicadas

Tabla 11. Tabla de Análisis Vibracional

<b>TRACTO</b>	<b>FECHAS DE INSPECCIÓN</b>
Tractor N°15	Los días viernes del mes de septiembre iniciado el 17
Tractor N°08	Los días viernes del mes de septiembre iniciado el 17
Tractor N°07	Los días viernes del mes de septiembre iniciado el 17

Fuente: elaboración propia

Se efectuaron en el eje delantero (Lado Lateral)

- a. Articular central del eje: 2 puntos.
- b. Articular extremidades: 2 puntos cada lado.

c.- Crucetas en semiejes: 2 puntos.



*Figura 10. Eje delantero 4RM (Lateral)*

Fuente: elaboración propia

c. Análisis y Cambios de Componentes

De acuerdo a la programación que se estableció y con el del formato del Anexo A2 se efectuó la tarea respectiva.

Tabla 12. Tabla de Análisis y Cambio de Componentes

<b>EQUIPOS</b>	<b>FECHAS DE INSPECCIÓN</b>
Tractor N°15	Se realizó cada 10 días del mes de septiembre, iniciado el 19
Tractor N°08	Se realizó cada 10 días del mes de septiembre, iniciado el 19
Tractor N°07	Se realizó cada 10 días del mes de septiembre, iniciado el 19

Fuente: elaboración propia



Una de las actividades realizadas correspondió al engrasado de los engranajes y otros



Figura 11. Análisis de Componente

Fuente: elaboración propia

d. Capacitación:

Se realizó en concordancia con la programación previa del programa de capacitación indicado en Anexo D2 y con el formato indicado en el Anexo D3 para controlar la asistencia del evento a los colaboradores invitados.

Tabla 13. Tabla de Inspecciones

<b>EQUIPOS</b>	<b>FECHAS DE INSPECCION</b>
Capacitación 1	10 setiembre
Capacitación 2	31 setiembre

Fuente: elaboración propia

En la figura siguiente se puede observar al personal completando capacitación en el taller, la capacitación está dirigida por el coordinador del Taller de Operaciones.



*Figura 12. Personal Capacitación en Taller*

Fuente: elaboración propia

### **e. Ejecución de Mantenimiento**

#### **1) Muestra de lista de materiales**

Esta es una lista de materiales tomadas del Anexo 08

Tabla 14. Muestra de Lista de materiales

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
13030458	UÑA TDF VALTRA 87362200
13030459	UÑA EMBRAGUE VALTRA 218111
13035708	TURBO COMPRESOR V836659179
13038572	TUERCA V627640
13037734	TUERCA STABILIZADOR K (3C472-9254-0)
13038525	TUERCA M35X1,5 VLB3011
13038573	TUERCA M25X1,5 V627640
13037735	TUERCA ESTABILIZADOR K (02176-5022-0)
13037877	TUERCA DE LLANTA DEL V 81236900
13035681	TUBERÍA DE BOMBA V83759171
17001847	TRAPO INDUSTRIAL
13037882	TORNILLO V 81241400
13037889	TORNILLO V 81233800
13037890	TAPON V81233900
13030755	TAPIZADO V82397300
13034291	TACOMETRO
13037722	SOPORTE ENGRANAJE K (3C001-4834-0)

2) Lista de Herramientas

Tabla 15. Herramientas Usadas

Item	Herramienta
1	Llave mixta 19
2	Llave mixta 24
3	Alicate 8"
4	Faja saca filtro
5	Llave Allen 10"
6	Destornillador plano
7	Destornillador estrella
8	Extensión de ½
9	Palanca de ½
10	Dado 19
11	Dado 17
12	Dado 22





*Figura 13. Herramientas usadas para mantenimiento*

Fuente: elaboración propia

### 3) Mantenimientos preventivos

Tabla 16. Mantenimiento de Unidad: Tractor No 15

ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS A USAR	TRABAJOS A REALIZAR	COMPONENTES REVISADOS/ CAMBIADOS	PERSONAL	FRECUENCIA
Revisión de componente generales del motor	Llave mixta 19 Dado 19 Waype Extensión de 1/2	Inspección	Cojinete Anillos Filtro aceite Rodaje Bomba Aceite Bomba inyección Termostato Llanta Junta Toroidal	MECÁNICO	Semanal
Revisar y realizar Cambios de componentes necesarios	Faja saca filtro Destornillador estrella	Cambio Componentes	Filtro aceite Aceite	MECÁNICA	Mensual
Revisión de cojinetes	Extensión de 1/2 Palanca de 1/2 Dado 19	Inspección	Cojinetes (LA1203, LA5109, VLA1299)	MECÁNICA	Mensual
Verificar desgaste y aire de tractor	Medidor de presión	Inspección	Llanta de tractor	MECÁNICA	Semanal
Revisión de cables y batería	Llaves Dados	Inspección	Cable	ELECTRICISTA	Semanal

Tabla 17. Mantenimiento de Unidad: Tractor No 8

ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS A USAR	TRABAJOS A REALIZAR	COMPONENTES REVISADOS/ CAMBIADOS	PERSONAL	FRECUENCIA
Factor de potencia de devanado y aisladores	Llave mixta 19 Dado 19 Waype Extensión de 1/2	Inspección	Anillos (V87609000, V87610900) Cubierta Engranaje de Piñón Junta toroidal	MECÁNICO	Semanal
Mantenimiento general para cambio de filtros y cambio de aceite	Faja saca filtro Destornillador estrella	Cambio Componentes	Filtro aceite Aceite Bomba de inyección	MECÁNICA	Mensual
Revisión de superficies Nivel de decoración	Llave mixta 19 Dado 19 Extensión de 1/2		Cojinetes (LA1203, LA5109, VLA1299)		
Medidas de Ruido y Vibraciones	Medidor de presión	Inspección	Paquete embrague	MECÁNICA	Semanal
Revisión de cables y batería	Llaves Dados	Inspección	Cable	ELECTRICISTA	Semanal

Tabla 18. Mantenimiento de Unidad: Tractor No 13

ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS A USAR	TRABAJOS A REALIZAR	COMPONENTES REVISADOS / USADOS	PERSONAL	FRECUENCIA
Factor de potencia de devanado y aisladores	Llave mixta 19 Dado 19 Waype Extensión de 1/2			MECÁNICO	Semanal
Mantenimiento general para cambio de filtros y cambio de aceite	Faja saca filtro Destornillador estrella	Cambio Componentes	Filtro aceite Aceite	MECÁNICA	Mensual
Revisión de superficies Nivel de decoración	Llave mixta 19 Dado 19 Extensión de 1/2		Cojinetes (LA1203, LA5109, VLA1299)	MECÁNICA	Mensual
Medidas de Ruido y Vibraciones	Medidor de presión	Inspección	Llanta de tractor	MECÁNICA	Semanal

## 5). Lista de componentes con stock y precios referenciales

De acuerdo a las reuniones desarrolladas con los expertos de mantenimiento, se requiere contar con el stock siguiente mínimo. Así mismo se estableció un precio referencia. La lista completa se tiene en el Anexo 09

Tabla 19. Stock mínimo para realizar mantenimiento preventivo

<b>Componente / Accesorio</b>	<b>Stock anual requerida</b>	<b>Precio Promedio en USD</b>
ACCESORIO VGS9076	4	30.40
ACOPLE RAPIDO HEMBRA 81593900	8	240.00
ANILLO 0,10MM V87609000	1	3.30
ANILLO 0,30MM V87610900	1	3.98
ANILLO 45X50X35 V LA9055	2	61.85
ANILLO D=65 V30385300	1	46.30
ANILLO DE RETENCIÓN 60X2 VKG1060	1	1.30
ANILLO INTERMEDIO D=72X60MM V30764410	2	39.20
ANILLO INTERMEDIO D=75 V30382900	1	20.06
ANILLO RETENCIÓN 95X3 VKG3095	4	13.80
ANILLO RETENCIÓN VKG3090	2	3.11

Fuente: preparación propia



4.4. Determinar la incidencia del plan de mantenimiento en la disponibilidad de los tractores.

Luego de la aplicación de las mejoras se obtuvieron los indicadores de disponibilidad:

Tabla 20. Disponibilidad posterior a la aplicación del Plan de Mantenimiento

No.	VEHICULO	Horas de trabajo	Tiempo de paradas (Hrs)	N° de fallas	Mantenimiento preventivo programado	Disponibilidad	MTTR (Hrs / Falla)	MP+TTR	MTBF (Hrs Fallas)	Confiabilidad
1	TRACTOR N°15	624	56	9	40	90.41%	6.22	96.00	58.67	0.90
2	TRACTOR N°08	624	54	9	40	90.75%	6.00	94.00	58.89	0.91
3	TRACTOR N°07	624	47	9	40	91.95%	5.22	87.00	59.67	0.92
4	TRACTOR N°20	624	37	8	40	93.66%	4.63	77.00	68.38	0.94
5	TRACTOR N°16	624	35	8	40	94.01%	4.38	75.00	68.63	0.94
6	TRACTOR N°14	624	32	7	40	94.52%	4.57	72.00	78.86	0.95
7	TRACTOR N°05	624	29	7	40	95.03%	4.14	69.00	79.29	0.95
8	TRACTOR N°09	624	25	8	40	95.72%	3.13	65.00	69.88	0.96
9	TRACTOR N°01	624	25	8	40	95.72%	3.13	65.00	69.88	0.96
10	TRACTOR N°11	624	20	7	40	96.58%	2.86	60.00	80.57	0.97
11	TRACTOR N°10	624	19	7	40	96.75%	2.71	59.00	80.71	0.97
12	TRACTOR N°18	624	19	7	40	96.75%	2.71	59.00	80.71	0.97
13	TRACTOR N°03	624	18	6	40	96.92%	3.00	58.00	94.33	0.97
14	TRACTOR N°19	624	14	6	40	97.60%	2.33	54.00	95.00	0.98
15	TRACTOR N°104	624	13	6	40	97.77%	2.17	53.00	95.17	0.98
<b>TOTAL</b>			<b>443</b>	<b>112</b>		<b>94.94%</b>	<b>3.81</b>		<b>75.91</b>	<b>0.95</b>

Fuente: elaboración propia

En el cuadro siguiente se puede observar la incidencia de la implementación del plan de mantenimiento en los indicadores principales.

