



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Plan de Mejora en la Gestión de Mantenimiento para  
Incrementar la Disponibilidad de Maquinaria de una Empresa  
Agrícola.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Morillo Avalos, Jossef Joel (orcid.org/0000-0002-1612-1099)

Saucedo Colunche, Ronald (orcid.org/0000-0002-5220-9717)

**ASESORES:**

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

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, dedicamos este trabajo a Dios por ser nuestro guía en la vida espiritual que nos conduce por el camino del bien y el éxito, por brindarnos salud para poder luchar cada día más y lograr nuestras metas propuestas en nuestras vidas.

A la Universidad Cesar Vallejo en cuyas aulas logramos la formación profesional y humana con éxito.

A la Facultad de Ingeniería con todo su equipo de docentes por la calidad educativa y profesional brindándonos un excelente aprendizaje.

A nuestras familias por siempre brindarnos el total apoyo y respaldo para poder lograr nuestro objetivo. Por eso dedicamos este trabajo con todo el cariño y amor que tenemos hacia ellos, en agradecimiento por los sacrificios que todos juntos hemos tenido que pasar para poder lograrlo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitir avanzar nuestros estudios a pesar por los momentos difíciles que para algunos nos tocó vivir en estos años de estudios, por cada momento que estuvo ahí para guiarnos en el camino correcto y lograr alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres por el esfuerzo que hacen a diario por animarnos moralmente a seguir adelante y no dejar a mitad de la carrera.

A nuestros amigos y todas aquellas personas especiales, que en algún momento nos aconsejaron, estuvieron a nuestro lado en los días buenos y malos dándonos fuerzas y alegrías necesarias para seguir adelante.

## Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra y muestreo .....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos .....	14
3.7. Aspectos éticos .....	15
IV. RESULTADOS:.....	16
V. DISCUSIÓN:.....	27
VI. CONCLUSIONES:.....	33
VII. RECOMENDACIONES: .....	34
REFERENCIAS: .....	35
ANEXOS.....	42

## Índice de tablas

Tabla 1: Esquema del diseño:.....	10
Tabla 2: Resumen de la Maquinaria evaluada. ....	12
Tabla 3: Técnicas e instrumentos de investigación. ....	13
Tabla 4: Disponibilidad promedio de segundo trimestre del año 2022.....	17
Tabla 5: Cuadernos de registro de actividades y mantenimientos anteriores. ....	19
Tabla 6: Disponibilidad de mes de octubre 2022.....	23
Tabla 7: ANOVA para disponibilidad por periodo. ....	25

## Índice de figuras

Figura 1: Curva de la bañera. (Fuente: Ebeling, 1997).....	7
Figura 2: Gráfico de costo de Mantenimiento. ....	9
Figura 3: Gráfico de disponibilidad inicial de maquinaria agrícola. ....	17
Figura 4: Imagen de cuadernos de registros de mantenimientos preventivos. ....	19
Figura 5: Gráfico de ejecución de mantenimientos preventivos semanal. ....	20
Figura 6: Diseño de libro de mantenimientos preventivos del plan estratégico implementado. ....	21
Figura 7: Gráfico de disponibilidad después de la propuesta de plan de mejora. .	24
Figura 8: Gráfico de comparativo de disponibilidad antes y después del plan de propuesta. ....	24
Figura 9: Grafico de periodo antes y después de disponibilidad. ....	26

## RESUMEN

El objeto de estudio de la presente investigación fue elaborar un plan de mejora de la gestión de mantenimiento para incrementar disponibilidad de maquinaria en una empresa agrícola, el diseño se desarrolló de manera aplicada con el objetivo de lograr identificar el promedio de la baja disponibilidad, el cual determinó los vínculos que no se cumple en el programa de mantenimiento preventivo, la mala gestión por falta de procedimientos, registros, inspecciones, entre otros y es que para ello se propuso mejorar la gestión con la reducción de mantenimientos correctivos, que la propuesta solucione a los problemas de la mala gestión del área mediante planificación y control de indicadores para incrementar la capacidad y disponibilidad de maquinaria agrícola para lograr mayor número de horas operativas que se ajuste con los intereses de la empresa, con la propuesta de plan de mantenimiento preventivo se logró la reducción de tiempos de mantenimientos correctivos, es decir, se había registrado un 72% de disponibilidad, se proyecta incrementar a un 85%, finalmente se concluyó con la propuesta que se puede solucionar los problemas que afectaban el proceso de la gestión de mantenimiento, mediante la programación y el control, se pudo demostrar una capacidad de incremento de disponibilidad a un 81% en los tractores agrícolas, logrando una desviación de un 9% como mejora, facilitando más tiempo en horas para las operaciones de la empresa agrícola.

**Palabras Claves:** Disponibilidad, Gestión de mantenimiento, programación, control.

## ABSTRACT

The object of study of the present investigation was to elaborate a maintenance management improvement plan to increase the availability of machinery in an agricultural company, the design will be developed in an applied way with the objective of identifying the average of low availability, the which are the links that are not met in the preventive maintenance program, poor management due to lack of procedures, records, inspection, among others, and that is why management will be improved with the reduction of corrective maintenance, that the proposal solves for the problems of mismanagement of the area through planning and control of indicators to increase the capacity and availability of agricultural machinery to achieve a greater number of operating hours that is in line with the interests of the company, with the proposal of a preventive maintenance plan to change the reduction of corrective maintenance times, that is, 72% of availability, it was projected to increase to 85%, finally it was concluded with the proposal that the problems that affect the maintenance management process can be solved, through programming and control, it was possible to demonstrate a capacity to increase availability at a 81% in agricultural tractors, achieving a deviation of 9% as an improvement, facilitating more time in hours for the operations of the agricultural company.

**Keywords:** Availability, maintenance management, programming, control.



## I. INTRODUCCIÓN

El origen de la gestión de mantenimiento, inicia desde el siglo XVIII e inicios del siglo XIX. A lo largo de estos años y a medida que los sistemas de producción fueron pasando tanto de los trabajadores a las maquinas, los responsables han centrado cada vez más en los asuntos relacionados al mantenimiento. La automatización y la mecanización han aumentado la trascendencia de la gestión de mantenimiento según el autor Rasay y zaremehrjerdi, (2018).

La investigación contiene información de la revisión sistemática del mantenimiento en las diversas empresas, estos trabajos se realizaron para conservar los activos físicos, y así la planificación de como resultado la eficiencia de los equipos, el óptimo rendimiento de la línea de producción, asimismo constatar la vida útil de los equipos o maquinaria (selcuk, 2016).

El método del mantenimiento procederá a reparar los desperfectos más críticos de los equipos graves, para esto se evaluó las fallas, determinando los equipos predictivos y la frecuencia de reconocimiento a realizar para cada equipo en falla y además a esto un programa de instrucción, con el cual el personal podrá efectuar las labores de mantenimiento planteados (al, 2021).

A lo largo de nuestro desarrollo como nuestra sociedad, el sector económico y laboral es crucial, del mismo modo las principales actividades son las industriales y comerciales. Desde los inicios, el principal sector empresarial que se ha desarrollado es el agroindustrial y manufacturero, sectores donde el trabajo no puede parar o detenerse, pues impacta económicamente de manera considerable, diferentes estudios han evidenciado que en este campo, el que una máquina que se detenga por problemas técnicos acarrea grandes pérdidas monetarias en las empresas, es por ello que surge la importancia del mantenimiento y control de los equipos, tenemos mantenimientos preventivos, predictivos, con cuyo desarrollo se evita en gran medida, tener que recurrir a los mantenimientos correctivos, donde muchas veces la solución de los mismos, no tiene un buen plazo de cierre de ejecución, generando incertidumbre, detenimiento de la producción, incumplimientos de entregas y contratos, pérdidas económicas, multas por incumplimiento, etc.

En el Perú, en los últimos años, se está logrando brindar más importancia al control y gestión de mantenimiento de equipos, en otros países eso ya se observado hace muchos años, inclusive la literatura comercial e industrial, nos dice que hoy por hoy, las empresas buscan maquinarias, con piezas y sistemas más fáciles de desarmar para brindar el adecuado mantenimiento oportuno, del mismo modo se promueven las visitas de los especialistas, empleados de la mismas empresas, fabricantes de las maquinarias, para que realicen los mantenimientos preventivos de las mismas, inclusive dentro de toda empresa existe una área de mantenimiento, que planea y ejecuta un programa anual para el mantenimiento predictivo de sus maquinarias.

Otra gran tendencia, son la asistencia remota, cursos a los empleados y video tutoriales, donde los mismos fabricantes realizan la guía y soporte a las empresas, para poder revisar, controlar y resolver todo lo concerniente al trabajo de las maquinarias. Además, que esta implementación nos ayuda a cumplir con la Ley 29783, que fomenta la seguridad y salud en el trabajo en nuestro país, pues operar con maquinaria segura, reduce significativamente el número de accidentes laborales y por ende permite cuidar a nuestros colaboradores y trabajar con más tranquilidad y seguridad.

Es por ello que no podemos quedarnos atrás; y es importantísimo seguir innovando, mejorando y desarrollando buenas prácticas en nuestro país, que nos ayude a fortalecer y modernizar el control y mantenimiento en las industrias.

La gestión de mantenimiento da a conocer la necesidad con mínimas pérdidas para evitar costos altos en una atención de mantenimientos correctivos, solución de problemas anticipados, capacidad de predecir las averías, dar solución a un mantenimiento de falla o problemas antes que ocurra, lo que permite al vehículo o equipo alargar su vida útil y aumentar disponibilidad en las operaciones (Sala et al., 2022). Los trabajos elaborados en este tipo de mantenimiento nos hacen mantener el valor del equipo, su importancia de mantener una buena planificación en los mantenimientos nos facilita el correcto funcionamiento de los equipos en la operación (Yao et al., 2021)

El planteamiento del problema de estudio se resume en el siguiente cuestionamiento, ¿la propuesta de gestión de mantenimiento, elevara la

disponibilidad de maquinaria de la empresa? Teniendo como objetivo general, precisar el efecto de la gestión de mantenimiento sobre la disponibilidad y como objetivos específicos, identificar la disponibilidad de maquinaria inicial, determinar el diagnóstico de la gestión de mantenimiento inicial, proponer un proyecto de mejora de la gestión de mantenimiento, determinar el acervo de maquinaria posterior a la implementación a las mejoras.

Generalmente por la edad de los equipos o el tiempo de servicio, el componente se destituye según el estado y tiempo de vida en el trabajo (Díaz, Concepción et al., 2019), la gestión de mantenimiento hace referencia a este tipo de acciones para obtener resultados a tiempo y brindar una mayor confiabilidad y expandir su vida útil, medido por indicadores (Díaz, Concepción et al., 2019).

Paredes (2019), nos indica que la dimensión de control y planificación “consta de instrucciones, elaboración de los planes detallados de manera semanal, mensual, trimestral y anual; esto implica acciones necesarias” en esta etapa se debe establecer objetivos y metas con respecto a las actividades a desarrollar, cantidad de personas dispuestos a desarrollar interrogantes: en el cual se debe analizar la disponibilidad de los equipos, enfocar la sucesión de prioridades para dirigir las nuevas acciones de mantenimientos, cumpliendo las órdenes de trabajo, registro de averías y causantes en el equipo. La magnitud del programa del mantenimiento se desarrolla en 4 fases: (no disponibilidad de equipos, desarrollo y cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, cantidad de mantenimientos correctivos ejecutados y de trabajos elaborados después de realizar el programa de mantenimiento preventivo).

Finalmente se trabaja la información obtenida en la metodología de implementación de este tipo de mantenimiento en las organizaciones, así como la ejecución en las mismas, para que se obtenga el resultado que al final de todo se permita asegurar de manera correcta el funcionamiento en los equipos y maquinaria, así como en los recursos tanto físicos como humanos capaces de realizar el análisis y el diagnóstico de esta manera asegurar la mejora de la gestión de mantenimiento basado en el monitoreo, con la finalidad de mostrar disponibilidad de maquinaria en las operaciones.

Después de la investigación de la información, se determinó el principal objetivo que fue identificar el efecto de la gestión de mantenimiento sobre la disponibilidad y como objetivos específicos, 1 Se determinó la disponibilidad de maquinaria inicial, 2 Se determinó el diagnóstico de la gestión de mantenimiento inicial, 3 Se propuso un plan de mejora de la gestión de mantenimiento, 4 Se determinó la disponibilidad de maquinaria posterior a la implementación de mejora.

En nuestra investigación encontramos una realidad con bastantes oportunidades de mejoras, como el registro de mantenimientos preventivos que se realiza en cuadernos y posteriormente se digita para ser archivado el cual no se tiene un control para sus próximos mantenimientos de la maquinaria, tampoco existía reportes de diferentes tipos de mantenimientos, no se encontró registro de control de indicadores.

Finalmente se trabajó la información obtenida en la metodología de implementación de este tipo de mantenimiento en las organizaciones, así como la ejecución en las mismas, obteniendo el resultado que al final de todo se permita asegurar de manera correcta el funcionamiento en los equipos y maquinaria, así como en los recursos tanto físicos como humanos capaces de realizar el análisis y el diagnóstico de esta manera se aseguró el progreso de la gestión de mantenimiento basado en el monitoreo, con la finalidad de mostrar disponibilidad de maquinaria en las operaciones.

## II. MARCO TEÓRICO

La determinación de la gestión del mantenimiento es trascendental para asegurar el funcionamiento adecuado y eficiente de los equipos o máquinas. Para comprobar la tesis se indagó una formación relacionada con el tema.