Tabla 21. Incidencia del Plan de Mantenimiento en la Disponibilidad

Medición	Disponibilidad	MTBF	MTTR	Confiabilidad
Pretest	87.64%	40.42	5.29	0.88
Posttest	94.94%	75.91	3.81	0.95
<b>Incidencia</b>	<b>7.31%</b>	<b>35.49</b>	<b>1.48</b>	<b>0.07</b>

Fuente: elaboración propia

La tabla anterior muestra los indicadores de disponibilidad, donde como se observa, todos los indicadores tuvieron una incidencia significativa, luego de aplicar la propuesta de implementación del mantenimiento

El gráfico siguiente resume la incidencia del plan de mantenimiento en la mejora de la disponibilidad

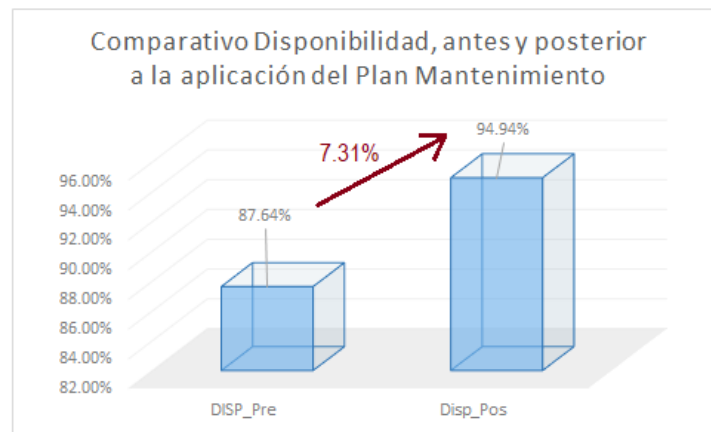


Figura 14. Mejora de la disponibilidad

De acuerdo a la información mostrada la disponibilidad mejoró en 7.31%, con lo que se demuestra que el plan de mantenimiento incidió en la mejora de la disponibilidad.

#### 4.5. Análisis estadístico

4.5.1. Determinar la incidencia de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el tiempo medio entre falla (MTBF) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

##### **Estadístico descriptivo**

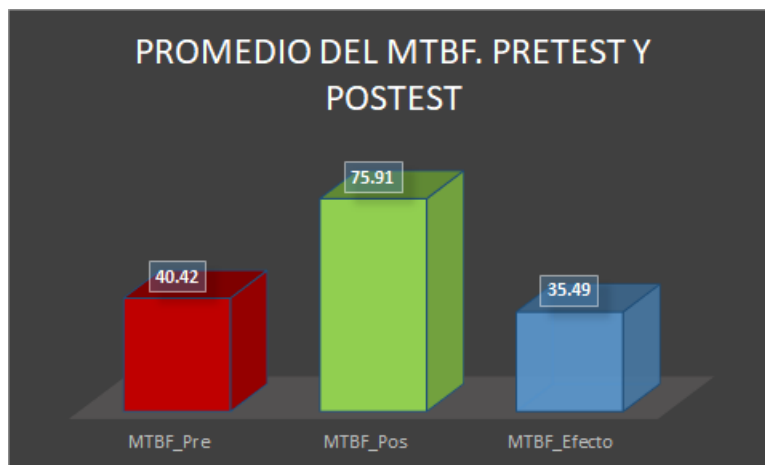
Con los datos obtenidos del MTBF antes de la propuesta del plan de mantenimiento y posterior al plan, se elaboraron los descriptivos mostrados en la tabla:

Tabla 22. Descriptivos del MTBF

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
MTBF_Pre	15	22,136	67,500	40,41754	13,652815
MTBF_Pos	15	58,667	95,167	75,90767	12,524905

Se puede observar en forma gráfica el valor de la media obtenido:

Figura 15. Comparativo MTBF pretest y postest



Nota: elaboración propia

Se observa en los valores medio del MTBF que el pre test (40,41754) es menor al postest (75,90767) con una mejora de 35,49. Lo cual demuestra que el MTBF mejoró luego de aplicar el plan de mantenimiento

### Análisis inferencial

- **Prueba de normalidad:** por ser la muestra < 50, se trabajó con Shapiro Wilk. Tal como se aprecia a continuación:

Tabla 23. Normalidad Confiabilidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MTBF_Pre	,888	15	,063
MTBF_Pos	,909	15	,132

De acuerdo a los valores obtenidos, y dado el valor sig. es  $> 0.05$ , los datos tienen una distribución normal, por lo que se aplicará la prueba de t-student.

### Hipótesis

H<sub>0</sub>: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora el tiempo medio entre falla (MTBF) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

H<sub>a</sub>: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora el tiempo medio entre falla (MTBF) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

Se realizó la prueba de t-student con un nivel de confianza del 95%, siendo los datos los siguientes:

Tabla 24. Prueba t-student para el MTBF

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv estándar	Media estándar	95% intervalo de confianza					
				Inferior	Superior				
MTBF_Pre - MTBF_Pos	-35,490131	6,826413	1,76257	-39,270473	-31,709789	-20,135	14	,000	

Nota: elaboración propia

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron, la tabla anterior, el valor de significación obtenido, es 0.00 ( $< 0.05$ ), lo cual implica, rechazar la hipótesis nula, por lo que se acepta la hipótesis alternativa: La implementación de un plan de mantenimiento mejora el tiempo medio entre falla (MTBF) en los tractores en Agroberries Perú SAC, Virú 2022

4.5.2 Determinar la incidencia de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el tiempo de parada (MTTR) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022,

## Estadístico descriptivo

Con los datos obtenidos del MTTR antes de la propuesta del plan de mantenimiento y posterior al plan, se elaboraron los descriptivos mostrados en la tabla:

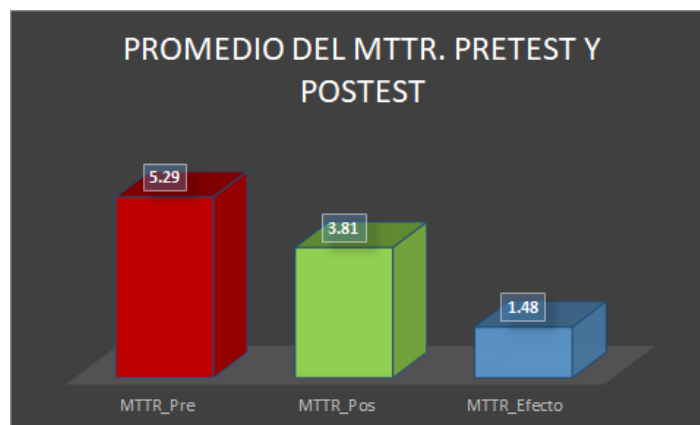
Tabla 25. Descriptivos del MTTR

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
MTTR_Pre	15	4,409	6,800	<b>5,29367</b>	,725285
MTTR_Pos	15	2,167	6,222	<b>3,81296</b>	1,311159

Nota: elaboración propia

En la gráfica visualizada se tiene el valor de la media obtenido

Figura 16. Promedio MTTR, pretest y postest



Nota: elaboración propia

Se observa en los valores medio del MTTR que el pre test (5,29367) es menor al postest (3,81296) con una reducción de 1,4807. Lo cual demuestra que el MTTR se redujo luego de aplicar el plan de mantenimiento

## Análisis inferencial

**Prueba de normalidad:** por ser la muestra  $< 50$ , se trabajó con Shapiro Wilk. Tal como se aprecia a continuación:

Tabla 26. Prueba Normalidad MTTR

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MTTR_Pre	,940	15	,388
MTTR_Pos	,911	15	,141

Nota: elaboración propia

De acuerdo a los valores obtenidos, y dado el valor sig. es  $> 0.05$ , los datos tienen distribución normal, lo que lleva a la aplicación de la prueba de t-student.

### **Hipótesis**

H<sub>0</sub>: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no reduce el tiempo de parada (MTTR) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

H<sub>a</sub>: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo reduce el tiempo de parada (MTTR) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

Se realizó la prueba de t-student con un nivel de confianza del 95%, siendo los datos los siguientes:

Tabla 27. T-student para el MTTR

	Media	Desviación estándar	Media	95% intervalo de confianza de diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
			de error estándar	Inferior	Superior			
MTTR_Pre - MTTR_Pos	1,480706	1,234020	,318623	,797328	2,164083	4,647	14	,000

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, el valor de significación obtenido, es 0.00 ( $<0.05$ ), lo cual implica, rechazar de la hipótesis nula, por lo que se acepta

la hipótesis alternativa: La implementación de un plan de mantenimiento reduce el tiempo de parada (MTTR) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

4.5.3 Determinar la incidencia de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la confiabilidad en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022.