El autor (Elizondo, 2016) realizó una propuesta de planificación de mantenimiento preventivo en la gestión dirigida a las máquinas más defectuosas de la compañía en su totalidad, grandes fallas y el empleo de un método de análisis de tareas, para un plan de mantenimiento preventivo con menos de 250 horas de falla. Concluyó implantando los indicadores para la medición del rendimiento de la propuesta y su mejora continua.

Vemos que todas las industrias internacionales han alcanzado un buen éxito en su ámbito, precisamente a una planificación que les brinda un excelente resultado garantizado en el mercado. Lo entendemos como la ejecución de buenas estrategias de planificación para solucionar fallas futuras en los equipos, no solo en el área de administración si no también en la maquinaria rodante que es de tal importancia para la compañía, determinando al equipo, el cual alcanza obtener y realizar el trabajo que se brinda si se conserva en óptimas condiciones o disponibles, obteniendo su funcionamiento y disminuir los tiempos muertos de los equipos en las empresas, conseguimos mencionar a diferentes compañías extranjeras como U.S.Steel, Bethlehem, etc. Estas empresas alcanzaron el logro por el plan de mantenimiento preventivo de sus maquinarias muy aceptado.

Por otro lado, la literatura de nuestro país nos señala que determinadas empresas en la actualidad como; CORP. ACEROS AREQUIPA o SiderPerú (Debe ser analizada) están en pleno desarrollo, pues a pesar de ser las más importantes del país, carecen de un consistente plan de mantenimiento que les permita reducir al máximo averías y fallos en las maquinarias que usan para el desarrollo del servicio que ofrecen día a día. Se puede decir que en todas las empresas que tienen maquinaria pesada o agrícolas o una flotilla de maquinaria pesada o agrícola, en algún momento han tenido la necesidad de ser reparada por la presencia de un fallo o avería que se conoce como correctivo de emergencia ya que al no ser atendido el equipo queda inoperativo.

(Martínez, 2015) en su investigación se planteó emprender un mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola en dicha empresa, que ofrece servicios a terceros a las compañías. Para conseguir resultados, los autores, implementaron diseños de formato de un listado de inspección o monitoreo de la condición del equipo en los diferentes mantenimientos, listado de inspecciones, que sirven para el recojo de indicadores, permitiendo medir diferentes datos de MTBF, MTTR y el tiempo de las máquinas agrícolas como no disponibles durante cada mes. El resultado que obtuvieron en el logro como mejora con el 9% la disposición en las maquinarias con la aplicación de la planificación del mantenimiento tras el periodo de tres meses confirmando que si fue efectiva la planificación planteada.

De una manera, (Chávez, 2021) propuso una planificación del mantenimiento preventivo de una empresa, realizando un monitoreo crítico de todas las maquinarias de la empresa, tomando una máquina de triturar mandíbulas, un cono y una pantalla fallando, se desarrolló un plan de acción, formación y de mantenimientos preventivos. Se tenía como objetivo era minimizar los tiempos de indisponibilidad por inspección de 203 horas, con el funcionamiento promediado de 59 horas hasta la falla, con 9 horas como equipo inoperativo y 87% disponible.

En su investigación el autor (Mosquera, 2021) realizó una planificación de mantenimiento preventivo a una maquinaria pesada así incrementar el tiempo de la máquina. Realizó una inspección crítica de los sistemas mecánicos de la maquinaria pesada 962H anteriormente, utilizando dos métodos, un diagrama de Ishikawa y el método FMEA, llegando a clasificar las piezas de los sistemas más críticas, posterior a ello se observó mediante el tiempo de 6 meses, llegando como objetivo a una mejor disponibilidad del equipo con el 13%, reduciendo con el 77% de consumo en componentes críticos.

Mantenimiento Preventivo, este se da antes que se reporte una falla. Está planificado y se realiza regularmente a intervalos de tiempos determinados o en función de criterios. También abarca aquellos arreglos menores, cambio de partes hechas después de una parada programada y reparaciones más simples como limpieza, lubricación, ajustes, calibraciones, etc. Precisa un elevado boceto, que se basa en la curva de la bañera, donde realizamos comparaciones entre los

números de fallas de la maquinaria en tiempos, donde identificamos 3 diferentes fases.

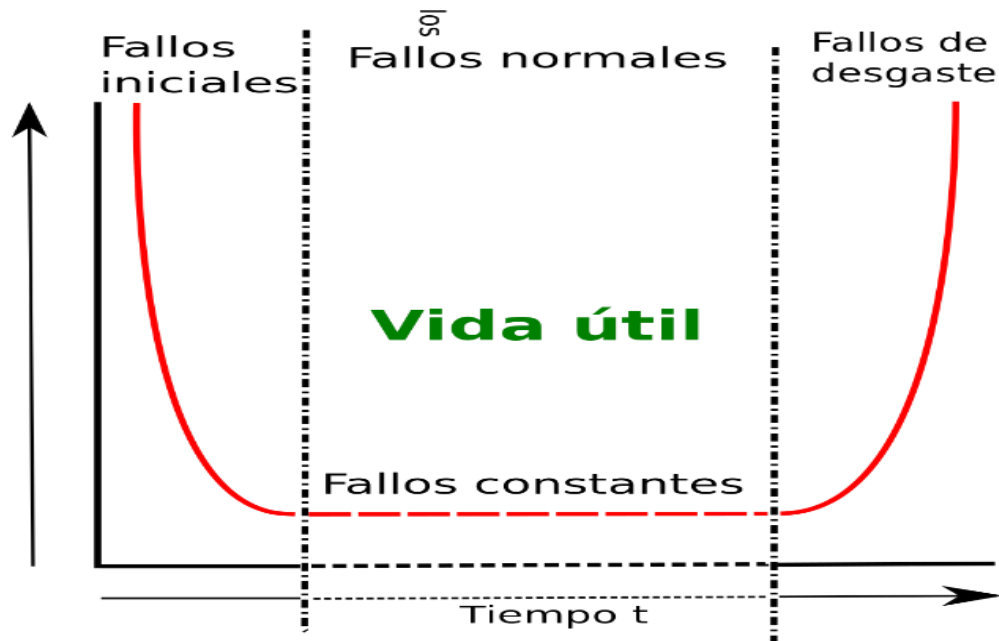


Figura 1: Curva de la bañera. (Fuente: Ebeling, 1997)

Mantenimiento Correctivo, se produce después de una falla o parada de un equipo o máquina, algunos autores también lo conocen como mantenimiento reactivo. Se realiza normalmente cuando se ha producido una avería o parada forzada o la incapacidad productiva del equipo, para ello se debe realizar una reparación o cambio de partes o piezas. Debemos evitar este tipo de mantenimiento porque produce pérdidas.

Mantenimiento predictivo, es un método donde actúa la maquinaria. El autor (Gonzales, 2018) indica que es la herramienta que se utiliza en la medición de un componente para detectar cuando se aplicaría un mantenimiento, aun sea una reparación, cambio de partes o piezas, logrando como objetivo una vida útil más larga para el equipo y una mejor disponibilidad para la empresa.

Los datos de gestión son variables numéricas que nos dan información sobre una causa crítica que se halló en diferentes procedimientos de producción y mantenimiento, logrando una alternativa de mejorar los procesos de una empresa aplicando una metodología y herramientas específicas. (Garrido, 2017).

La variable dependiente disponibilidad según el autor (Roncal, 2017) “detallan en su investigación y la tentativa de que la unidad trabaje favorablemente en el momento en que sea necesario después del inicio de su ejercicio, utilizándose en un escenario estable.

$$\text{Disponibilidad}(\%) = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100\% \quad (1)$$

MTBF : Tiempo promedio entre fallas

MTTR : Tiempo promedio para reparación

El indicador MTBF; el autor Pompa 2018; especificó que es el intervalo de tiempo más posible entre el inicio de trabajo de la maquina y la visión de un fallo; es el tiempo estándar acontecido hasta la llegada de un fallo; (basado en García, 2012), “se realiza calculando la división del conteo de horas de operación en dicho tiempo dividido entre el número de paradas por motivos de mantenimiento correctivos que presento el equipo”, MTBF es aumentar la disponibilidad y confiabilidad de las unidades, el mismo que se representa a través de la fórmula:

$$MTBF = \frac{\text{Horas operativas}-\text{Tiempo de avería}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas correctivas}} \times 100\% \quad (2)$$

MTBF (Tiempo promedio entre fallas).

El indicador MTTR es el tiempo promedio que se demora en reparar el equipo cada vez que es intervenido”, de lo cual se puede analizar un equipo o equipos parecidos, incrementar el tiempo promedio para reparación mejora la disponibilidad de los equipos y se expresa en la siguiente fórmula.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{\text{N}^\circ \text{ de reparaciones correctivas}} \times 100\% \quad (3)$$

MTTR (Tiempo promedio para reparación).

Beneficios que recibimos extensión de la vida útil del equipo.

Ahorra costos del mantenimiento correctivo.

Permite un mejor control y planeación del equipo o maquinaria.

Reduce los tiempos de espera.

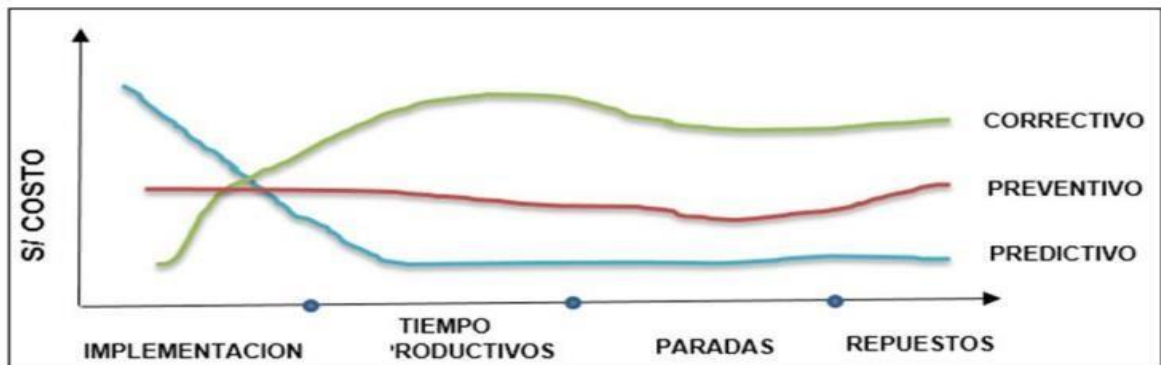
Más seguridad en las instalaciones.



El Costo de Mantenimiento; es la mano de obra (directo), repuesto y materiales (directo), herramientas (directo), administración (indirecto), tiempo muerto de producción (producto perdido y horas extras de reparación).

Los costos de mantenimiento, desde una perspectiva administrativa, es considerado el factor más importante, de una entidad, los ingenieros tienen como objetivo de profundizar y analizar los costos de mantenimiento, controlando y manipulando para prevenir un aumento en los fallos.

Figura 2: Gráfico de costo de Mantenimiento.



Fuente. (Parra 2012)

Disponibilidad, es la medición de la productividad a base de las funciones específicas que se dan en un tiempo establecido, con los criterios de confiabilidad, mantenibilidad y soporte para el mantenimiento de los equipos o máquinas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

El proyecto de estudio fue de tipo: Aplicada.

De acuerdo a Lozada (2014) la investigación de tipo aplicada trata de encontrar la generación de diversos conocimientos por medio de una aplicación de forma directa a problemas que se susciten en la sociedad o sectores de producción, concentrándose en el descubrimiento tecnológico de un tipo de investigación básica, ejecutando el proceso entre la teoría y la producción.

##### Diseño de investigación:

La siguiente investigación tuvo un diseño pre-experimental, debido a que adaptó la variable independiente, la información fue recolectada de la misma realidad considerando la problemática que existió respecto a la disponibilidad de maquinaria, información de los meses del año 2022, permitió conocer la influencia que existe entre la gestión de mantenimiento y la disponibilidad de a maquinaria, se encauzó en un pre experimental ya que se eligió el área dentro de la empresa, del cual la muestra estuvo enfocada en las máquinas.

Dentro del diseño experimental hallamos el pre experimental en el cual Hernández, Fernández y Baptista (2014) nos precisa que se enfoca en un grupo, con una medición de una o más variables para verificar cual es el nivel del grupo en esta acción, aquí no hay conocimiento previo del nivel de la variable independiente.

Tabla 1: Esquema del diseño:

G: O1 ---- E ----O2
G : Maquinaria Agrícola
O1 : Disponibilidad antes de la propuesta
E : Propuesta de gestión de mantenimiento
O2 : Disponibilidad después de la propuesta

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### 3.2.1. Variables Independientes:

- Gestión de mantenimiento.

#### 3.2.2. Variables dependientes:

- Disponibilidad.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

3.3.1. Población: La población considerada para nuestra investigación, fue compuesta por toda la maquinaria agrícola de la empresa.

3.3.2. Muestra: La muestra de estudio se constituyó por tractores agrícolas más críticos en la operación de la empresa, que sumaban 24 unidades, teniendo un muestreo del tipo no probabilístico por conveniencia. Se tomó la información de la muestra en los meses de mayo-Julio (8 semanas).

3.3.3. El Muestreo: La maquinaria agrícola que se maniobraron en el proceso de evaluación crediticia se evaluó en periodos durante Mayo a julio y estos dos meses se incorporaron al estudio, el muestreo fue por conveniencia; se consideró como criterios de inclusión: solo tractores agrícolas de labores de aplicación de la empresa, criterios de exclusión: las demás tractores de la flota de maquinaria porque en algunos casos solo trabajaron por horas ya que hacen otros tipos de trabajos no directo en las labores agrícolas.

Los datos de tractores que se consideraron para la investigación, en estos equipos se lograron obtener los registros de mantenimiento tanto como correctivos y preventivos.

**Unidad de análisis:** A continuación, se detalla las maquinas que fueron evaluados y formaron parte de la investigación.

Tabla 2: Resumen de la Maquinaria evaluada.

Nº EQUIPO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MODELO
1	M040	Tractor de Rueda	Landini
2	M054	Tractor de Rueda	Landini
3	M063	Tractor de Rueda	Landini
4	M070	Tractor de Rueda	Landini
5	M071	Tractor de Rueda	Landini
6	M072	Tractor de Rueda	Landini
7	M075	Tractor de Rueda	Landini
8	M079	Tractor de Rueda	Landini
9	M082	Tractor de Rueda	Landini
10	M083	Tractor de Rueda	Landini
11	M084	Tractor de Rueda	Landini
12	M087	Tractor de Rueda	Landini
13	M088	Tractor de Rueda	Landini
14	M089	Tractor de Rueda	Landini
15	M106	Tractor de Rueda	Landini
16	M110	Tractor de Rueda	Landini
17	M224	Tractor de Rueda	Landini
18	M229	Tractor de Rueda	Landini
19	M230	Tractor de Rueda	Landini
20	M231	Tractor de Rueda	Landini
21	M232	Tractor de Rueda	Landini
22	M233	Tractor de Rueda	Landini
23	M234	Tractor de Rueda	Landini
24	M235	Tractor de Rueda	Landini

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los autores Aguilera, Baños y Ramírez (2015), los autores precisan la técnica como:

” Una entrevista en forma de interrelación social que permite recolectar información de antecedentes para la investigación a las personas capaces de contribuir con materia de interés”.

Tabla 3: Técnicas e instrumentos de investigación.

Agentes de la Muestra / Objetivos	Técnicas	Instrumentos
24 unidades de tractores	Análisis documental	Registros de archivos, datos documentales
Situación actualizada de la disponibilidad de los vehículos de tractores de labor aplicación	Análisis documental	Detalle de incidencias, ficha de registros de mantenimiento
Conclusión de la gestión de mantenimiento actual	Análisis documental	Registros de archivos datos documentales, ficha de registros de mantenimiento.
Sugerir una planificación de gestión de mantenimiento a la actual.	Observaciones y análisis documental	Datos documentales de gestión de mantenimiento, formato de orden de mantenimiento.
Determinar la disponibilidad de la flota de tractores después de la propuesta de gestión de mantenimiento.	Análisis documental	Detalle de incidencias, ficha de registro de mantenimientos.

Fuente: Elaboración propia.

El autor Torne (2013), define que la confiabilidad es un área estadística que se encarga de revisar fallas que se muestran a lo largo del tiempo en diferentes componentes del equipo para analizar la operatividad, más adelante el autor Álzate et al (2018), la validación llega a definir como una estrategia de medición al proyecto porque deja evidenciado la complementariedad de las líneas socioemocional e instrumento.

### 3.5. Procedimientos

Al tener como prioridad la obtención de lo planeado para el siguiente proyecto, hicimos uso de los instrumentos para el procedimiento.

Para conocer la situación actual de la disponibilidad de la maquinaria agrícola se hizo uso de la técnica de análisis de documentación utilizando la ficha de registros de ordenes de mantenimientos el cual nos indicó la disponibilidad a través del mtbf y mttr de los datos recolectados (Ver anexo 2). Donde se determinó el porcentaje de la disponibilidad que se encuentra la maquinaria y por eso es que se recurrió a la ficha de registro de datos donde se cogió el número de horas operativas, número de reparaciones correctivas y tiempos totales de reparaciones correctivas para

encontrar el tiempo medio entre fallas y tiempo medio que dura en reparar, estos datos se registraron en Excel mediante la técnica de análisis documental.

Para la evaluación y estudio de la problemática de la gestión de mantenimiento actual se aplicó una técnica de análisis de documentación utilizando como instrumento la ficha de registros de ordenes de mantenimiento donde se consideraron los números de horas operativas, números de reparaciones correctivas y tiempo totales de reparaciones correctivas para identificar el tiempo medio entre fallas y el tiempo promedio para reparar, estos datos se ingresaron en el Excel en archivos documentados.

Para la implementación de un plan como mejora en la gestión de mantenimiento respecto al plan de mantenimiento actual, se aplicó la técnica de observación y formularios para la recolección de datos en tiempo real de manera virtual programado Microsoft Excel y como documento se usó el formato de inspección y check list (Ver anexo 3).

Para determinar el acervo de la maquinaria agrícola, luego de haber implementado las mejoras, se empleó el análisis documental, el cual se utilizó a través de la ficha de mantenimientos, el mismo que dio lectura de indicadores y como resultado la disponibilidad después de aplicar la propuesta.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se realizó un análisis de la condición de los equipos críticos, que fueron los tractores agrícolas de aplicación, con lo cual se determinó su confiabilidad y mantenibilidad para establecer su acervo, recolectando datos y llevando un registro del historial para cada equipo.

En el análisis cuantitativo, se aplicó la ingeniería básica:

- Análisis de ingeniería para la disponibilidad de los equipos.
- Cálculo de disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad.
- Análisis de datos utilizando estadística inferencial aplicando una prueba de test para realizar un análisis de comparación de metodologías entre el pre test y post tes de los valores de la variable dependiente.

Esto permitió la elección de las metodologías adecuadas para lograr la

disponibilidad de los equipos y al mismo tiempo se redujeron los costos perdidos debido a la indisponibilidad.

### **3.7. Aspectos éticos**

La información presentada en este estudio es de los autores contemplo los buenos principios y conductas aceptables, basada en la investigación y aplicación de los conceptos de gestión de mantenimiento, utilizando las normas ISO 690 para las citas, considerando el autor y el año de la investigación, tanto como realidad problemática, antecedentes y marco teórico, se respetó la normativa vigente como guía de la universidad cesar vallejo, por ultimo datos y procedimientos de la empresa con total confidencialidad.

#### IV. RESULTADOS:

El estudio se realizó en una empresa agrícola que está asociado por una familia que son los inversionistas principales, está ubicada en el sector agrícola, sus cultivos más importantes son el cultivo de caña de azúcar y la uva de mesa, además cuenta con 37 módulos de palto, la caña de azúcar se procesa en diferentes ingenios de la zona obteniendo azúcar doméstica, la uva es procesada en un paking de la empresa para luego ser distribuidos en los distintos mercados del interior y exterior del país. Se proyecta en los próximos meses del año una nueva etapa de siembra de uva.

La producción de la uva es continua, cabe resaltar que s un sistema que esta relacionados entre sí, si alguno de ellos no cumple sus funciones, afecta a los demás en el sistema de producción, nuestro proyecto lo desarrollamos en el área de distribución con el mantenimiento de la maquinaria agrícola por ser uno de los más críticos en resultados en sus equipos propios con una baja disponibilidad para las operaciones.

para los resultados de la investigación se tuvo en cuenta las causas evaluadas el cual se toma de referencia las más críticas que afecta a la disponibilidad de la maquinaria agrícola que se encuentra detallado en los anexos 11 y 12.

Se determino el cálculo de la disponibilidad que es el problema actual de los tractores agrícolas de la empresa agrícola, en el trimestre evaluado, en los meses mayo, junio y julio del año 2022, se concurrió a documentos de registros de mantenimientos preventivos y correctivos el cual se digito la información y se analizó los datos y cálculos obtenidos, se utilizó el Microsoft de Excel y se procesaron datos requeridos, para ello se utilizó la siguiente formula:

$$Disponibilidad(\%) = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100\% \quad (4)$$

**Objetivo específico 1:** Determinar la disponibilidad de la maquinaria inicial.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla.



Tabla 4: Disponibilidad promedio de segundo trimestre del año 2022.

Ítem	Código	Descripción equipo	Modelo	Mtbf	Mttr	Disponibilidad
1	M040	Tractor de rueda	Landini	22,36	8,82	71%
2	M054	Tractor de rueda	Landini	17,16	8,57	67%
3	M063	Tractor de rueda	Landini	23,45	7,38	76%
4	M070	Tractor de rueda	Landini	19,99	9,51	68%
5	M071	Tractor de rueda	Landini	19,53	8,20	70%
6	M072	Tractor de rueda	Landini	30,01	8,12	79%
7	M075	Tractor de rueda	Landini	18,70	7,88	70%
8	M079	Tractor de rueda	Landini	22,37	8,65	72%
9	M082	Tractor de rueda	Landini	25,98	8,34	75%
10	M083	Tractor de rueda	Landini	31,37	10,14	75%
11	M084	Tractor de rueda	Landini	21,18	6,97	75%
12	M087	Tractor de rueda	Landini	19,39	6,97	74%
13	M088	Tractor de rueda	Landini	20,68	7,97	72%
14	M089	Tractor de rueda	Landini	22,66	8,22	73%
15	M106	Tractor de rueda	Landini	22,43	9,17	70%
16	M110	Tractor de rueda	Landini	18,94	9,05	67%
17	M224	Tractor de rueda	Landini	24,18	8,43	74%
18	M229	Tractor de rueda	Landini	21,37	8,64	71%
19	M230	Tractor de rueda	Landini	15,62	7,06	69%
20	M231	Tractor de rueda	Landini	19,47	9,17	68%
21	M232	Tractor de rueda	Landini	27,05	9,87	73%
22	M233	Tractor de rueda	Landini	22,68	11,44	67%
23	M234	Tractor de rueda	Landini	22,90	8,26	73%
24	M235	Tractor de rueda	Landini	25,58	8,75	75%
Promedio				21,71	8,44	72%

Fuente: Registro de mantenimientos trimestre.

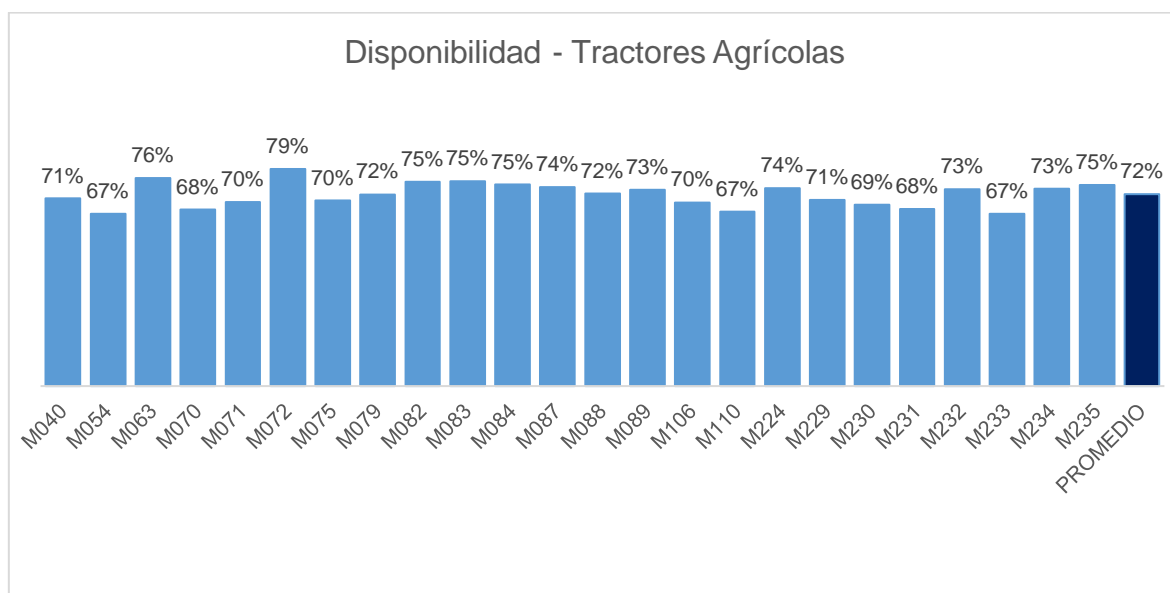


Figura 3: Gráfico de disponibilidad inicial de maquinaria agrícola.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se puede apreciar que los tractores M054, M110, M233 presentan menor disponibilidad de 67% en comparación de otros tractores como

M072 que nos muestra una de las más altas en disponibilidad con un 79%, en conclusión, se puede observar que en promedio de la disponibilidad de todos los tractores agrícolas estudiados nos muestra con un 72% por debajo de lo esperado que es un 85% como promedio para la empresa. para el cálculo de MTBF y MTTR y disponibilidad mensual del trimestre estudiado es el mes de mayo, junio y julio del 2022 que se encuentra en anexos N.º. 7, 8, 9.

Proponer un plan de gestión de mantenimiento a través de técnicas, acciones y medidas en las actividades de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los tractores agrícolas de la empresa agrícola.

El objetivo de nuestro plan de gestión de mantenimiento tiene la finalidad, la ejecución o desarrollo de acciones que eviten el total de tiempo en reparaciones correctivas de los tractores agrícolas, planificado, programado y llevando el control de la gestión de mantenimiento a corto y largo plazo desarrollando un incrementando la disponibilidad de los tractores que describen en anexos N.º 7, 8 y 9. El propósito es tener resultados de la medición constante que se llevara a cabo de manera mensual para visualizar si está dando los resultados esperados o no, se define a través de un conjunto de pasos para la conservación de los tractores agrícolas y de esta forma estemos mejorando la disponibilidad de los mismos.

**Objetivo específico 2.** Determinar el diagnóstico de la gestión de mantenimiento inicial.

La baja disponibilidad de los tractores agrícolas debido a las fallas constantes de los mismos equipos el cual se determinó en base a su diagnóstico actual.