### Estadístico descriptivo

Con los datos obtenidos de la confiabilidad antes de proponer el plan de mantenimiento y posterior al plan, se elaboraron los descriptivos mostrados en la tabla:

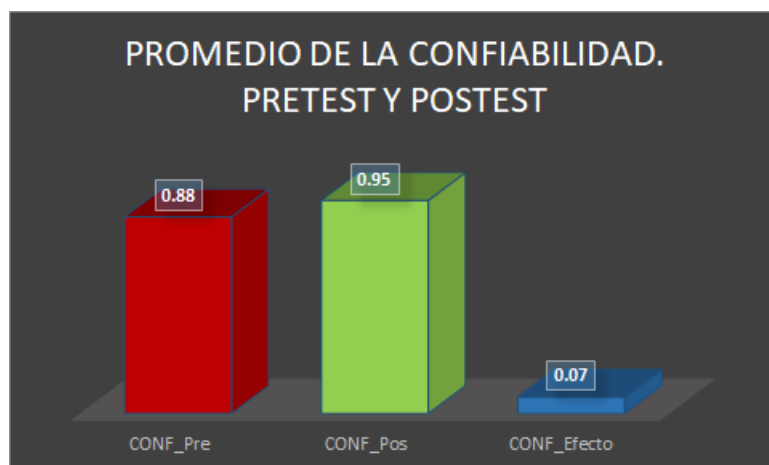
Tabla 28. Descriptivos de la Confiabilidad

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
CONF_Pre	15	,825	,925	,87637	,033173
CONF_Pos	15	,904	,978	,94943	,023770

Nota: elaboración propia

En el gráfico mostrado, es mostrado el valor de la media obtenido, a partir de los cálculos realizados

Figura 17. Comparativo Promedio Confiabilidad



Nota: elaboración propia

Se observa en los valores medio de la confiabilidad que el pretest (0,87637) es menor al postest (0,94943) con una mejora de 0,070. Lo cual demuestra que la confiabilidad mejoró luego de aplicar el plan de mantenimiento

### Análisis inferencial

**Prueba de normalidad:** por ser la muestra  $< 50$ , se trabajó con Shapiro Wilk. Tal como se aprecia a continuación:

Tabla 29. Normalidad Confiabilidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
CONF_Pre	,925	15	,229
CONF_Pos	,904	15	,109

Nota: elaboración propia

De acuerdo a los valores obtenidos, y dado el valor sig. es  $> 0.05$ , los datos presentan una distribución normal, y por ello se aplicó la prueba de t-student.

### Hipótesis

H<sub>0</sub>: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la confiabilidad en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

H<sub>a</sub>: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

Se realizó la prueba de t-student con 65% de confianza, siendo los datos los siguientes:

Tabla 30. T-student para la Confiabilidad

	Diferencias emparejadas							Sig. (bilateral)
	Media	Desv estándar	Media de error estándar	95% intervalo de confianza de diferencia		t	gl	
				Inferior	Superior			
CONF_Pre - CONF_Pos	-,073059	,011644	,003006	-,079507	-,066611	-24,302	14	,000

Nota: elaboración propia



De acuerdo a la tabla anterior, el valor de significación obtenido, es 0.00 ( $<0.05$ ), lo que implica, rechazar la hipótesis nula, por lo que se aceptó la hipótesis alternativa: La implementación de un plan de mantenimiento mejora la confiabilidad en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022

## V. DISCUSIÓN

Debido a la alta competencia actual donde se desarrollan empresas es de vital importancia que sus equipos siempre se encuentren disponibles en el momento que lo necesiten, con la finalidad de desarrollar sus operaciones con normalidad. A continuación, se presenta la discusión de los resultados obtenidos por cada uno de los objetivos específicos que se propusieron como parte del estudio para mejorar la disponibilidad de las unidades de la empresa.

- Tras el resultado de la prueba de hipótesis donde brindó valor de significación obtenido menor a 0.05, rechazó la hipótesis nula, por lo que se acepta la hipótesis alternativa: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora el tiempo medio entre falla (MTBF) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022, la cual respalda la mejora de (35,49); Asimismo para la implementación del plan se trabajó con una muestra de 15 tractores, los mismos que fueron sometidos a distintos análisis como el de criticidad y el AMFE; esto coincide en la investigación que preparó Esteves (2020), donde el valor del MTBF, luego de aplicar su plan de mantenimiento, que partió del análisis AMFE, logró una mejora de 45 horas promedio en los equipos donde realizó el estudio, existen también coincidencias con la aplicación que realizó Llimper (2020) quien para realizar mejorar los indicadores de mantenimiento aplicó el análisis AMFE, enfocando su propuesta en equipos mecánicos. Dentro de las bases teóricas encontradas en la definición del MTBF, de acuerdo a lo indicado por Macías y Arteaga (2021) este indicador permite relacionar el tiempo medio que transcurre entre dos paradas de mantenimiento; el cálculo está basado en dividir horas totales con relación al número de paradas tenidas, según Peyman y Farshid (2019) el MTBF se usa en sistemas reparables, sin tomar en cuenta los equipos que se apagan para realizar un mantenimiento preventivo o reemplazo preventivo de componentes rutinarios.

- También para determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de la puesta en marcha (MTTR) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022, se obtuvo una reducción de (1,48) en el valor del MTTR, el cual es respaldada por la prueba de hipótesis donde mostró un nivel de significancia del 0.000 ( $<0.05$ ) lo cual rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de la puesta en marcha(MTTR) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC; también para lograr esta reducción como parte de la propuesta del plan de mantenimiento, se realizó un diagnóstico inicial sobre la disponibilidad de los equipo y se aplicó el plan de mantenimiento basado en TPM; esto coincide con la propuesta en su investigación preparada por Lopez (2020), quien también partió de diagnóstico a las 26 unidades, aplicando la propuesta metodológica del TPM; en cuanto al cálculo del MTTR, resalta la propuesta coincidente de Esteves (2020), quien logró una reducción significativa de 65 (pasó de 98 a 33) luego de aplicar la propuesta del plan de mantenimiento, sin embargo existen diferencias en analizar la criticidad dado que usó Pareto en la priorización de los equipos con más impacto negativo, a diferencia de esta propuesta que usó el análisis de criticidad. Para la definición formal del MTTR, Macías y Arteaga (2021), la definen como la división del tiempo promedio de duración de las paradas que ocurrieron en un periodo con referencia a la cantidad de fallas. Para la fórmula se toma la división del tiempo usado al reparar una falla y la cantidad de fallas que existen en un período determinado, según Gasca (2017) el MTTR brinda una foto de la eficiencia del departamento de mantenimiento en reparar fallas no planificadas.
- En cuanto a determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC. se obtuvo un aumento en (0,07), partiendo de (0,88) tras posterior a la aplicación del plan llegó a (0,95), todo ello es respaldado tras el resultado del valor de significancia de la prueba de hipótesis donde muestra 0.000 ( $<0.05$ ) aceptando la hipótesis alternativa

(afirmación del objetivo en mención), para la propuesta de mejoras, se trabajó con el análisis AMFE, donde se identificaron las oportunidades que se podían aplicar con el fin de que las unidades tengan una mayor confiabilidad, para programar las actividades, se estableció un cronograma general, definiendo fechas a cada actividad que posteriormente se fueron aplicando; existen coincidencias con la investigación que realizó Solis (2020), quien luego de aplicar el mantenimiento preventivo obtuvo una mejora en la confiabilidad de 0.217, cabe resaltar a Esteves (2020) quien aplicó también el análisis AMFE para identificar las posibles mejoras a realizar a fin de aumentar la confiabilidad de los equipo en estudio. En cuanto a las teorías aplicadas, con respecto a la confiabilidad Alberti (2020) la define como: es la posibilidad de que un equipo, sistema o máquina, haga su función, de manera normal, cuando se le demande su operatividad: se espera que el equipo funcione correctamente.

- Finalmente, para el objetivo general que fue determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022. se logró un aumento en la disponibilidad promedio de las unidades de 7.31%, la disponibilidad pasó de 87.64% y luego de aplicar el plan de mantenimiento alcanzó un 94.94% estos resultados fueron respaldados por la prueba de hipótesis que brindó un valor de significancia de 0.000 ( $<0.05$ ) aceptando la hipótesis alternativa (la afirmación de nuestro objetivo); este cálculo de la disponibilidad coincide con las investigaciones realizadas por Guevara (2020), quien mejoró la disponibilidad de los equipo en estudio en aproximadamente 8%, así mismo tenemos la propuesta de Lopeza (2020), quien también mejoró la disponibilidad de las unidades estudiadas en 5.7% luego de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo, finalmente existen coincidencias con el artículo de Canahua (2021) quien aumentó la disponibilidad de 94.64% llegando a 96.88%. Con respecto a las teorías que sustentan la disponibilidad tenemos a Macías y Arteaga (2021) quien indica que está relacionada con el tiempo que se aprovecha para la producción de un activo y el total del tiempo de parada que se produce por el

mantenimiento. Este valor es calculado, a partir de la diferencia del tiempo total disponible y del tiempo de mantenimiento.

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incremento la disponibilidad de los tractores en 7.31%, con lo que se demuestra que el plan de mantenimiento incidió en la mejora de la disponibilidad.
- Se determinó que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre paradas (MTBF) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022, aplicando la prueba inferencial t-student obteniendo un sig. de (0,00) que al ser  $< (0,05)$  rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre paradas en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC
- Se determinó que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de la puesta en marcha (MTTR) en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022, aplicando la prueba inferencial, con t-student obteniendo un sig. de (0,00) que al ser  $< (0,05)$  rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa del investigador: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de la puesta en marcha en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC.
- Se determinó que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022, aplicando la prueba inferencial t-student obteniendo un sig. de (0,00) que al ser  $< (0,05)$  se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Es necesario realizar mediciones de los indicadores de disponibilidad, por lo menos en forma quincenal, con el fin de realizar el seguimiento y control respectivo del correcto funcionamiento de los equipos.
- Realizar talleres de reforzamiento, en forma mensual, en temas específicos de reducción y prevención de fallas a las unidades, así como crear programas de inducción al personal nuevo que se incorpore al área de mantenimiento.
- Establecer coordinaciones, más estrechas y continuas con el departamento de abastecimiento y de almacén, con la finalidad de contar con los materiales y herramientas adecuadas y puedan ser usadas cuando estas sean requeridas en el momento requerido.
- Comunicar los indicadores de disponibilidad que se tengan en forma periódico con los involucrados del proceso de mantenimiento y motivar con reconocimientos a quienes tengan un mejor desempeño en sus indicadores de gestión.
- Continuar con la implementación del plan, dado que traerá beneficios económicos a la empresa.

## REFERENCIAS

- LOAIZA, Alba. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LAS INSTALACIONES UNIVERSITARIAS PÚBLICAS DE LA COSTA ORIENTAL DEL LAGO. *Revista Enfoques*, 2019, vol. 3, no 9, p. 15-31.
- REBAZA, César Angulo. Development of State-Owned Enterprises Subject to Private Law in the Aeronautical Maintenance Sector in the Peruvian Navy. *Industrial Data*, 2018, vol. 24, no 1, p. 1.
- JIMÉNEZ, María Dolores Arenas; FERRE, Gabriel; ÁLVAREZ-UDE, Fernando. Strategies to increase patient safety in haemodialysis: Application of the modal analysis system of errors and effects (FEMA system). *Nefrología (English Edition)*, 2017, vol. 37, no 6, p. 608-621.
- CABRERA, E.; ESTRELA, T.; LORA, J. Desalination in Spain. Past, present and future. *La Houille Blanche*, 2019, no 1, p. 85-92.
- CANAHUA, A. N. Implementation of the TPM-Lean Manufacturing Methodology to Improve the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Spare Parts Production at a Metalworking Company. *Industrial Data*, 2021, vol. 24, no 1, p. 73-83.
- CERVANTES, Marcial Alfredo Yam; CASANOVA, Ramón de Jesús Pali; LORÍA, José del Carmen Zavala. Aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos. *Project Design and Management*, 2019, vol. 1, no 1.
- DADDARIO, Miguel. *Gestión del Mantenimiento Preventivo–Correctivo*. 2020
- DÍAZ-CONCEPCIÓN, Armando, et al. Propuesta de un modelo para el análisis de criticidad en plantas de productos biológicos. *Ingeniería Mecánica*, 2016, vol. 15, no 1, p. 34-43.



ESTEVEZ TENORIO, Angel Enrique. Plan de mantenimiento basado en la Norma ISO 9001: 2015 para incrementar la disponibilidad de la maquina sopladora JH-04 de la Empresa Laboratorios SMA SAC. 2021.

COSTELLA, Marcelo Fabiano, et al. Maintenance, occupational health and safety: a systematic review of the literature. *Gestão & Produção*, 2020, vol. 27.

HERRY, A. P.; FARIDA, F.; LUTFIA, N. I. Performance analysis of TPM implementation through Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses. En *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2018. p. 012061.

ARROMBA, Iara Franchi, et al. Difficulties observed when implementing Total Productive Maintenance (TPM): empirical evidences from the manufacturing sector. *Gestão & Produção*, 2020, vol. 28.

GASCA, Maira C.; CAMARGO, Luis L.; MEDINA, Byron. Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial. *Información tecnológica*, 2017, vol. 28, no 4, p. 111-124.

GONDRES TORNÉ, Israel; LAJES CHOY, Santiago; DEL CASTILLO SERPA, Alfredo. Gestión del mantenimiento a interruptores de potencia. Estado del arte. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2018, vol. 26, no 2, p. 192-202.

LLIMPER RAMOS, Carlos Alfonso; GUEVARA ZEVALLOS, Edtson. Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos de lanzamiento de concreto en una empresa de producción y comercialización de concreto premezclado, Cerro de Pasco, 2019. 2020.

RIBEIRO, I. M., et al. Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 2019, vol. 38, p. 1574-1581

- KHERADRANJBAR, Mohammad; MOHAMMADI, Mirali; RAFIEE, Shahin.  
Appropriate building repair and maintenance strategies using multicriteria decision-making analysis—a Delphi study. *Acta Structilia*, 2022, vol. 29, no 1, p. 86-111.
- LÓPEZ RODRÍGUEZ, Edison Rolando. Disponibilidad de equipos productivos y periféricos del proceso de fabricación de galletas y confites en la empresa GALCONDOR Cía. Ltda. 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.
- LOPEZ GUIZABALO, Alin Edgard. Propuesta de mejora de mantenimiento preventivo con el uso de la herramienta TPM para incrementar la disponibilidad de las unidades móviles de una empresa de transportes interprovincial de pasajeros, 2020. 2020.
- LOYO, Jesús Vicente González, et al. Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE. *Revista Ingeniería Industrial*, 2018, vol. 17, no 3.
- LOZADA-CEPEDA, José Antonio, et al. Maintenance Plan Based on TPM for Turbine Recovery Machinery. En *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2021. p. 012034.
- MARRERO HERNANDEZ, Rogej Arturo; PICHARDO GARCIA, Imanol y VILALTA ALONSO, José Alberto. Measuring Maintenance Planning at an Operational Level. *Rev retos [online]*. 2022, vol.16, n.1, pp.25-50.
- MERCADO, Verena; PEÑA, José Bernardo. Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. *Saber*, 2016, vol. 28, no 1, p. 99-105.

GONZÁLEZ, Julio César; MYER, Rick Alan; PACHÓN-MUÑOZ, William. La evaluación de los riesgos antrópicos en la seguridad corporativa: del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) a un modelo de evaluación integral del riesgo. *Revista Científica General José María Córdova*, 2017, vol. 15, no 19, p. 269-289.

PAEZ ADVINCULA, Rafael Roosell. Importancia de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial. *Industrial Data*, 2022, vol. 25, no 1, p. 137-156.

PASTOR, Cinthya. El mantenimiento como herramienta para conseguir infraestructura de alta calidad y durabilidad. 2020.

AFZALI, Peyman; KEYNIA, Farshid; RASHIDINEJAD, Masoud. A new model for reliability-centered maintenance prioritisation of distribution feeders. *Energy*, 2019, vol. 171, p. 701-709.

PINEDO, G. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería industrial*, 2016.

PINTO, G., et al. TPM implementation and maintenance strategic plan—a case study. *Procedia Manufacturing*, 2020, vol. 51, p. 1423-1430.

REY, S. Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. España: Fundación Confemetal, 2017

RIVAS-PEREZ, R., et al. Design of a multivariable GPC based on an industrial PC for control of a reverse osmosis unit of a pharmaceutical industry. *Revista mexicana de ingeniería química*, 2016, vol. 15, no 1, p. 259-273.

RODRÍGUEZ, José Luis. Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de retroexcavadora cargadora 420F. en Constructora Multiservicio Jolucasa EIRL, Cajamarca 2020. 2021.

SOLÓRZANO-CALERO, Emilio Manuel. Estrategias de gestión del mantenimiento de volquetes. Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2737-6249., 2022, vol. 5, no 9, p. 25-33.

STATISTA..Facility management: budget spent on cleaning/maintenance equipment and supplies in the United States 2017-2021. Revista statista, 2021, p.1.

THORAT, Rohan; MAHESHA, G. T. Improvement in productivity through TPM implementation. Materials Today: Proceedings, 2020, vol. 24, p. 1508-1517.

TORRES-GOYES, Stalin Armando; RODRÍGUEZ-BORGES, Ciaddy Gina. Método AMEF: estrategias para su empleo en el mantenimiento en plantas purificadoras de agua. Polo del Conocimiento, 2021, vol. 6, no 6, p. 1018-1039.

GUARDERAS, Giovanni León Trujillo; IRAZABAL, Wilbert Chavez; SALAZAR, Dario Utrilla. Implementation of a Strategic Maintenance Plan for a Telecommunications System and Its Relationship with the Operability of a Regional Hospital. Revista Industrial Data, 2022, vol. 25, no 1, p. 37-50.

LEDO, Leisis Villar, et al. Analysis of a maintenance strategy to be implemented in electric transmission companies//Análisis de una estrategia de mantenimiento a implementar en empresas de transmisión eléctrica. Ingeniería Mecánica, 2021, vol. 24, no 3, p. e631-e631.