En el área de mantenimiento cuenta con 24 tractores agrícolas a su cargo del mantenimiento, estos mismos se encargan de la aplicación de herbicidas, entre otras labores, esta área no cuenta con un correcto programa de control de mantenimientos preventivos y correctivos, como se observa en la figura 4 y anexo 13, los registros se realizan de forma manual por el mecánico de turno en unos cuadernos en donde el factor determinante para la gestión de mantenimiento es la experiencia del encargado, lo cual genera el desorden y el no registro de cada trabajo en área ejecutado en los equipos, el cual no tuvo una data para analizar,

todo esto causando el descontrol de los mantenimientos preventivos y correctivos en los tractores agrícolas de la empresa. para saber y determinar el diagnóstico de la gestión inicial de los equipos se digito de manera manual los registros antepasados que según lo revisado se describe de manera manual los datos e información en un cuaderno por cada equipo y de manera semanal el supervisor revisa el cuaderno para restar con las horas actuales y saber el próximo mantenimiento, teniendo deficiencias en las horas a ejecutar, como realizar los mantenimientos preventivos fuera de las horas como rango indicado por el fabricante del equipo según cartillas de mantenimientos, esto genera problemas mecánicos al equipo, ocasionando paradas imprevistas.

Tabla 5: Cuadernos de registro de actividades y mantenimientos anteriores.

ITEM	CANTIDAD	EQUIPO
1	24	Tractor de Rueda



Figura 4: Imagen de cuadernos de registros de mantenimientos preventivos.

Fuente: Imagen obtenida en la visita a la empresa.

En la figura 4 muestra los cuadernos enumerados para cada equipo el cual se reporta los mantenimientos preventivos que se ejecuta para su revisión y calcular próximo mantenimiento preventivo.

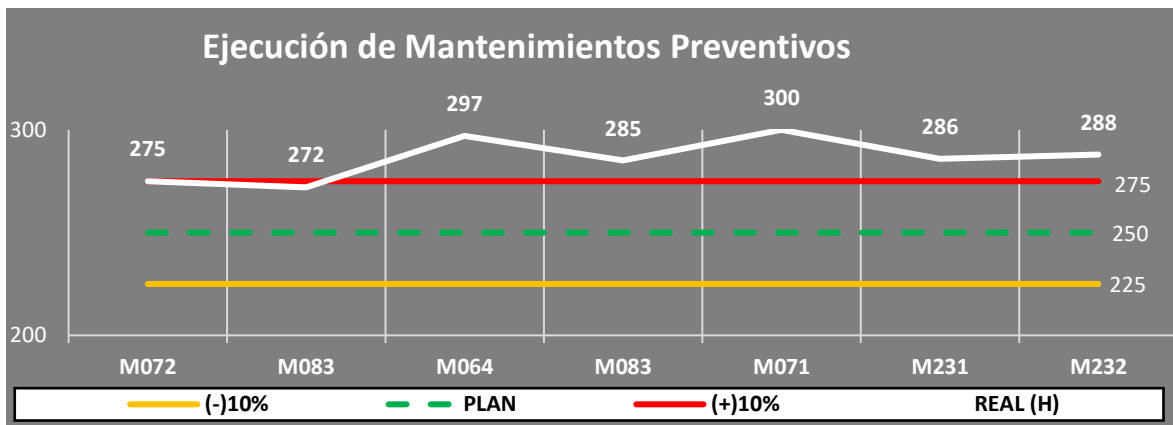


Figura 5: Gráfico de ejecución de mantenimientos preventivos semanal.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se muestra cuatro líneas que nos ayuda a analizar el cumplimiento de los mantenimientos preventivos, la línea de color blanco nos indica las horas reales que se realizó el mantenimiento preventivo, la línea de color verde indica el plan que debe ejecutarse el mantenimiento en el caso de los tractores 250 horas según indicación del fabricante, al mismo tiempo según indicación de fabricante nos dice que tiene un se puede tener hasta una desviación de un 10% antes o después del plan por ello se tiene en el grafico una línea amarilla que indica el 10% menos como mínimo y una línea roja como 10% de horas como máximo, nos podemos dar cuenta en la figura que solo 2 tractores de código M229 y M233 dentro del rango establecido y lo demás fueron ejecutados hasta 50 horas fuera del plan establecido, al hacer trabajar el equipo fuera del máximo o de lo establecido, esto genera daños prematuros, quedando inoperativo de manera imprevista, a esto le llamamos mantenimiento correctivo de emergencia.

### **Objetivo 3. Propuesta de un plan de mejora de la gestión de mantenimiento.**

El proceso del plan consiste en cuantificar la cantidad de unidades que se encuentran en operación, saber su estado actual y por lo tanto debe aplicarse en un procedimiento de planeación el cual debe ir incluido las etapas mencionadas a continuación:

- Determinar el tipo de mantenimiento que se va a realizar.
- Programación a ejecutarse el mantenimiento de manera semanal.
- Realizar un seguimiento de control a través de indicadores.

- Llenar formato de ordenes de trabajo por cada mantenimiento para su historial.
- Reunir de manera semanal para revisar cumplimientos y determinar estrategias de los trabajos a realizar.

En el plan de mejora en el contexto de gestión de mantenimiento hace referencia a un proceso de preparar todos los insumos o elementos que se requiere para efectuar un trabajo antes de iniciar una labor. Se ejecuto la planeación a corto plazo por tratarse de una flota mediana de 24 tractores, depende de los planes semanales para los mantenimientos preventivos y una medición de disponibilidad de manera mensual.

Se plantea realizar un plan de gestión de mantenimiento basado en las etapas de planificación, programación y control que se detalla en formato del programa de mantenimiento que se encuentra como anexo 10.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - MAQUINARIA AGRÍCOLA													ACTUALIZADO:	17/10/2022
													SEMANA:	42
Datos de la unidad		Última Lectura de Horas		Último servicio de mantenimiento				Proximo Servicio de Mantenimiento						
Codigo Interno	Flota	Ult Hor	Fech Ult Hor	Plan	Lct Ult Hor	Fech Ult Manto	Tipo Ult Manto	Lectura Proximo Servicio (km ó h)	Fecha Aprox. Sgte Mntc	Tipo Mnto	Rec. Pro	Dias - Sgte Serv	Falta a Prox. Servicio (km ó h)	Alerta Status Srv
M224	Maquinaria Agrícola	23.589	17/10/2022	250	23.454	29/09/2022	1000	23.704,0	29/10/2022	250	10	12	115	POSITIVO
M229	Maquinaria Agrícola	4.336	17/10/2022	250	4.231	07/10/2022	1000	4.461	27/10/2022	250	14	10	145	POSITIVO
M230	Maquinaria Agrícola	4.863	17/10/2022	250	4.837	14/10/2022	750	5.087	02/11/2022	1000	14	16	224	POSITIVO
M231	Maquinaria Agrícola	4.928	17/10/2022	250	4.742	30/09/2022	250	4.992,0	22/10/2022	500	12	5,3	64	ALERTA
M232	Maquinaria Agrícola	3.268	17/10/2022	250	3.234	14/10/2022	750	3.484	01/11/2022	1000	14	15	216	POSITIVO
M233	Maquinaria Agrícola	3.371	17/10/2022	250	3.306	14/10/2022	750	3.556	30/10/2022	1000	14	13	185	POSITIVO
M234	Maquinaria Agrícola	2.730	17/10/2022	250	2.606	07/10/2022	250	2.856	26/10/2022	500	14	9	126	POSITIVO
M235	Maquinaria Agrícola	2.717	17/10/2022	250	2.595	07/10/2022	250	2.845	26/10/2022	500	14	9	128	POSITIVO
M040	Maquinaria Agrícola	21.635	17/10/2022	250	21.439	01/09/2022	500	21.689	26/10/2022	750	6	9	54	ALERTA
M054	Maquinaria Agrícola	25.195	17/10/2022	250	25.028	15/08/2022	250	25.278	25/10/2022	500	10	8	83	POSITIVO
M063	Maquinaria Agrícola	18.647	17/10/2022	250	18.473	18/08/2022	750	18.723	25/10/2022	1000	10	8	76	POSITIVO
M070	Maquinaria Agrícola	18.495	17/10/2022	250	18.290	03/08/2022	250	18.540	22/10/2022	500	10	5	45	ALERTA
M071	Maquinaria Agrícola	25.359	17/10/2022	250	25.347	07/10/2022	1000	25.597	10/11/2022	250	10	24	238	POSITIVO
M072	Maquinaria Agrícola	24.250	17/10/2022	250	24.126	28/09/2022	500	24.376,0	30/10/2022	750	10	13	126	POSITIVO
M075	Maquinaria Agrícola	19.756	17/10/2022	250	19.586	14/07/2022	500	19.836	25/10/2022	750	10	8	80	POSITIVO
M079	Maquinaria Agrícola	18.321	17/10/2022	250	18.079	26/07/2022	1000	18.329,0	18/10/2022	250	10	1	8	ALERTA
M082	Maquinaria Agrícola	16.638	17/10/2022	250	16.607	11/10/2022	1000	16.857	08/11/2022	250	10	22	219	POSITIVO
M083	Maquinaria Agrícola	24.188	17/10/2022	250	24.085	24/09/2022	1000	24.335	01/11/2022	250	10	15	147	POSITIVO
M084	Maquinaria Agrícola	15.266	17/10/2022	250	15.001	05/09/2022	1000	15.251	15/10/2022	250	10	-2	-15	NEGATIVO
M087	Maquinaria Agrícola	19.216	17/10/2022	250	19.216	07/10/2022	500	19.466	11/11/2022	750	10	25	250	POSITIVO
M088	Maquinaria Agrícola	22.248	17/10/2022	250	22.248	16/10/2022	250	22.498	11/11/2022	500	10	25	250	POSITIVO
M089	Maquinaria Agrícola	5.896	16/05/2022	250	5.762	30/11/2021	250	6.012	28/05/2022	500	10	12	117	POSITIVO
M106	Maquinaria Agrícola	13.571	17/10/2022	250	13.550	10/10/2022	250	13.800	09/11/2022	500	10	23	229	POSITIVO
M110	Maquinaria Agrícola	24.507	17/10/2022	250	24.373	23/09/2022	750	24.623	29/10/2022	1000	10	12	116	POSITIVO

Figura 6: Diseño de libro de mantenimientos preventivos del plan estratégico implementado.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6, tal como se puede apreciar, se registra última lectura de horómetro del recorrido del equipo, último servicio de mantenimiento llenado en el formato de orden de mantenimiento, indicando que tipo de mantenimiento se realizó y actividades realizadas en el mantenimiento, el cual se digita las horas para registro como historial, a raíz de ambas horas podemos proyectar el próximo mantenimiento que debe programarse ya sea en horas, días, fecha tentativa con las horas promedio de recorrido de cada equipo, se creó un semáforo como indicador el cual nos ayuda con nuestro seguimiento, le damos una fórmula programada y formato condicional para que cambie de color de acuerdo a un rango establecido, considerando que el color verde indica que está en positivo el cual quiere dar a conocer que está dentro del rango establecido con un rango desde 250 horas que es el plan hasta las 75 horas, el color ámbar nos indica alerta que ya está próximo mantenimiento, el cual indica como valor en horas desde menor que 75 hasta las 0 horas y el de color rojo indica negativo que ya se encuentra fuera de rango a ejecutarse, considerando un valor desde cero a menos, contabilizando y sumando las horas fuera de rango, este control nos ayudara a llevar un seguimiento más ordenado y no se tenga que hacer los mantenimientos ni antes ni después de lo establecido por el fabricante.

Toda empresa debe llevar el control de su gestión de actividades del área a estudiar, si esta etapa no funciona de manera adecuada, lleva consecuencias a las demás áreas del sistema de gestión, la importancia de la planificación, programación y control de mantenimiento.

**Objetivo 4. Se determinó la disponibilidad de maquinaria posterior a la implementación de mejora.**

En nuestra investigación se elaboró un plan a mediano plazo por ser una flota de 24 tractores agrícolas, una cantidad reducido, la misma que alcanza plan de mantenimientos preventivos de manera semanal y propuesta diseñada que se encuentra en detalle de formato de mantenimiento preventivo, anexo 12.

En esta etapa de planificación se detalla las propuestas de las actividades de planificación para la gestión de mantenimientos, los formatos de inspección y ordenes de trabajo de los tractores agrícolas de la empresa.

En el proceso de programación detalla el formato las etapas el cual se visualiza en el anexo 12, está en la propuesta en el programa de las tareas a seguir con la programación de la gestión de mantenimiento.

Con respecto a la etapa de control de su gestión de actividades según el área que está estudiando. Si la etapa de control no funciona correctamente, directamente afecta a todas las demás áreas de gestión, podemos conocer evidentemente la importancia de la planificación, programación y el control de mantenimientos, además se menciona el control de indicadores de la gestión de mantenimiento, cumplimiento de actividades planificadas, índice de tipos de mantenimientos que se muestra en la tabla de anexo 17 y 18.

Tabla 6: Disponibilidad de mes de octubre 2022.