CUZCO, Mayra Viscaíno, et al. Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del instituto ecuatoriano de seguridad social de la zona 3 del Ecuador. Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología, 2019, no 22, p. 59-71.

CERVANTES, Marcial Alfredo Yam; CASANOVA, Ramón de Jesús Pali; LORÍA, José del Carmen Zavala. Aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos. *Project Design and Management*, 2019, vol. 1, no 1.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Operacionalización

Tabla 31. Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<b>(V. Dependiente) Disponibilidad</b>	Está relacionada con el tiempo que se aprovecha para la producción de un activo y el total del tiempo de parada que se produce por el mantenimiento. Este valor, es calculado, a partir de la diferencia del tiempo total disponible y del tiempo de mantenimiento. Veamos el cálculo respectivo (Ardila & Rodriguez, 2016, p.3).	La disponibilidad de los equipos permite la continuidad del servicio que se brinda a quienes lo demandan.	Tiempos medio entre paradas (MTBF)	Indicador de Fallas (MTBF) $\frac{T_{\text{dispon}} - T_{\text{inactivo}}}{\text{Número de paradas}}$	<b>Razón</b>
			Tiempo medio hasta la puesta en marcha (MTTR)	Indicador de Inactividad (MTTR) $\frac{T_{\text{mantenimiento}}}{\text{N}^{\circ} \text{ correcciones}}$	
			Confiabilidad	$\frac{\text{MTBF}}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})}$	
(Variable Independiente) Plan de Mantenimiento Preventivo	Es un proceso que consiste en efectuar intervenciones programadas en forma periódica a fin de disminuir las fallas que aparecen en forma aleatoria, permitiendo una reducción en costos por reparaciones, así como las horas hombres que se invierten en reparar las fallas (D'Addario, 2020, p. 23).	Aborda la participación activa de las áreas involucradas, ayuda a la mejora integral de las instalaciones.	Objetividad	$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ Mttos. Ejecutados}}{\text{N}^{\circ} \text{ Mttos Programados.}}$	<b>Razón</b>
			Seguridad	$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ Pers. capacitadas}}{\text{N}^{\circ} \text{ Pers. asignadas al Mtt}}$	
			Desarrollo	$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ Mediciones con fallas}}{\text{N}^{\circ} \text{ Mediciones Totales.}}$	

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Tabla 32. Cuadro de matriz de consistencia

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>
¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022?	Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022.	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC, Virú 2022.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>
¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa en la confiabilidad de tractores en la empresa Agroberries Perú SAC?	Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC.	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC.
¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre paradas en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC?	Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre paradas en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre paradas en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC
¿De manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo reduce el tiempo medio de la puesta en marcha de los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC?	Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de la puesta en marcha en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de la puesta en marcha en los tractores en la empresa Agroberries Perú SAC









## Anexo 4. Tablas para calcular el índice de criticidad

### 4-A. Frecuencia de Fallos

Tabla 33. Frecuencia de Fallos

<i>Frecuencia de Fallas (FF)</i>	<i>Valor</i>
<i>¿Qué tan frecuente son las fallas ocurridas?</i>	
Hasta de 1 por año	1
Entre 2 y 12 por año	2
Entre 13 y 40 por año	3
Más de 40 por año	4

Fuente: (YAM, 2019)

### 4-B. Impacto de la Producción

Tabla 34. Impacto en la producción

<i>Impacto en la Producción (IP)</i>	<i>Valor</i>
<i>¿Cuál es el impacto en la producción?</i>	
Menor al 25 %	1
25 % de impacto	2
50 % de impacto	3
75 % de impacto	4

Fuente: (YAM, 2019)

### 4-C. Seguridad y Salud

Tabla 35. Parámetros de Seguridad y Salud

<i>Seguridad y Salud (SS)</i>	<i>Valor</i>
<i>¿Cuál es la lesión más significativa que puede presentarse en la operación del equipo?</i>	
No hay algún riesgo de lesión	1
Lesiones leves (son asistidas dentro de la fábrica, no hay incapacidad)	2
Lesiones significativas (incapacidad entre 1 y 30 días)	3
Lesiones de incapacidad parcial o permanente (mayor de 30 días)	4

Fuente: (YAM, 2019)

#### 4-D Costo Promedio

Tabla 36. Parámetros Costo Promedio de Reparación

<i>Costos de Reparación (CR)</i>	<i>Valor</i>
¿Cuál es el costo anual del mantenimiento del equipo?	
Menos de 1.000 dólares	1
Entre 1.000 y 5.000 dólares	2
Entre 5.001 y 10.000 dólares	3
Más de 10.000 dólares	4

Fuente: (YAM, 2019)

#### 4-E Tiempo de Reparación

Tabla 37. Parámetros Tiempo de Reparación.

<i>Tiempo de Reparación (TR)</i>	<i>Valor</i>
¿Cuál es el tiempo promedio para reparar el equipo?	
Menor a 4 horas	1
Igual o mayor a 4 horas y menor a 6 horas	2
Igual o mayor a 6 horas y menor a 12 horas	3
Mayor a 12 horas	4

Fuente: (YAM, 2019)

#### 4-F Tiempo de Operación

Tabla 38. Parámetros de Tiempo de Operación

<i>Tiempo de Operación (TO)</i>	<i>Valor</i>
¿Cuál es el tiempo de trabajo de esta máquina?	
Opcionalmente	1
Un turno de trabajo	2
Dos turnos de trabajo	3
Totalmente	4

Fuente: (YAM, 2019)

## Anexo 05. Tablas para cálculo del IPR

Tabla 39. Índice de Gravedad

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
<b>Muy baja</b> (Repercusiones imperceptibles)	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente el cliente no se daría cuenta del fallo	1
<b>Baja</b> (Repercusiones irrelevantes)	El tipo de fallo originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemente esté observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia de fácil subsanación	2 - 3
<b>Moderada</b> (Defectos de relativa importancia)	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente, El empresario observa deterioro en el rendimiento del sistema	4 - 6
<b>Alta</b>	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado	7 - 8
<b>Muy alta</b>	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso e involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias	9 - 10

Fuente. PARÁMETROS AMEF

Tabla 40. Índice de Frecuencia

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
<b>Muy baja</b> Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible. Una ocurrencia en más de cinco años, o en 1 de 10000 eventos.	1
<b>Baja</b>	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda. Una ocurrencia entre 3 y 5 años.	2 - 3
<b>Moderada</b>	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente, una ocurrencia por año, un cada seis meses, un cada tres meses.	4 - 6
<b>Alta</b>	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado. Una ocurrencia por mes, una ocurrencia por semana.	7 - 8
<b>Muy alta</b>	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente una, ocurrencia cada tres o cuatro días/más de una ocurrencia por día.	9 - 10

Fuente. PARÁMETROS AMEF

Tabla 41. Índice de Detención

DETENCION	CRITERIO	VALOR
<b>Muy alta</b>	El defecto es evidente. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
<b>Alta</b>	El defecto, aunque es evidente y sencillo detectar, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad.	2 - 3
<b>Mediana</b>	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estados de producción.	4 - 6
<b>Pequeña</b>	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7 - 8
<b>Improbable</b>	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9 - 10

Fuente. PARÁMETROS AMEF

Tabla 42. Promedio IPR.

IPR	ACCIONES
500 – 1000	Alto riesgo de falla.
125 – 499	Riesgo de falla medio o normal.
1 – 124	Bajo riesgo de falla.

Fuente. PARÁMETROS AMEF

Anexo 06. AMEF

		<b>ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)</b>							Area:	
									Mantenimiento de Vehículos	
									Fecha:	
<b>AREA:</b>		<b>CAMPO</b>								
<b>DPTO:</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>								
<b>EQUIPO:</b>		<b>TRACTOR N°15</b>								
<b>N° AMEF:</b>										
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Causas de las fallas				Acciones Proactivas		
<b>Labores diversas de Campo</b>	Dificultad desplazarse al	Falla en embrague	Rendimiento de unidad con inconvenientes	Mecánicas	Cambios inoportunos	7	4	6	168	Establecer frecuencias para inspección.
		Falla Caja	Desplazamiento inadecuado.	Mecánicas	Desgaste y poca supervisión	8	3	6	144	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
		Falla arranques	Quemadura de fusibles Acoples de turbo	Mecánicas	Uso excesivo	7	5	6	168	Análisis Ultrasonido
		Rotura de pernos	Deja de unir pernos de silenciadores	Mecánicas	Pernos mal ajustados o vencidos	7	3	5	105	Revisar ajuste de pernos al finalizar alineamiento
	Falla arranque	Pérdida Potencia	Irregulacion y ruptura de TDF	Eléctricas	inyectores desgastados	7	5	5	175	Capacitar al personal revisión inyectores
		Caída tensión	Afecta arrancador y no transmite energía al motor	Eléctricas	Cables	7	5	5	175	Revisión general de cablería

		<b>ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)</b>							Area:	
									Mantenimiento de tractores	
									Fecha:	
<b>AREA:</b>		<b>CAMPO</b>								
<b>DPTO:</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>								
<b>EQUIPO:</b>		<b>TRACTOR N°08</b>								
<b>N° AMEF:</b>										
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Causas de las fallas				Acciones Proactivas		
<b>Labores diversas de Campo</b>	Dificultad en desplazamiento	Uñas de disco	Dificultad Caja de Cambios	Mecánicas	Falta de lubricación	7	4	5	140	Establecer una frecuencia de inspección.
		Desgaste freno	Riesgo al detenerse	Mecánicas	Sobre uso y supervisión	7	4	6	168	Cambio componente
		Picadura llanta	Desplazamiento inadecuado.	Mecánicas	Sobrecarga y desgaste	8	4	5	160	Establecer una frecuencia de inspección.
	Se detiene de improviso	Acoples de turbo	Rotura por calentamiento	Eléctricas	Sobrecarga y desgaste	7	5	6	175	Realizar mediciones de temperatura
	Falla arranque	Quemadura de fusible	Afecta arrancador y no transmite energía al motor	Operativas	Poca supervisión	7	5	5	175	Capacitar al personal
								<b>818</b>		

		<b>ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)</b>						Area:			
								Mantenimiento de tractores			
								Fecha:			
<b>AREA:</b>		<b>CAMPO</b>									
<b>DPTO:</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>									
<b>EQUIPO:</b>		<b>TRACTOR N°07</b>									
		N° AMEF:									
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Causas de las fallas					Acciones Proactivas		
<b>Labores diversas de Campo</b>		Falla en el embrague	Rendimiento de unidad con inconvenientes	Mecánicas	Cambios inoportunos	6	4	6	144	Establecer una frecuencia de inspección.	
		Dificultad en desplazamiento	Rotura gancho de remolque	Trabajo es realizado en condiciones negativas	Mecánicas	Soltura mecánica, atoro y desgaste	7	4	4	112	Establecer una frecuencia de inspección
			Rotura de ejes	Al quebrarse el eje esta sale de operación inmediatamente y afecta la operación que estaba realizando	Mecánicas	Fisura, fatiga	7	4	6	168	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
		Se detiene de improviso	Pérdida Potencia	Irregulacion y ruptura de TDF	Operativa	inyectores desgastados	6	5	5	150	Capacitar al personal en parámetros de uso
		Disparo de protección de motor eléctrico	Caída de tensión	Afecta arrancador y no transmite energía al motor	Eléctricas	Cables	6	5	5	150	Capacitar al personal en parámetros de uso
									724		

		<b>ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)</b>						Area:			
								Mantenimiento de tractores			
								Fecha:			
<b>AREA:</b>		<b>CAMPO</b>									
<b>DPTO:</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>									
<b>EQUIPO:</b>		<b>TRACTOR N°20</b>									
		N° AMEF:									
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Causas de las fallas					Acciones Proactivas		
<b>Labores diversas de Campo</b>		Desgaste freno	Riesgo al detenerse	Mecánicas	Sobre uso y supervisión	4	4	4	64	Establecer una frecuencia de inspección y lubricación.	
			Desgaste freno	Riesgo al detenerse	Mecánicas	Riesgo al detenerse	5	4	4	80	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
		Se detiene de improviso	Embrague	Rendimiento de unidad con inconvenientes	Operativa	Atoro en caja de cambios	5	4	5	100	Capacitar al personal en parámetros de uso
		Disparo de protección de motor eléctrico	Caída de tensión	Afecta arrancador y no transmite energía al motor	Eléctricas	Sobrecarga y desgaste de rodamientos	5	5	3	75	Capacitar al personal en parámetros de uso
									319		



Anexo 07. Control asistencia a capacitación

REGISTRO DE INDUCCIÓN CORPORATIVA, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA		UNIDAD EJECUTIVA				
7 DATOS DE EMPLEADOR		UNIDAD EJECUTIVA				
RUC	Nombre Social y Denominación Social	EMPRESA DE SERVICIOS, COMERCIO, MANEJO DE RESERVAS, PROYECTOS				
EMPRESA	AGROPECUARIO PERU S.A.S	Actividad Económica	SECTOR			
DIRECCIÓN		CALLE PANAMERICANA NORTE 486 301 LOTE 10 1 107 4 - LA LIBERTAD - IROU - IROU				
8 DATOS DE LA CAPACITACIÓN						
INDUCCIÓN NUEVA	INDUCCIÓN VENTA	CAPACITACIÓN (X)	CURSO			
		CHARLAS DARIAS	TALLER			
TEMA		FECHA	DURACIÓN			
Operación y Mantenimiento de Tractores Agrícolas		31-10-2023	3 Hrs.			
NOMBRE DEL CAPACITADOR		FECHA	TIPO DE DOCENTE			
Ing Felipe Altimirano Ruiz CP: 228151		31/10	INTERNO			
NOMBRE DEL FONDO		ÁREA	PA. IN.			
4 RESPONSABLE DEL REGISTRO		FECHA				
Nombre	Cargo	Nombre	Fecha			
Jorge Osvaldo Luna	Capo	Jefe de Recursos Humanos	31/10			
9 INFORMACIÓN DE LOS PARTICIPANTES						
ORDEN	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGO	GRUPO	ÁREA	ASISTENCIA
1	Paredes Anna Jos	4274220	operador	Lideres	operaciones	[firma]
2	Pomales Hiram Juan	7701164	operador	Lideres	operaciones	[firma]
3	Lacamberto Zurro	7426003	Operador	Lomas	operaciones	[firma]
4	Urdo postor Paul	4826700	operador	Lideres	operaciones	[firma]
5	Alvarado Wilfredo	4841762	operador	Quilichao	operaciones	[firma]
6	Ingalupia Gabriel	7260909	Lomas		operaciones	[firma]
7	Silva Aristeo	4163535	operador	Lideres	operaciones	[firma]
8	Fidel Ayza Negra	46310115	operaciones	Lideres	operaciones	[firma]
9	Juan Jairo Polo	73716175	operador	Lideres	operaciones	[firma]
10	Jolca Leon Juan Gato	71920902	Operador	Coahuila	Operaciones	[firma]
11	PIERO ALVAREZ CARANILLA	74638443	OPERADOR	LIDERES	OPERACIONES	[firma]
12	Lopez Custodio Yuarban	71602114	operador	San Carlos	Operaciones	[firma]
13	Nunez Julca Anthony	41020121	Operador	San Carlos	Operaciones	[firma]
14	Ros leana Juan	73088007	Operador	San Carlos	Operaciones	[firma]
15	Cruz Sandoval Santos	43094432	operador	Coahuila	Operaciones	[firma]
16	Flory Vidal Edgar	71770137	operador	Dura	Operaciones	[firma]
17	Ortiz Medeliza Elias	47020273	operador	Lomas	operaciones	[firma]
18	Pastala Mauricio Kany	45244455	Operador	Lideres	Operaciones	[firma]
19	Julca Leon Jesus	71845589	operador	Lomas	Operaciones	[firma]
20	Cruz Sandoval Miguel	41636608	Operador	Papa Mte	Operaciones	[firma]
21	Cruz Orbezo Ivan	41658787	Operador	Lideres	Operaciones	[firma]
22	Gil Reynaldo Juell	41254677	Operador	Angostura	Operaciones	[firma]
23	Alvarez Silvio Hennen	71486776	Operador	Lideres	Operaciones	[firma]
24	Sales Wifola Anibal	42699220	Operador	Angostura	Operaciones	[firma]
25	Lavado Vargas Jose	46143837	Operador	Angostura	Operaciones	[firma]
OBSERVACIONES						

## ANEXO 08. Lista de materiales

<b>material</b>	<b>Descripción</b>
13030458	UÑA TDF VALTRA 87362200
13030459	UÑA EMBRAGUE VALTRA 218111
13035708	TURBO COMPRESOR V836659179
13038572	TUERCA V627640
13037734	TUERCA STABILIZADOR K (3C472-9254-0)
13038525	TUERCA M35X1,5 VLB3011
13038573	TUERCA M25X1,5 V627640
13037735	TUERCA ESTABILIZADOR K (02176-5022-0)
13037877	TUERCA DE LLANTA DEL V 81236900
13035681	TUBERIA DE BOMBA V83759171
17001847	TRAPO INDUSTRIAL
13037882	TORNILLO V 81241400
13037889	TORNILLO V 81233800
13037890	TAPON V81233900
13030755	TAPIZADO V82397300
13034291	TACOMETRO
13037722	SOPORTE ENGRANAJE K (3C001-4834-0)
13040921	SOPORTE BOMBA DE AGUA K 1C010-7306-8
13038005	SINCRONIZADOR V 34290200
13037563	SENSOR DE TEMPERATURA (V654271208)
13038000	SELLO EJE 72X95X10 V KH1400
13038661	SELLO DE EJE 72X95X10 VKH1400
13038656	SELLO DE EJE 25X47X7 VKH0159
17012281	SEGURO K (04612-0055)
13038683	RODAMIENTO 30X72X19 VLA3409
13038007	RODAJE AGUJA V LA9203
13038008	RODAJE AGUJA V LA9083
13037721	RETEN k (3C001-4825-0)
13035709	RETEN DE VALVULA V837073166
13012887	RETEN DE SIGUEÑAL V837074841
13037731	RESORTE INTERNO K (3A011-6581-0)
13038647	RESORTE D=9 V581771
13038649	RESORTE D=9 L= 30.6 V581771
13039649	RESORTE D=10 X117 V 33015700
17009496	REFRIGERANTE GULF COOLANT XLL - N 50
13038634	PROTECTOR CAUCHO V30420700
13034937	PRE FRILTRO COMBUSTIBLE VALTRA/215580
13039858	PORTADOR V 81241900
13038613	POMO V82370010
13037729	PLATO FRENO K (3C081-6513-0)
13038009	PLACA V LA9084
13038584	PLACA 19X1,75 VKG6513
13035673	PISTON V836640073
13037736	PERNO ESTABILIZADOR K (3C451-9217-3)