Descripción de equipo	Código	Mtbf	Mttr	% Disponibilidad
Tractor Rueda	M040	35	7	84%
Tractor Rueda	M054	25	6	81%
Tractor Rueda	M063	25	6	79%
Tractor Rueda	M070	29	8	79%
Tractor Rueda	M071	31	7	81%
Tractor Rueda	M072	34	8	82%
Tractor Rueda	M075	23	7	77%
Tractor Rueda	M079	28	8	79%
Tractor Rueda	M082	27	6	82%
Tractor Rueda	M083	39	11	78%
Tractor Rueda	M084	28	7	79%
Tractor Rueda	M087	28	5	85%
Tractor Rueda	M088	32	7	82%
Tractor Rueda	M089	33	9	79%
Tractor Rueda	M106	24	7	78%
Tractor Rueda	M110	21	6	77%
Tractor Rueda	M224	31	7	81%
Tractor Rueda	M229	29	7	80%
Tractor Rueda	M230	28	7	81%
Tractor Rueda	M231	35	7	83%
Tractor Rueda	M232	39	9	82%
Tractor Rueda	M233	35	8	82%
Tractor Rueda	M234	32	7	83%
Tractor Rueda	M235	34	6	84%
Promedio		30	7	81%

Fuente: Elaboración propia.

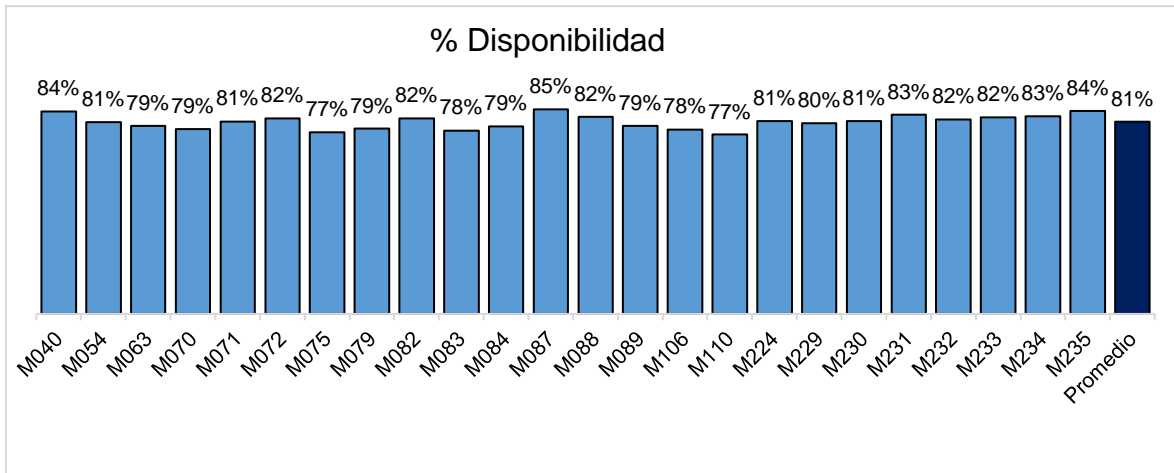


Figura 7: Gráfico de disponibilidad después de la propuesta de plan de mejora.  
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la tabla 6 se menciona los registros de mantenimientos de reportes por tipos de mantenimientos del mes de octubre del 2022 de una empresa agrícola.

La evaluación beneficio de la disponibilidad se enfocó en presentar el plan de mantenimiento preventivo que puede incrementar la disponibilidad y generando mayor índice rentable en las clases de mantenimientos en los tractores agrícolas, como podemos apreciar que tan solo ejecutar los mantenimientos preventivos a tiempo, de esta manera la disponibilidad de tractores aumenta de un 72% de disponibilidad antes de la propuesta, y después de la implementación del plan de mejora se logró aumentar a un 81% de la disponibilidad de tractores, con la ejecución del mismo pudimos finalizamos con un aumento del 9% de mayor disponibilidad en los tractores agrícolas respecto al antes y el después.

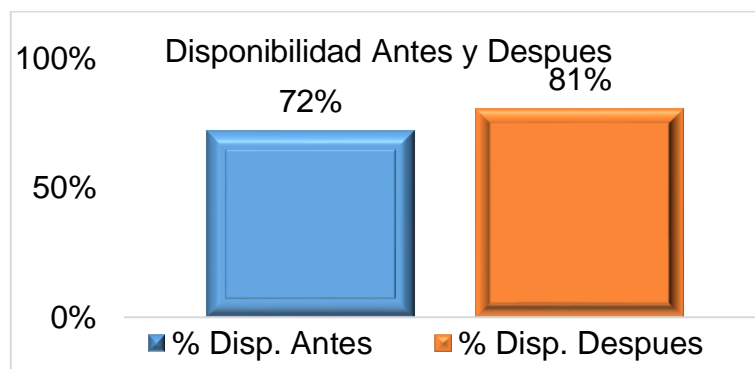


Figura 8: Gráfico de comparativo de disponibilidad antes y después del plan de propuesta.

Fuente: Elaboración propia.



En la figura 8 nos muestra el comparativo de disponibilidad de un antes y un después, al inicio de nuestra investigación después de un análisis nos encontrábamos con un porcentaje de disponibilidad de 72% como promedio, nuestro objetivo era incrementar disponibilidad con el plan propuesto de mantenimientos preventivos el cual llegamos a obtener un 81% de disponibilidad después de la propuesta, el resultado es de un 9% de disponibilidad como incremento en los equipos, que significa que podemos tener un mayor tiempo los equipos en operación, es decir que la propuesta del plan de mantenimiento preventivo es un viable para nuestra investigación.

Se ejecuta un análisis de varianza de un factor para la disponibilidad construyendo varias pruebas para comparar los valores, medios de disponibilidad para los dos diferentes niveles de periodo, la prueba en la tabla ANOVA, determinara si hay diferencias significativas entre las medias, si las hay, las pruebas de rangos múltiples, le dirán cuales son las medias, son significativamente diferente de otras.

Tabla 7: ANOVA para disponibilidad por periodo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0944834	1	0.0944834	123.91	0.0000
Intra grupos	0.0350765	46	0.000762532		
Total (Corr.)	0.12956	47			

Fuente: Fisher LSD.

La tabla ANOVA descompone la varianza de disponibilidad en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos y un componente dentro de grupos. La razón F, que en este caso es igual a 123.908, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto a que el valor-p de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadística significativa entre la media de disponibilidad entre un nivel de periodo a otro, con un nivel del 95,0% de confianza, mas detalle ver Anexo 26.

Medias y 95.0% de Fisher LSD

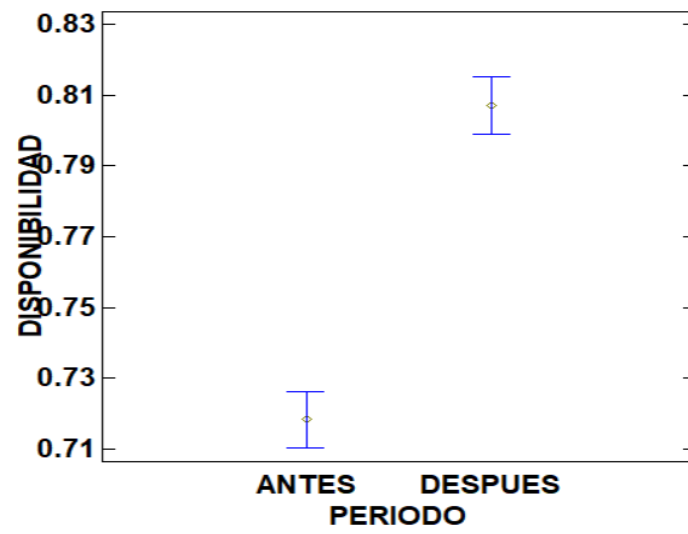


Figura 9: Grafico de periodo antes y después de disponibilidad.

Fuente: ANOVA Fisher LSD.

## **V. DISCUSIÓN:**

De acuerdo a la teoría general de la gestión del mantenimiento y enfocados en la importancia que está generada en los tipos de organización, se desarrolló las discusiones basadas en los objetivos planteados de nuestra investigación.

El objetivo general de nuestra investigación fue identificar el efecto de la gestión de mantenimiento sobre la disponibilidad en los tractores agrícolas y coincide con el autor (Martines y Minchan, 2019), señala en su tesis como objetivo de una mejora en la gestión a través de un plan para mejora de sus procedimientos y la disponibilidad de su flota de vehículos en camiones, finaliza diciendo en que la mejora de la gestión del mantenimiento tiene las siguientes etapas; presentación de un nuevo plan, programas de mantenimientos preventivo, desarrollo de los mantenimientos adecuados, tal cual a nuestra investigación se elaboró una propuesta de plan en base a la problemática analizada donde se plantea una teoría de la gestión de mantenimiento (Selcuk, 2016) que permita llevar el control de mantenimientos adecuados, de esta manera se presenta los objetivos según las etapas estudiadas y analizadas, además se propone un cronograma de mantenimientos programados que se respeta en su cumplimiento permitiendo incrementar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa agrícola.

Abordando como primer objetivo específico se plantea determinar la disponibilidad de la maquinaria inicial y de acuerdo al análisis de la situación base se encontró las razones por el cual para gestionar el mantenimiento se utiliza según el autor (Chaname y Neciosup, 2018), una análisis de disponibilidad, el cual en su investigación indica que la baja disponibilidad que se encontraba su flota de vehículos era de un 53% en un promedio semestre, de esto se determinó que fueron los malos resultados de la mala planificación de mantenimiento los causantes, esto reafirma que las fallas suelen ser frecuentes si no se programa adecuadamente una gestión de mantenimiento y en la presente investigación se realizó el análisis de la disponibilidad de los tractores agrícolas que se encuentra en un 72% el cual está por debajo del 85% esperado, (Yao et al., 2021), como optimo y se debe a la falta de planificación en las actividades de la gestión de mantenimiento, a través de las inspecciones, check list, de esta manera llevar a cabo el registros de clase de

mantenimientos y programa de mantenimientos preventivos que debe realizarse de manera semanal es fundamental pues esto permitirá disminuir los excesivos tiempos de reparación de mantenimientos correctivos de los tractores agrícolas.

El segundo objetivo fue determinar el diagnóstico de la gestión de mantenimiento inicial el cual se encontraba en el área de mantenimiento, para que este proceso sea exitoso y tenga lógica con la teoría (Selcuk, 2016) y con nuestra investigación, tenemos al autor martines (2019) el cual menciona sobre la importancia de tener una buena gestión de mantenimiento para la mejora de disponibilidad, quien concuerda con nuestra propuesta investigación, además el objetivo es contribuir al concepto de servicios a lo largo de la vida, así (Maleki et al., 2022) propone que los modelos conceptuales de diagnóstico para aplicar un enfoque de disponibilidad servicios industriales que incluyen maquinarias entre otros, contiene pasos cruciales para la capitalización del conocimiento integrado en el proceso de desarrollo global de la industria, integrando habilitadores clave para crear valor en la oferta a lo largo de su ciclo de vida, así como la mejora continua de capacidades. Por otra parte (Carrazo et al., 2017) nos dice que el diagnostico posee intenciones del trabajo futuro y se centran en ampliar el marco para definir acciones por etapas en la industria. Con esto el servicio a lo largo de la vida útil de la maquinaria que esta relacionado con este trabajo se centra principalmente en los servicios de maquinaria industrial. Esto fortalece nuestra investigación pues detalla las acciones basadas en los servicios de la maquinaria y el diagnostico a lo largo de la vida útil de los equipos interconectados dentro de un proceso industrial y la mejora en la disponibilidad a futuro.

Enfocados en el tercer objetivo específico fue proponer un plan en la gestión de mantenimiento a través de técnicas, acciones y medidas en el desarrollo de actividades de los mantenimientos preventivos para el incremento de la disponibilidad de los tractores agrícolas coincidiendo con el autor (Tocto, 2019), el nos indica que las organizaciones necesitan y requieren estrategias e instrucciones para aplicar y que sean de acuerdo con los objetivos planteados. El cual es necesario aclarar las estrategias, maneras de poder programar y controlar dentro de ello debe estar las capacitaciones para tomar acciones o decisiones dentro de área específica en la empresa (Díaz-Concepción et al., 2019). Nuestros

antecedentes se basan en nuestra investigación, el cual están enfocados en incrementar la disponibilidad a través de una propuesta de un plan de mantenimiento, enfocado en planificar o programar actividades, desarrollar y controlar la gestión de mantenimiento en los tractores agrícolas que también coincide con el autor Vásquez (2019), quien en su investigación plantea un plan de mantenimiento preventivo, el cual se basa en la metodología que nos permite anteponer sus actividades de mantenimientos.

Además de los otros indicadores como el índice de mantenimientos revisados en la teoría coincide con el autor Ortiz (2019), ya que en su investigación logra mejorar su plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de sus equipos, disminuye el número de paradas en mantenimientos correctivos que es el mismo que se está desarrollando en la siguiente propuesta a través de fichas de registros e inspecciones, se propone crear un programa de mantenimientos que se lleve a cabo de manera semanal para su mejor control en los tractores agrícolas, cabe indicar que el autor (Mosquera, 2021) propone a modo de objetivo elaborar un plan estratégico de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad, el plan propuesto concuerda con los intereses que buscamos como es rescatar las horas de operación de un MTBF (tiempo medio entre fallas), que cada 21,71 horas el equipo ingresaba a reparación y con lo propuesto se logra aumentar a 29,54 horas y por otro lado con las horas de reparación donde es reducir los tiempos el cual se perdía 8,44 horas en reparaciones como mantenimientos, ya con la propuesta en nuestra investigación se logra mejorar los tiempos a 7,04 horas en el MTTR lo cual permitirá incrementar disponibilidad de la maquinaria para su operatividad y tener un mejor beneficio para la empresa.