<b>material</b>	<b>Descripción</b>
13038648	PASADOR L=23,8MM V45357900
13038618	PASADOR V30501920
13037965	PASADOR V JE9099
13037871	PASADOR V 81263700
13037869	PASADOR V 81233600
13038547	PASADOR 5X4,5MM V30187000
13038581	PASADOR 4X20 VJE9099
13038642	PASADOR 45X30 VJE8141
13031433	PAQUETE EMBRAGUE 87337100
13038665	PALANCA V45361000
13038651	PALANCA V34784400
13038570	MANGUITO EMBRAGUE V30384510
13035682	MANGUITO ACEITE V836773149
13039644	MANGUITO 45X75X18 V 45030900
13033391	MANGUERA DE CAUCHO /836647654
13028005	LLANTA DE TRACTOR VT 380/85 R24-14.9
13028006	LLANTA DE TRACTOR VT 250/80-18 GOODYEAR
13033434	LLANTA 380/70-R24 TRACTOR
13034947	LLANTA 260/70 R16 GOOD YEAR
13035683	KIT JUNTA DE MOTOR V89659400
13038526	JUNTA VKH4711
13038567	JUNTA VKH1191
13038555	JUNTA VKH0156
13038577	JUNTA TOROIDAL VKH4933
13038566	JUNTA TOROIDAL VKH4790
13038631	JUNTA TOROIDAL VKH4790
13038611	JUNTA TOROIDAL VKH4761
13038580	JUNTA TOROIDAL VKH4091
13037719	JUNTA TOROIDAL KH 4171
13038660	JUNTA TOROIDAL 54.5X3 A70SH VKH4933
13038551	JUNTA TOROIDAL VKH4790
13037996	JUNTA TOROIDAL V KH4171
13038552	JUNTA RETEN 45X60X8 VKH0193
13038635	JUNTA KKH0143
13037717	JUNTA KH1057
13035678	JUNTA DE CULATA V837084523
13035969	INTERRUPTOR DE PRESIÓN V887283760
13035945	INDICADOR DE COMBUSTIBLE 80336610
13038645	HORQUILLA 1-2 V45357410
13035679	GUIA DE VALVULA V836673175
18000110	GASOLINA 90º
13022001	FOCO HALOGENO 12V H7
13034938	FILTRO HIDRAULICO VALTRA/20639610
13028411	FILTRO HIDRAULICO HH3A0-82630
13028412	FILTRO DE COMBUSTIBLE W9501-81020B
13027776	FILTRO DE COMBUSTIBLE PSC - 666
13036455	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO AF26655

<b>material</b>	<b>Descripción</b>
13036454	FILTRO DE AIRE PRIMARIO AF26656
13028410	FILTRO DE ACEITE MOTOR HH1CO-32430
13036456	FILTRO BOMBA ELECTRICA 4415122
13004644	FILTRO AIRE SECUND. 055124R1 MANN FILTER
13025913	FILTRO AIRE PRIM. 055124R1 MANN FILTER
13028408	FILTRO AIRE INTERNO W9503-41021
13028409	FILTRO AIRE EXTERNO P828889 M
13027505	FILTRO ACEITE MANN W1135 /3 VALTRA
13025909	FILTRO ACEITE DE CAJA 2654403 PERKINS
13025917	FILTRO ACE. MOT/TRANS.5936707-V836579590
13035945	FARO V193070
13035972	FARO V193070
13032614	FARO RECTANGULAR 78 LED 12V
13001280	FAJA V AX-50
13037868	ENGRASADOR V 81234400
13038682	ENGRANAJE Z=21 V 45135600
13038684	ENGRANAJE Z=18 V 45031200
13037888	ENGRANAJE V 81293500
13039857	ENGRANAJE V 81241800
13037979	ENGRANAJE V 81240000
13038536	ENGRANAJE PIÑON Z=19 V30310210
13038543	ENGRANAJE PIÑON Z/29/25 V30310010
13037724	ENGRANAJE K (3C001-4832-0)
13037725	ENGRANAJE INTERNO K (3C011-4831-0)
13035676	ENGRANAJE DE SIGUEÑAL V836119550
13038655	ENGRANAJE DE PIÑON Z=29 V34289800
13038663	ENGRANAJE DE PIÑON Z=26 V34290110
13037726	ENGRANAJE DE FRENO K (3C451-4846-0)
13031745	ENGANCHE RAPIDO V82722400
13040920	EMPAQUE BOMBA DE AGUA 1C010-7343-0
13013156	ELEMENTO PRE FILTRO COD 4415122
13037720	EJE K (3C451-4821-0)
13038652	EJE DE ENGRANAJEZ=22/20 V34289900
13038654	EJE DE ENGRANAJE Z=24 V34290000
13037718	EJE DE EMBRAGUE 30762240
13030855	DISCO EMBRAGUE TDF V218080 - VALTRA
13037728	DISCO DE FRENO K (3C081-6518-0)
13037727	DISCO DE FRENO K (32530-2828-0)
13039856	CUBO DE RUEDA V 81235600
13039129	CUBO D= 4,5X10X22MM V 34992410
13035672	CUBIERTAS V83129782
13038632	CUBIERTA V30374600
13038578	CUBIERTA V30341710
13038523	CUBETA V30385210
13038617	CONTRA TUERCA VJB8905
13037961	CONTRA EJE Z=15/21/24/29/34 V 34648200
13033426	CONJUNTO DE ACOUPLE KB/3A111-82010

<b>material</b>	<b>Descripción</b>
13040919	CONJUNTO BOMBA DE AGUA K 1C010-7303-2
13038554	COJINETE25X32X20 VLA9124
13030754	COJINETE VALTRA VLA1986- VALTRA
13030753	COJINETE V81781210
13037887	COJINETE V 81293400
13037876	COJINETE V 81237100
13035677	COJINETE PRINCIPAL V836655514
13035674	COJINETE O.25MM V836112762
13034875	COJINETE EMBRAGUE/81781200
13038653	COJINETE DE BOLAS 17X47X14 VLA1203
13037716	COJINETE DE AGUJAS LA 9183
13038657	COJINETE BOLAS 60X95X18 VLA1018
13037941	COJINETE AGUJA 25X32X20 V LA9124
13038507	COJINETE 50X110X27 VLA5315
13038548	COJINETE 45X75X20 VLA5958
13037940	COJINETE 45X75X20 V LA5958
13038678	COJINETE 40X90X23 VLA1213
13038524	COJINETE 35X80X21 VLA5311
13037962	COJINETE 35X72X18 V LA5011
13038538	COJINETE 35X62X18 VLA5957
13037931	COJINETE 35X62X18 V LA5957
13038681	COJINETE 30X72X19 VLA1299
13038575	COJINETE 30X62X21,25 VLA5109
13037959	COJINETE 30X62X21 V LA5109
13038565	COJINETE 30X62X16 VLA1296
13038558	COJINETE 25X62X7 VLA1207
13037991	COJINETE 17X47X14 V LA1203
13030451	CILINDRO MAESTRO VALTRA V80249700
13030453	CILINDRO DE FRENO VALTRA 34362000
13037881	CASQUILLO V81240700
13037872	CASQUILLO V 81238700
13038531	CASQUILLO MANGUITO D=41 V30383400
13038535	CASQUILLO D= V30383500
13035671	CASQUILLO ARBOL DE LEVAS V836866069
13035670	CAMISA V836673191
13038576	CALCE V30384210
13037963	CALCE 0.15MM V 32024300
13038550	CALCE 0,2MM V860330
13033880	CABLE ACELERADOR PIE 87620300
13037873	BUJE RETENEDOR v 81237000
13037874	BUJE RETENEDOR V 81235400
13037707	BOMBA DE AGUA 836764215
13035680	BOMBA DE ACEITE V836773146
13037979	BOMBA DE ACEITE V 34715120
13038597	BOMBA ACEITE V45360600
13037730	BOLA K (07715-00805)
13038650	BOLA D=20 VLB8045