Adicional a lo planteado (Mei et al., 2022a) nos indica que para lograr un análisis profundo y un procesamiento de datos a gran escala mientras se selecciona un pequeño número de combinaciones de características, que caractericen eficazmente la información en este caso de la disponibilidad y gestión de mantenimiento, propone un método de CM de maquinaria y equipos que combina la selección de características basada en el grado relativo de contribución (RDoC) y la red industrial profunda (DRN), de esta manera los indicadores utilizados en nuestro trabajo como el MTBF se ven fortalecidos por lo propuesto por estos

autores, pues para hacer frente al reto de un gran número de datos con frecuencia de muestreo desigual, se propone una estrategia de selección de combinación de características optima con una alta densidad de información de caracterización de la maquinaria y gestión de mantenimiento. De igual manera (W. J. Lee et al., 2021), nos indica que el método de análisis utilizado calcula la contribución de los factores variables individuales de dos dimensiones, en este caso de la maquinaria y su disponibilidad como la gestión de mantenimiento respectivamente, y selecciona la combinación optimizada de los mismos y sus características de la señal para caracterizar el estado de funcionamiento de la maquinaria de manera más eficiente, reducir el coste de operación causado por la redundancia de información, y lograr el propósito de ahorro de energía. Al mismo tiempo (C. H. Lee et al., 2020), introduce las variables utilizadas en la investigación para explorar en profundidad los patrones de funcionamiento y las características de los fallos de la maquinaria compleja y apoyar la comprensión del mecanismo de aparición de fallos. Inspirándose en el análisis de indicadores así, se codifican diferentes combinaciones de características de sensores que determinan las afecciones a la maquinaria y mediante estas señales en una matriz de datos de longitud uniforme como entrada de entrenamiento para la red neuronal profunda se logra establecer la mejora en la disponibilidad, su propia gestión de mantenimiento y reducción de las afecciones en las mismas.

Por otra parte (Maksimchuk & Pershina, 2017) nos indica que La globalización, la urbanización, la digitalización y el cambio climático crean nuevas tendencias en la mejora de la competitividad de la economía nacional actuando en la optimización del sistema industrial en el formato del concepto "Industria 4.0", este nuevo concepto se encuentra orientado a la integración de las operaciones físicas y los procesos relacionados de los sistemas de producción que incluye la disponibilidad de maquinaria y la gestión de mantenimiento de las mismas, en un único espacio de información, esto se ve directamente implicado en conocer el impacto que tiene la disponibilidad de maquinaria y su correcto funcionamiento pues como lo menciona (Hsueh et al., 2019), esto no se puede hacer fuera de la solución al problema de aumentar la competitividad de las industrias pues garantizar la eficiencia y la disponibilidad de la maquinaria es la principal característica de la

optimización de los sistemas de producción. Los objetivos trabajados en la investigación son la base de revelar el potencial de un nuevo paradigma para la optimización y disponibilidad de la maquinaria en los sistemas de producción de esta manera lo mencionado tiende a un futuro como base para generar mayor aporte académico dirigido a el concepto de "Industria 4.0" (Maksimchuk & Pershina, 2017). Por lo tanto, como lo revela (Ruiz-Sarmiento et al., 2020) el tener el control de los datos que influyen en diferentes factores de la industria y su desarrollo forma parte importante de el paradigma de la Industria 4.0 pues se está adoptando cada vez más en las cadenas de producción, distribución y comercialización de todo el mundo. (Mei et al., 2022) La integración de las técnicas de vanguardia que sustentan este nuevo paradigma de conocer cada factor que influye en el desarrollo de la industria como la disponibilidad de maquinaria y la gestión de mantenimiento supone una profunda y compleja revolución y pasar de procesos programados a otros inteligentes y reactivos que debe aplicarse a fondo en diferentes niveles, con el objetivo de obtener algo de luz en el camino hacia dicha evolución y mejora continua, así este trabajo presenta un enfoque basado en el análisis y diagnóstico de la disponibilidad de maquinaria y proponer un plan de mejora en la gestión de mantenimiento, para concretar la misma utilizando los indicadores de utilidad como el MTBF estableciendo de manera complementaria conceptos propuestos en tendencias de la Industria para afrontar un aspecto clave dentro de las fábricas y los activos críticos en la industria agrícola.

Finalmente se tiene determinar la disponibilidad de la maquinaria después de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimientos de los tractores agrícolas, lo englobamos lo antes mencionado a través de las proyecciones que se analizaron y se visualizan en la presente investigación que si genera un beneficio para la empresa el cual se realizó el estudio y la propuesta donde se logra reducir los tiempos de mantenimientos correctivos generando la disminución de los mismos y al mismo tiempo la empresa tener un mayor número mayor de horas de tractores agrícolas con una óptima disponibilidad de un 81% después de la propuesta, logrando obtener como resultado un 9% de mayor disponibilidad a la que se tenía antes de la propuesta, el cual el autor martines (2019), el cual determina que los objetivos que buscan la programación de mantenimientos, es aumentar la

disponibilidad de equipos y que la gestión de mantenimiento es aquella que contiene todas las actividades a los objetivos y prioridades en el mantenimiento, las estrategias y responsabilidades buscando un proceso continuo y cuidando los intereses de la empresa.



## **VI. CONCLUSIONES:**

- Se determinó la disponibilidad de la maquinaria inicial, basados en el análisis de la situación inicial de la empresa, ya que se realizó un análisis comparativo entre los tractores, objetos de la muestra, encontrando que se mejoró en notable incremento porcentual de la disponibilidad.
- Se logró determinar el diagnóstico de la gestión de mantenimiento inicial, el cual nos permitió encontrar la baja disponibilidad de los tractores agrícolas debido a las fallas constantes de los equipos, esto mediante la mejora en el sistema de gestión de la programación y alerta para la realización de los mantenimientos de los equipos.
- Se estableció la propuesta de un plan de mejora de la gestión de mantenimiento el cual consistió en cuantificar la cantidad de unidades que se encuentran en operación, saber su estado actual y por lo tanto se aplicó un procedimiento de planeación el cual va incluido en las etapas trabajadas en la investigación ya que hemos desarrollado un sistema de libro digital para el registro y seguimiento del mantenimiento preventivo y correctivo de los tractores agrícolas.
- Se logró determinar mediante un proceso de análisis de la disponibilidad de maquinaria posterior a la implementación de mejora, obteniendo un incremento de un 72% a un 81% en la disponibilidad de maquinaria en la empresa agrícola, trabajada.

## **VII. RECOMENDACIONES:**

Dada la experiencia en la investigación se recomendaría que el seguimiento de mejora se realice por un plazo mayor para poder establecer un porcentaje constante en el tiempo en la disponibilidad de maquinaria agrícola.

Se recomienda agregar un proceso de capacitación a los usuarios de la maquinaria sobre los beneficios de mantener siempre un correcto control de tiempos en los mantenimientos de la maquinaria para preservar su disponibilidad en su funcionamiento.

Proponer el desarrollo de auditorías internas que nos permitan cuantificar el comportamiento de las medidas desarrolladas y evaluar de manera metódica para identificar nuevas falencias, en su cumplimiento del programa de mejora continua en la gestión de los mantenimientos de los equipos que conforman el negocio que son herramientas importantes en la empresa agrícola.

Realizar una evaluación económica a la propuesta de la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad ya que es muy importante, esto va a permitir a la empresa disminuir el costo en los mantenimientos o obtener una buena y mayor operatividad de los tractores agrícolas de la empresa.

Se recomienda a investigadores posteriores que deseen continuar esta línea de trabajo de investigación, contemplar un factor de capacitación en cuanto a gestión de recursos humanos, para el control de los parámetros necesarios para el registro correcto de la disponibilidad de tractores agrícolas de tanto flotas antiguas como flotas nuevas.

## REFERENCIAS:

1. AYDEMIR, G., & ACAR, B. (2020). Anomaly monitoring improves remaining useful life estimation of industrial machinery. *Journal of Manufacturing Systems*, 56, 463–469. <https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2020.06.014>
2. COITO, T., FIRME, B., MARTINS, M. S. E., COSTIGLIOLA, A., LUCAS, R., FIGUEIREDO, J., VIEIRA, S. M., & SOUSA, J. M. C. (2022). Integration of industrial IoT architectures for dynamic scheduling. *Computers and Industrial Engineering*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108387>
3. BÁRTOVÁ, B., BÍNA, V., & VÁCHOVÁ, L. (2022). A PRISMA-driven systematic review of data mining methods used for defects detection and classification in the manufacturing industry. *Production*, 32. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210097>.
4. CARRAZO, N. C., MELEGA DUARTE DE OLIVEIRA, A. C., MENEGUITE ÁVILA, L., PIRES FERREIRA, N., MACHADO, L., CELSO DE CAMPOS, F., & GONÇALES FILHO, M. (2017). The methodology of machinery and equipment maintenance adopted by the textile industries located in the Zona da Mata Mineira. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 25(1), 134–142. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77249637012>
5. GLOCK, C.H., GROSSE, E.H., KIM, T., NEUMANN, W.P. and SOBHANI, A. (2019). An integrated cost and worker fatigue evaluation model of a packaging process. *International Journal of Production Economics*, vol. 207, pp. 107–124. ISSN 09255273. DOI 10.1016/j.ijpe.2018.09.022.
6. DÍAZ-CONCEPCIÓN, A., VILLAR-LEDO, L., RODRÍGUEZ-PIÑEIRO, A. J., & TAMAYO-MENDOZA, J. E. (2019). Methodology for maintenance management based on diagnostic criteria. *DYNA*, 86(211), 208–214. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n211.77704>.

7. JAVIER BENAVIDES, D., ARÉVALO-CORDERO, P., GONZALEZ, L. G., HERNÁNDEZ-CALLEJO, L., JURADO, F., AGUADO, J. A., BENAVIDES, D. J., ARÉVALO, P., GONZÁLEZ, L. G., HERNÁNDEZ, L., JURADO, F., & AGUADO, J. A. (2022). Method of monitoring and detection of failures in PV system based on machine learning. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 102, 26–43. <https://doi.org/10.17533/UDEA.REDIN.20200694>.
8. ROOSEFERT MOHAN, T., PREETHA ROSELYN, J., ANNIE UTHRA, R., DEVARAJ, D., & UMACHANDRAN, K. (2021). Intelligent machine learning based total productive maintenance approach for achieving zero downtime in industrial machinery. *Computers & Industrial Engineering*, 157, 107267. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2021.107267>.
9. RUIZ-SARMIENTO, J. R., MONROY, J., MORENO, F. A., GALINDO, C., BONELO, J. M., & GONZALEZ-JIMENEZ, J. (2020). A predictive model for the maintenance of industrial machinery in the context of industry 4.0. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 87, 103289. <https://doi.org/10.1016/J.ENGAPPAL.2019.103289>.
10. ROMAN, D.J., OSINSKI, M. and ERDMANN, R.H. (2017). A substantive theory on the implementation process of operational performance improvement methods.
11. SAEZ-MAS, A., GARCIA-SABATER, J.P., GARCIA-SABATER, J.J. and RUIZ, A. (2020). Redesigning the in-plant supply logistics: A case study.
12. SALA, R., PIROLA, F., PEZZOTTA, G., & CAVALIERI, S. (2022). NLP-based insights discovery for industrial asset and service improvement: an analysis of maintenance reports. *IFAC-PapersOnLine*, 55(2), 522–527. <https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2022.04.247>.
13. SELCUK, S. (2016). Predictive maintenance, its implementation and latest trends: <Http://Dx.Doi.Org/10.1177/0954405415601640>, 231(9), 1670–1679.

<https://doi.org/10.1177/0954405415601640>.

14. WEN, Y., FASHIAR RAHMAN, M., XU, H., & TSENG, T. L. B. (2022). Recent advances and trends of predictive maintenance from data-driven machine prognostics perspective. *Measurement*, 187, 110276. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2021.110276>.
15. YAO, Y., WEN, J., ZHEN, X., & HU, Y. (2021). A location-allocation model of maintenance resources based on fault distribution for agricultural machinery maintenance service network. *Procedia CIRP*, 104, 393–398. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2021.11.066>.
16. MOSQUERA, LUIS ÁNGEL, AND CESAR ELY VIGO ROJAS (2021). "Sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos en la planta de agregados de la ciudad de Trujillo–Perú."
17. DONAYRE, Enzo. Propuesta de Diseño de un sistema de gestión de Mantenimiento para una empresa de servicios de elevación de Lima. [en línea]. [Consulta: 8 Junio 2019]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/324418>.
18. VÁSQUEZ, Oscar. Propuesta de un plan de mantenimiento total para incrementar disponibilidad de la maquinaria pesada en la Municipalidad Provincial de Cajamarca, 2016. Universidad César Vallejo [en línea], [Consulta: 6 mayo 2019]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10095>.
19. MARTÍNEZ, A. (2015). Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicio en alquiler de maquinaria a Minera Yanacocha. Tesis para Optar el Grado de Ingeniero Industrial. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/600661/2/Tesis+Mart>

%C3%ADnez+Calizaya.pdf.

20. CASTAÑEDA, Jhor. Gestión De Mantenimiento Para Incrementar La Confiabilidad Y Disponibilidad De Las Electrobombas Centrífugas En Minera Yanacocha, 2017. Universidad Cesar Vallejo [En línea], [Consulta: 14 septiembre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/32402>.
21. ORTIZ, Fred. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en el Riesgo (MBR) aplicado al pool de maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Moyobamba para aumentar su disponibilidad y reducir los retrasos de la producción. Universidad César Vallejo [en línea], [Consulta: 11 septiembre 2019]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22997>.
22. CHAVEZ CASTAÑEDA, Brian Robert; ROBLES CESPEDES, JeanCarlo. Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos hidráulicos en la flota de una empresa pesquera, Lima 2021. 2021.
23. REYES, John y CABEZAS, Juan. Gestión de procesos para mejorar la productividad de la línea de productos para exhibición en la Empresa Instruequipos Cía. Ltda. [en línea], no. Gestión. [Consulta: 9 junio 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/7344>.
24. MARTÍNEZ, A. K., & MINCHAN, P. (2019). Mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo de una empresa minera de La Libertad (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/21662>.
25. CHANAME PISCOYA, J. A., & NECIOSUP HUERTA, M. E. (2018). Plan de gestión de mantenimiento basado en la técnica MRP para mejorar la eficiencia de la flota vehicular de la Empresa de Transportes y Servicios Vanina EIRL,

2017.

26. TOCTO MOROCHO DE MUJICA, Tania Margaret. Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las motocicletas en Caja Rural de Ahorro y Crédito Raíz SA A–Piura 2019. 2019.
27. CARRAZO, N. C., MELEGA DUARTE DE OLIVEIRA, A. C., MENEGUITE ÁVILA, L., PIRES FERREIRA, N., MACHADO, L., CELSO DE CAMPOS, F., & GONÇALES FILHO, M. (2017). The methodology of machinery and equipment maintenance adopted by the textile industries located in the Zona da Mata Mineira. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 25(1), 134–142. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77249637012>.
28. DÍAZ-CONCEPCIÓN, A., VILLAR-LEDO, L., RODRÍGUEZ-PIÑEIRO, A. J., & TAMAYO-MENDOZA, J. E. (2019). Methodology for maintenance management based on diagnostic criteria. *DYNA*, 86(211), 208–214. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n211.77704>.
29. HSUEH, Y., ITTANGIHALA, V. R., WU, W. BIN, CHANG, H. C., & KUO, C. C. (2019). Condition monitor system for rotation machine by Cnn with recurrence plot. *Energies*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/EN12173221>.
30. LEE, C. H., JWO, J. S., HSIEH, H. Y., & LIN, C. S. (2020). An Intelligent System for Grinding Wheel Condition Monitoring Based on Machining Sound and Deep Learning. *IEEE Access*, 8, 58279–58289. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2982800>.
31. LEE, W. J., XIA, K., DENTON, N. L., RIBEIRO, B., & SUTHERLAND, J. W. (2021). Development of a speed invariant deep learning model with application to condition monitoring of rotating machinery. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 32(2), 393–406. <https://doi.org/10.1007/S10845-020-01578-X>.
32. MAKSIMCHUK, O., & PERSHINA, T. (2017). A new paradigm of industrial

system optimization based on the conception “industry 4.0.” MATEC Web of Conferences, 129. <https://doi.org/10.1051/MATECCONF/201712904006>.

33. MALEKI, E., BELKADI, F., & BERNARD, A. (2022). A conceptual framework for through-life services in industrial machinery. *Procedia CIRP*, 109, 425–430. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2022.05.273>.
34. MEI, S., YUAN, M., CUI, J., DONG, S., & ZHAO, J. (2022a). Machinery condition monitoring in the era of industry 4.0: A relative degree of contribution feature selection and deep residual network combined approach. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108129. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2022.108129>.
35. MEI, S., YUAN, M., CUI, J., DONG, S., & ZHAO, J. (2022b). Machinery condition monitoring in the era of industry 4.0: A relative degree of contribution feature selection and deep residual network combined approach. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108129. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2022.108129>.
36. ROOSEFERT MOHAN, T., PREETHA ROSELYN, J., ANNIE UTHRA, R., DEVARAJ, D., & UMACHANDRAN, K. (2021). Intelligent machine learning based total productive maintenance approach for achieving zero downtime in industrial machinery. *Computers & Industrial Engineering*, 157, 107267. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2021.107267>
37. RUIZ-SARMIENTO, J. R., MONROY, J., MORENO, F. A., GALINDO, C., BONELO, J. M., & GONZALEZ-JIMENEZ, J. (2020). A predictive model for the maintenance of industrial machinery in the context of industry 4.0. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 87, 103289. <https://doi.org/10.1016/J.ENGAPPAL.2019.103289>
38. SELCUK, S. (2016). Predictive maintenance, its implementation and latest trends: <Http://Dx.Doi.Org/10.1177/0954405415601640>, 231(9), 1670–1679.



<https://doi.org/10.1177/0954405415601640>.

39. SALA, R., PIROLA, F., PEZZOTTA, G., & CAVALIERI, S. (2022). NLP-based insights discovery for industrial asset and service improvement: an analysis of maintenance reports. *IFAC-PapersOnLine*, 55(2), 522–527. <https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2022.04.247>
40. YAO, Y., WEN, J., ZHEN, X., & HU, Y. (2021). A location-allocation model of maintenance resources based on fault distribution for agricultural machinery maintenance service network. *Procedia CIRP*, 104, 393–398. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2021.11.066>.

## ANEXOS

### 1. Matriz de Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Dependiente <b>DISPONIBILIDAD</b>	Según Ortiz (2017) La disponibilidad es el parámetro principal afiliado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Lo determina como la probabilidad de que una máquina o sistema se encuentre listo para la producción en un intervalo de tiempo definido.	Especifica el intervalo de tiempo más posible entre el inicio de trabajo de la maquina y la visión de una falla	Tiempo promedio entre fallas	$MTBF = \frac{\text{Horas Operativas} - \text{Tiempo de Avería}}{\text{N}^\circ. \text{ De Fallas Correctivas}}$ MTBF (Tiempo promedio entre fallas)	Razón
		Representa que el tiempo promedio que se tarda en reparar el equipo cada vez que es intervenido	Tiempo promedio para reparar	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{\text{N}^\circ. \text{ De reparaciones Correctivas}}$ MTTR (Tiempo promedio para reparación)	
		Medición de la productividad a base de las funciones específicas que se dan en un tiempo establecido, con los criterios de confiabilidad.	Tiempo total disponible operativo	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	
Variable Independiente <b>GESTION DE MANTENIMIENTO</b>	Castañeda (2017) define la moderna gestión del mantenimiento como aquella que incluye a ciertas actividades destinadas a diagnosticar objetivos y prioridades de mantenimiento y las estrategia. Facilita la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento, buscando siempre una mejora continua.	Metas y recursos según la etapa de la planificación de la gestión de mantenimiento	Planificación	Actividades realizadas / actividades planificadas * 100  Índice de Ordenes de Mantenimiento	Razón
		Hacer una evaluación de la dirección y cumplimiento de los diferentes tipos de mantenimientos	Programación	Índice de cumplimiento de Mantenimiento correctivo programado.	
				Índice de cumplimiento de Mantenimiento preventivos.	

Fuente: Elaboración propia.



### 3. Formato de ordenes de mantenimiento

Sociedad		ORDEN DE MANTENIMIENTO				N° OT	
<b>(1) INFORMACIÓN PARA ATENCIÓN</b>				<b>(2) INFORMACIÓN DEL EQUIPO</b> <small>(Coordinar con usuario)</small>			
Solicitado por:		N° Interno:		Horómetro (h):		Fecha :	
Sup. Mtto:		Flota y modelo:		Odómetro (km):		Hora :	
<b>(3) MOTIVO DE SOLICITUD</b>							Firma Solicitante:
<b>(4) TIPO DE MANTENIMIENTO REALIZADO</b>							
INSPECCIÓN	<input type="checkbox"/>	PREVENTIVO PROGRAMADO	<input type="checkbox"/>	PREVENTIVO	<input type="checkbox"/>	CORRECTIVO PROGRAMADO	<input type="checkbox"/>
				CORRECTIVO EMERGENCIA	<input type="checkbox"/>	MEJORAS	<input type="checkbox"/>
						OTROS	<input type="checkbox"/>
<b>(5) DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS</b>							
<b>DATOS GENERALES (5.1)</b>				<b>DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS (5.2)</b>			
Turno:	Día ( ) Noche ( )		Marcar sistema y escribir avería encontrada y cómo fue reparado (actividades, recursos, cantidades)				
Lugar:	Taller ( ) Campo ( )						
Fecha ATENCIÓN:			<b>SISTEMA</b>				
Hora ATENCIÓN:	(AM) (PM)		<b>DESCRIPCIÓN</b>				
Fecha ENTREGA:			( ) Motor				
Hora ENTREGA:	(AM) (PM)		( ) Dirección				
Lavado de equipo:	Sí ( ) No ( )		( ) Suspensión				
			( ) Frenos				
			( ) Tren rodam.				
			( ) Llantas				
<b>SÓLO LUBRICACIÓN (5.3)</b>			( ) Cosecha				
Cambio de aceite:	Sí ( ) No ( )		( ) Tren fuerza				
Relleno de aceite:	Sí ( ) No ( )		( ) Eléctrico				
Engrase:	Sí ( ) No ( )		( ) Hidráulico				
Muestra de aceite:	Sí ( ) No ( )		( ) Estructura				
Motor ( ) Hidráulico ( ) Transmisión ( )			( ) Aire Acond.				
Dir. Delant. ( ) Dir. Post. ( ) MF Izq ( ) MF Der ( )			( ) Sist. Neumático (Aire)				
Trozador ( ) Cortador Base ( ) Bombas ( )			( ) Lubricación				
Cubo Delant. Izq ( ) Cubo Delant. Der ( )			( ) Seguridad				
Cubo Post. Izq ( ) Cubo Post. Der ( ) ATF ( )							
Caja de transferencias ( )							
<b>REPUESTOS / FLUIDOS (5.4)</b>			<b>Cantidad</b>				
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
<b>N° RESERVA (5.5)</b>							
*Para reparaciones mayores o en caso solicite más espacio acercarse a oficina para entrega de extensión.							
<b>DESCRIPCIÓN DE PERSONAL INVOLUCRADO Y COMENTARIOS FINALES (6)</b>							
<b>COMENTARIOS FINALES (6.1)</b>				<b>PERSONAL ASIGNADO (6.2)</b>			
Del equipo, métodos, herramientas y recomendaciones:				Nombre y Apellido			
				Fecha			
				Turno			
				Hora Inicio			
				Hora Fin			
				Firma			

FIRMAS (7)

Nombre y Firma Sup. Mantto.      Nombre y Firma Téc. Responsable      Nombre y Firma Jefe Taller

Fuente: Elaboración propia.





6. Formato de inspecciones tractores agrícolas.

FORMATO DE INSPECCIÓN - FLOTILLA TRACTORES DE RUEDAS						
<b>Mecánico Asignado:</b> _____		Fecha <input type="text"/>				
<b># Tractor:</b> _____						
<b># Implemento:</b> _____		Horómetro <input type="text"/>				
<b>Operador del equipo:</b> _____						
					Inspección programada	
<b>A</b>	<b>ENTREVISTA CON EL OPERADOR</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
1	Recalentamiento					
2	Dificultad de Arranque					
3	Falta de fuerza					
4	Ruidos Extraños					
5	Consumo de Aceite					
6	Consumo de Combustible					
7	Humo de escape					
8	Sistema Hidráulico Lento					
9	Exceso de gases por respiradero cárter					
10	Otro					
<b>B</b>	<b>MOTOR</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Funcionamiento de motor					
2	Guardas y cubiertas protectoras					
3	Respiradero de cárter					
4	Tapa de llenado de aceite de motor					
5	Varilla de medición de nivel de aceite					
6	Soportes de motor					
7	Otros					
<b>C</b>	<b>SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Filtro de aire primario					
2	Filtro de aire secundario					
3	Pre filtro de aire					
4	Turbo alimentador					
5	Indicador de restricción de aire					
6	Tuberías de múltiple de admisión					
7	Mangueras y sellos de múltiple de admisión					
8	Tuberías de múltiple de escape					
9	Abrazaderas de ajuste líneas de admisión					
10	Soportes de tuberías de escape					
11	Silenciador					
12	Soportes de silenciador					
13	Fugas de gases de escape					
<b>D</b>	<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Bomba de inyección					
2	Gobernador					
3	Inyectores					
4	Cañerías y conexiones					
5	Soporte de cañerías y conexiones					
6	Bomba de cebado y/o Transferencia					
7	Filtros					
8	Fugas de petróleo					
9	Tapa de tanque de combustible					
10	Nivel de tanque de combustible					
11	Válvula de drenaje					
1	Radiador					
2	Ventilador					
3	Faja de ventilador					

4	Bomba de agua					
5	Enfriador de aceite de motor					
6	Enfriador de aceite hidráulico					
7	Tapa de radiador					
8	Estado de mangueras de radiador y enfriador					
9	Fugas de refrigerante					
10	Guardas de radiador					
11	Soportes de radiador					
<b>F</b>	<b>SISTEMA ELECTRICO ELECTRONICO</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Alternador					
2	Baterías					
3	Bornes de batería					
4	Cables de batería					
5	Cableado del circuito en general					
6	Fusibles y relay					
7	sensores					
8	válvulas solenoides					
9	Faros y luces en general					
10	chapa y llave de contacto					
11	Harnees					
12	Alarma de retroceso					
13	Arrancador					
14	Switch de corte de energía					
<b>G</b>	<b>MANDOS FINALES</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Nivel de aceites					
2	Tapones de Inspección de aceite y drenaje					
3	Fugas de aceite					
4	Golpes y otros					
5	Otros					
<b>H</b>	<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Cilindro hidráulico					
2	Fugas externas de cilindro hidráulico					
3	Estado de mangueras					
4	Estado de acoples					
5	Estado de cañerías					
6	Bomba hidráulica					
7	Nivel de aceite y estado					
8	Tanque hidráulico					
9	Fugas de aceite					
10	Otros					
<b>I</b>	<b>SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Cilindros de dirección					
2	Mecanismos de dirección					
3	Bomba hidráulica de dirección					
4	Terminales de dirección					
1	Juego libre Embrague principal					
2	Embrague principal					
3	Nivel Aceite Caja cambios					
4	Tapa de llenado de aceite					
5	Tapón de drenaje					
6	Cardanes					
7	Crucetas					
8	Soporte de cardán					
<b>K</b>	<b>SISTEMA DE FRENOS</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Estado de los frenos					
2	Estado de freno de parqueo					
3	Nivel de líquido de frenos					
4	Otros					
<b>L</b>	<b>IMPLEMENTOS</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Kramer					
2	Estructura de Kramer					