<b>material</b>	<b>Descripción</b>
13038610	BOLA D=10 VLB8022
13038644	BLOQUE FRICCION V32888200
13038013	BLOQUE FRICCION V 32888200
13038646	BLOQUE FRICCION L=280X2,5 V32888200
13038666	BLOQUE DE FRICCIÓN L=280X2.5MM
13038598	ARMADURA L=52mm V30410900
13038574	ARBOL V85734100
13037883	ARBOL V 81241100
13038685	ARBOL V 5303100
13039128	ARBOL EJE L = 300,2MM V 34785720
13039647	ARBOL EJE D=17,8X11/4
13039127	ARANDELA DE SEGURIDAD V 678710
13037886	ARANDELA V81293700
13037885	ARANDELA V 81241200
13039859	ARANDELA V 81234200
13037870	ARANDELA V 48163400
13035675	ARANDELA DE EMPUJE 0.10MM V836119459
13038579	ARANDELA 8X2 VJD9103
13038633	ANILLO VKG5300
13037886	ANILLO V 81240200
13037884	ANILLO V 81234700
13038557	ANILLO SOPORTE VKG1183
13038679	ANILLO SOPORTE VKG1180
13037964	ANILLO SOPORTE V 34808200
13038528	ANILLO SINCRONIZADOR ACV0188010
13037875	ANILLO SELLO V 81235300
13038556	ANILLO RETNCION 25X1,2 VKG1211
13038529	ANILLO RETENCIÓN VKG9144
13038680	ANILLO RETENCIÓN VKG3090
13038560	ANILLO RETENCIÓN VKG1203
13038658	ANILLO RETENCIÓN 95X3 VKG3095
13038549	ANILLO INTERMEDIO D=75 V30382900
13038659	ANILLO INTERMEDIO D=72X60MM V30764410
13038662	ANILLO DE RETENCIÓN 60X2 VKG1060
13038521	ANILLO D=65 V30385300
13038006	ANILLO 45X50X35 V LA9055
13038509	ANILLO 0,30MM V87610900
13038508	ANILLO 0,10MM V87609000
13034941	ALTERNADOR
13037733	ADAPTADOR K (3C472-9252-0)
13037732	ADAPTADOR K (3C472-9250-0)
13033378	ACOPLE RAPIDO HEMBRA 81593900
17003100	ACEITE MOBIL FLUID 424
17002092	ACEITE MOBIL DELVAC MX ESP 15W40
17003099	ACEITE HD 80W90
13038599	ACCESORIO VGS9076

## ANEXO 09. Lista de Requerimientos de Componentes a usar

Tabla 23. Lista de productos requeridos para mantenimiento

Componente / Accesorio	Cantidad anual requerida	Precio Promedio en USD
ACCESORIO VGS9076	4	30.40
ACOPLE RAPIDO HEMBRA 81593900	8	240.00
ANILLO 0,10MM V87609000	1	3.30
ANILLO 0,30MM V87610900	1	3.98
ANILLO 45X50X35 V LA9055	2	61.85
ANILLO D=65 V30385300	1	46.30
ANILLO DE RETENCIÓN 60X2 VKG1060	1	1.30
ANILLO INTERMEDIO D=72X60MM V30764410	2	39.20
ANILLO INTERMEDIO D=75 V30382900	1	20.06
ANILLO RETENCIÓN 95X3 VKG3095	4	13.80
ANILLO RETENCIÓN VKG3090	2	3.11
ANILLO RETENCIÓN VKG9144	1	11.91
ANILLO RETNCION 25X1,2 VKG1211	1	0.32
ANILLO SINCRONIZADOR ACV0188010	1	213.93
ANILLO SOPORTE V 34808200	2	13.07
ANILLO SOPORTE VKG1180	2	5.08
ANILLO SOPORTE VKG1183	1	2.70
ANILLO VKG5300	1	1.10
ARANDELA 8X2 VJD9103	1	0.30
ARBOL EJE L = 300,2MM V 34785720	2	288.00
ARBOL V85734100	1	582.28
ARMADURA L=52mm V30410900	1	3.42
BLOQUE DE FRICCIÓN L=280X2.5MM	1	1.21
BLOQUE FRICCION L=280X2,5 V32888200	4	4.80
BLOQUE FRICCION V 32888200	12	5.16
BOLA D=10 VLB8022	8	31.20
BOLA D=20 VLB8045	12	40.20
BOMBA ACEITE V45360600	1	413.35
BOMBA DE ACEITE V 34715120	2	729.25
BOMBA DE AGUA 836764215	1	203.76
BOMBA DE INYECCIÓN	3	810.81
CABLE ACELERADOR PIE 87620300	5	47.47
CALCE 0,2MM V860330	2	3.96
CALCE 0.15MM V 32024300	2	12.74
CALCE V30384210	2	3.86
CILINDRO DE FRENO VALTRA 34362000	6	310.14
COJINETE 17X47X14 V LA1203	8	38.08
COJINETE 25X62X7 VLA1207	1	17.13
COJINETE 30X62X16 VLA1296	1	13.22
COJINETE 30X62X21 V LA5109	2	32.68
COJINETE 30X62X21,25 VLA5109	1	29.61
COJINETE 30X72X19 VLA1299	4	25.64

Componente / Accesorio	Cantidad anual requerida	Precio Promedio en USD
COJINETE 35X62X18 V LA5957	2	29.40
COJINETE 35X72X18 V LA5011	2	38.17
COJINETE 35X80X21 VLA5311	1	61.15
COJINETE 40X90X23 VLA1213	4	74.60
COJINETE 45X75X20 V LA5958	2	34.20
COJINETE 45X75X20 VLA5958	1	34.22
COJINETE 50X110X27 VLA5315	1	115.10
COJINETE AGUJA 25X32X20 V LA9124	2	7.78
COJINETE BOLAS 60X95X18 VLA1018	2	46.11
COJINETE DE AGUJAS LA 9183	2	32.07
COJINETE DE BOLAS 17X47X14 VLA1203	2	18.26
COJINETE EMBRAGUE/81781200	6	60.85
COJINETE VALTRA VLA1986- VALTRA	8	141.44
COJINETE25X32X20 VLA9124	1	7.36
CONTRA TUERCA VJB8905	12	2.64
CUBETA V30385210	1	2.28
CUBIERTA V30341710	1	15.30
CUBIERTA V30374600	1	49.17
DISCO EMBRAGUE TDF V218080 - VALTRA	3	138.68
EJE DE ENGRANAJE Z=24 V34290000	1	306.40
EJE DE ENGRANAJEZ=22/20 V34289900	1	219.20
ENGANCHE RAPIDO V82722400	12	393.28
ENGRANAJE DE PIÑON Z=26 V34290110	2	212.43
ENGRANAJE DE PIÑON Z=29 V34289800	1	433.22
ENGRANAJE PIÑON Z/29/25 V30310010	1	308.20
FAJA V AX-50	9	6.12
FARO RECTANGULAR 78 LED 12V	18	136.22
FARO V193070	9	95.34
FOCO HALOGENO 12V H7	18	27.49
HORQUILLA 1-2 V45357410	4	512.72
INDICADOR DE COMBUSTIBLE 80336610	3	55.83
JUNTA KH1057	2	9.04
JUNTA KKH0143	3	9.00
JUNTA RETEN 45X60X8 VKH0193	2	13.86
JUNTA TORAIDAL V KH4171	2	0.44
JUNTA TOROIDAL VKH4790	2	2.12
JUNTA TOROIDAL 54.5X3 A70SH VKH4933	2	0.75
JUNTA TOROIDAL KH 4171	2	0.44
JUNTA TOROIDAL VKH4761	1	1.36
JUNTA TOROIDAL VKH4790	2	1.15
JUNTA TOROIDAL VKH4933	1	0.75
JUNTA VKH0156	1	2.88
JUNTA VKH1191	1	6.80
JUNTA VKH4711	1	1.70
LLANTA DE TRACTOR VT 250/80-18		
GOODYEAR	2	167.54



<b>Componente / Accesorio</b>	<b>Cantidad anual requerida</b>	<b>Precio Promedio en USD</b>
LLANTA DE TRACTOR VT 380/85 R24-14.9	2	536.40
MANGUERA DE CAUCHO /836647654	3	75.28
PALANCA V34784400	1	80.11
PALANCA V45361000	1	80.92
PAQUETE EMBRAGUE 87337100	1	584.33
PASADOR 4X20 VJE9099	2	0.14
PASADOR 5X4,5MM V30187000	2	4.30
PASADOR V JE9099	2	0.08
PASADOR V30501920	12	186.36
PASADOR L=23,8MM V45357900	4	16.32
PLACA 19X1,75 VKG6513	2	1.14
PLACA V LA9084	2	4.63
POMO V82370010	2	20.36
PROTECTOR CAUCHO V30420700	1	20.36
RESORTE D=9 V581771	10	3.40
RODAJE AGUJA V LA9083	2	6.02
RODAJE AGUJA V LA9203	2	62.18
RODAMIENTO 30X72X19 VLA3409	4	53.48
SELLO DE EJE 25X47X7 VKH0159	8	64.16
SELLO DE EJE 72X95X10 VKH1400	4	81.44
SELLO EJE 72X95X10 V KH1400	4	49.90
SENSOR DE TEMPERATURA (V654271208)	3	138.11
SINCRONIZADOR V 34290200	2	1,055.10
SOLENOIDE BOMBA VALTRA/89722900	3	205.34
TAPIZADO V82397300	6	65.10
TERMOSTATO	3	21.62
TUERCA M25X1,5 V627640	1	13.79
TUERCA M35X1,5 VLB3011	2	18.06
UÑA TDF VALTRA 87362200	6	200.00
VENTILADOR V 87359600	1	94.59





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, QUISPE RIVERA TEOTISTA ADELINA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE TRACTORES EN LA EMPRESA AGROBERRIES PERÚ S.A.C., VIRÚ 2022.", cuyos autores son CONTRERAS MORALES PATRICK STIVEN, CHÁVEZ ARÉVALO FIORELLA SCARLE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 25 de Enero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
QUISPE RIVERA TEOTISTA ADELINA <b>DNI:</b> 02773303 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3371-1488	Firmado electrónicamente por: TAQUISPE el 25-01- 2023 14:35:57

Código documento Trilce: TRI - 0528009