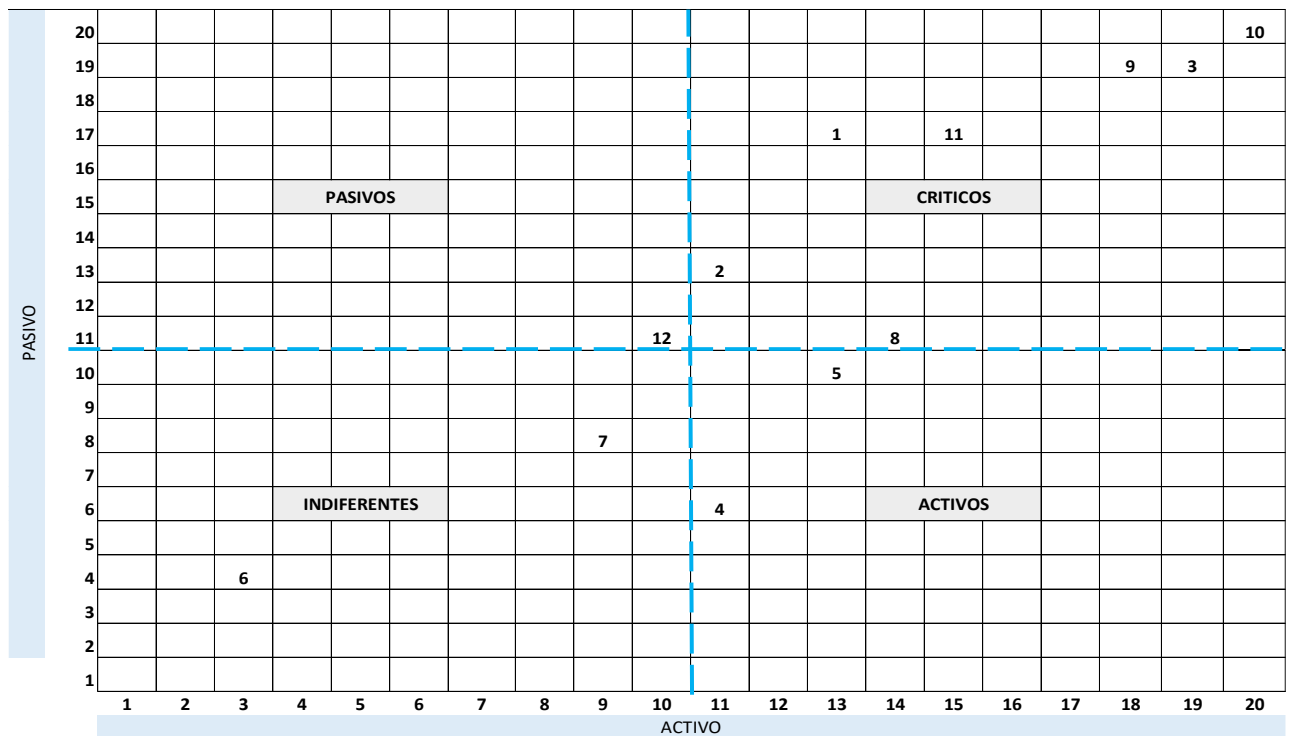


3	Otros					
<b>M</b>	<b>SISTEMA DE RODAMIENTO</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Llantas					
2	Aros de llantas					
3	Pernos de Ruedas					
4	Guardas de protección					
5	Pesas					
6	Otros					
<b>N</b>	<b>CABINA DEL OPERADOR</b>	<b>OK</b>	<b>RE</b>	<b>MA</b>	<b>FA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Instrumentos e indicadores					
2	Horómetro					
3	Asiento de operador					
4	Luces de cabina					
5	Espejos					
6	Coderas					
7	Correa de seguridad					
8	Pisos					
9	Sistemas de aire acondicionado					
10	Tapiz de puertas					
11	Chapas de puerta					
12	Vidrios de puertas					
13	Vidrios de ventana					
14	Filtro de aire acondicionado					
15	Sistema de limpiaparabrisas					
16	Bisagras de puerta					
17	Gomas de puertas					
<b>OK = BUENO</b>		<b>RE = REGULAR</b>		<b>MA = MALO</b>		<b>FA = AJUSTAR</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>						
1						
2						
_____ <b>Inspector</b>		_____ <b>Operador</b>			_____ <b>Supervisor</b>	

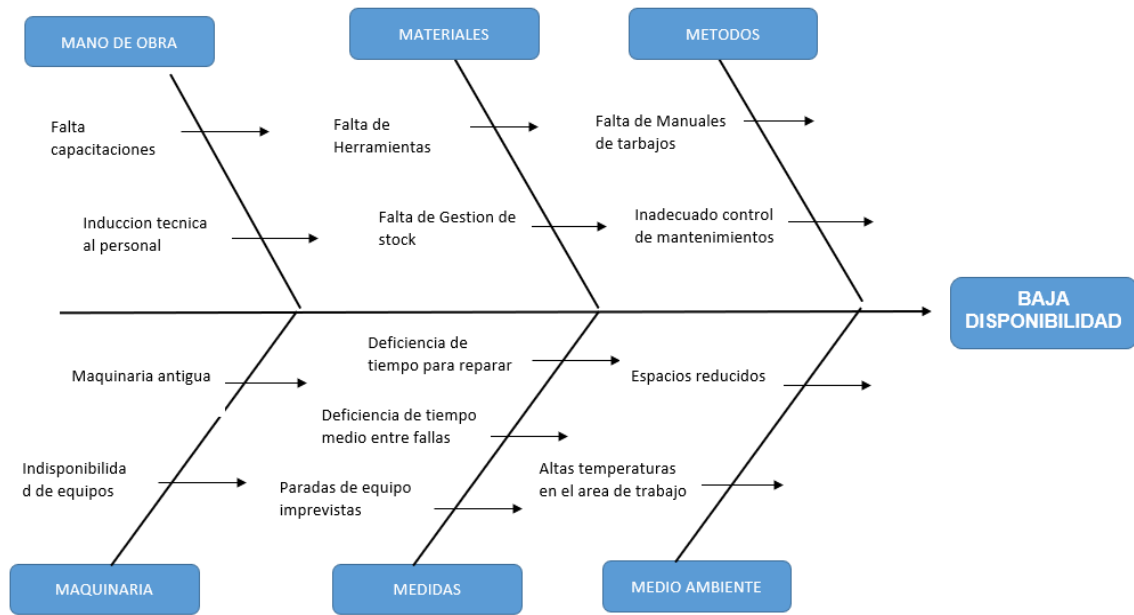
Fuente: Elaboración propia

7. Matriz Vester, criterios de evaluación de causas que explica la baja disponibilidad.

Código	Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Activos
1	Falta de experiencia de trabajadores nuevos	0	3	2	0	0	0	0	0	2	3	2	1	13
2	Escasas capacitaciones	2	0	1	0	0	0	0	1	2	2	2	1	11
3	Paradas imprevistas	2	2	0	1	3	0	2	3	1	2	1	2	19
4	Falta de gestión de stock	0	0	3	0	2	0	0	0	2	2	2	0	11
5	Inadecuado control de mantenimiento	3	2	1	0	0	2	1	0	1	1	1	1	13
6	Altas temperaturas en el ambiente de trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
7	Falta de herramientas	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	2	0	7
8	Maquinaria Antigua	1	0	3	1	0	0	0	0	3	2	3	1	14
9	Inadecuada disponibilidad de equipos	1	1	2	2	2	0	2	3	0	2	2	1	18
10	Deficiencia de tiempo para reparar	3	1	2	2	2	2	1	2	2	0	1	2	20
11	Deficiencia de tiempo medio entre fallas	3	2	1	0	1	0	1	2	2	1	0	2	15
12	Falta manuales de trabajo	2	1	1	0	0	0	0	0	2	2	2	0	10
	Pasivos	17	12	18	6	10	4	7	11	19	20	19	11	0



## 8. Diagrama Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia.

## 9. Disponibilidad promedio de mes de mayo del año 2022.

Descripción de equipo	Código	Horas Oper	# Fallas	Mtbf	Horas paradas	Mtrr	% Disponibilidad
Tractor Rueda	M040	437	17	16	170	10	61%
Tractor Rueda	M054	424	16	17	146	9	66%
Tractor Rueda	M063	503	14	26	136	10	73%
Tractor Rueda	M070	428	14	20	142	10	67%
Tractor Rueda	M071	449	16	19	141	9	69%
Tractor Rueda	M072	506	13	30	114	9	77%
Tractor Rueda	M075	420	15	21	110	7	74%
Tractor Rueda	M079	500	14	26	130	9	74%
Tractor Rueda	M082	517	12	34	113	9	78%
Tractor Rueda	M083	503	11	35	117	11	77%
Tractor Rueda	M084	497	19	20	113	6	77%
Tractor Rueda	M087	564	18	22	166	9	71%
Tractor Rueda	M088	490	20	17	140	7	71%
Tractor Rueda	M089	555	20	20	155	8	72%
Tractor Rueda	M106	505	12	32	116	10	77%
Tractor Rueda	M110	489	14	25	142	10	71%
Tractor Rueda	M224	421	16	18	139	9	67%
Tractor Rueda	M229	505	13	29	125	10	75%
Tractor Rueda	M230	435	16	18	146	9	66%
Tractor Rueda	M231	437	16	17	170	11	61%
Tractor Rueda	M232	495	10	36	135	14	73%
Tractor Rueda	M233	532	14	24	198	14	63%
Tractor Rueda	M234	408	13	24	102	8	75%
Tractor Rueda	M235	410	12	27	86	7	79%
Promedio		11428	355	23	3252	9	72%

Fuente: Elaboración propia.

### 10. Disponibilidad promedio de mes de junio del año 2022.

Descripción de equipo	Código	Horas Oper	# Fallas	Mtbf	Horas paradas	Mttr	% Disponibilidad
Tractor Rueda	M040	438	13	25	113	9	74%
Tractor Rueda	M054	407	16	17	136	9	67%
Tractor Rueda	M063	423	14	23	97	7	77%
Tractor Rueda	M070	405	14	19	142	10	65%
Tractor Rueda	M071	394	16	15	151	9	62%
Tractor Rueda	M072	504	13	30	114	9	77%
Tractor Rueda	M075	402	15	18	130	9	68%
Tractor Rueda	M079	401	14	20	120	9	70%
Tractor Rueda	M082	400	12	25	103	9	74%
Tractor Rueda	M083	427	11	28	117	11	73%
Tractor Rueda	M084	424	19	15	133	7	69%
Tractor Rueda	M087	319	18	13	76	4	76%
Tractor Rueda	M088	412	14	21	112	8	73%
Tractor Rueda	M089	448	15	22	125	8	72%
Tractor Rueda	M106	317	12	17	116	10	64%
Tractor Rueda	M110	357	14	16	132	9	63%
Tractor Rueda	M224	388	10	29	99	10	75%
Tractor Rueda	M229	334	13	17	115	9	66%
Tractor Rueda	M230	300	17	13	87	5	71%
Tractor Rueda	M231	335	12	22	73	6	78%
Tractor Rueda	M232	305	10	22	89	9	71%
Tractor Rueda	M233	384	12	23	108	9	72%
Tractor Rueda	M234	402	13	22	112	9	72%
Tractor Rueda	M235	427	12	26	119	10	72%
Promedio		9355	329	20	2718	8	71%

Fuente: Elaboración propia.

### 11. Disponibilidad promedio de mes de Julio del año 2022.

Descripción de equipo	Código	Horas Oper	# Fallas	Mtbf	Horas paradas	Mttr	% Disponibilidad
Tractor Rueda	M040	410	12	26	93	8	77%
Tractor Rueda	M054	379	15	17	121	8	68%
Tractor Rueda	M063	395	15	21	82	5	79%
Tractor Rueda	M070	377	13	21	107	8	72%
Tractor Rueda	M071	366	12	24	76	6	79%
Tractor Rueda	M072	476	13	30	89	7	81%
Tractor Rueda	M075	374	15	17	115	8	69%
Tractor Rueda	M079	373	13	21	105	8	72%
Tractor Rueda	M082	372	14	20	98	7	74%
Tractor Rueda	M083	399	10	31	92	9	77%
Tractor Rueda	M084	396	11	28	88	8	78%
Tractor Rueda	M087	391	13	23	97	7	75%
Tractor Rueda	M088	384	12	23	107	9	72%
Tractor Rueda	M089	420	12	26	103	9	75%
Tractor Rueda	M106	289	11	18	91	8	69%
Tractor Rueda	M110	329	14	16	107	8	68%
Tractor Rueda	M224	360	11	26	74	7	79%
Tractor Rueda	M229	306	12	18	90	7	71%
Tractor Rueda	M230	372	16	16	111	7	70%
Tractor Rueda	M231	307	10	20	108	11	65%
Tractor Rueda	M232	277	9	24	65	7	77%
Tractor Rueda	M233	356	11	21	123	11	65%
Tractor Rueda	M234	374	12	23	100	8	73%
Tractor Rueda	M235	399	12	24	110	9	72%
Promedio		8883	298	22	2350	8	74%

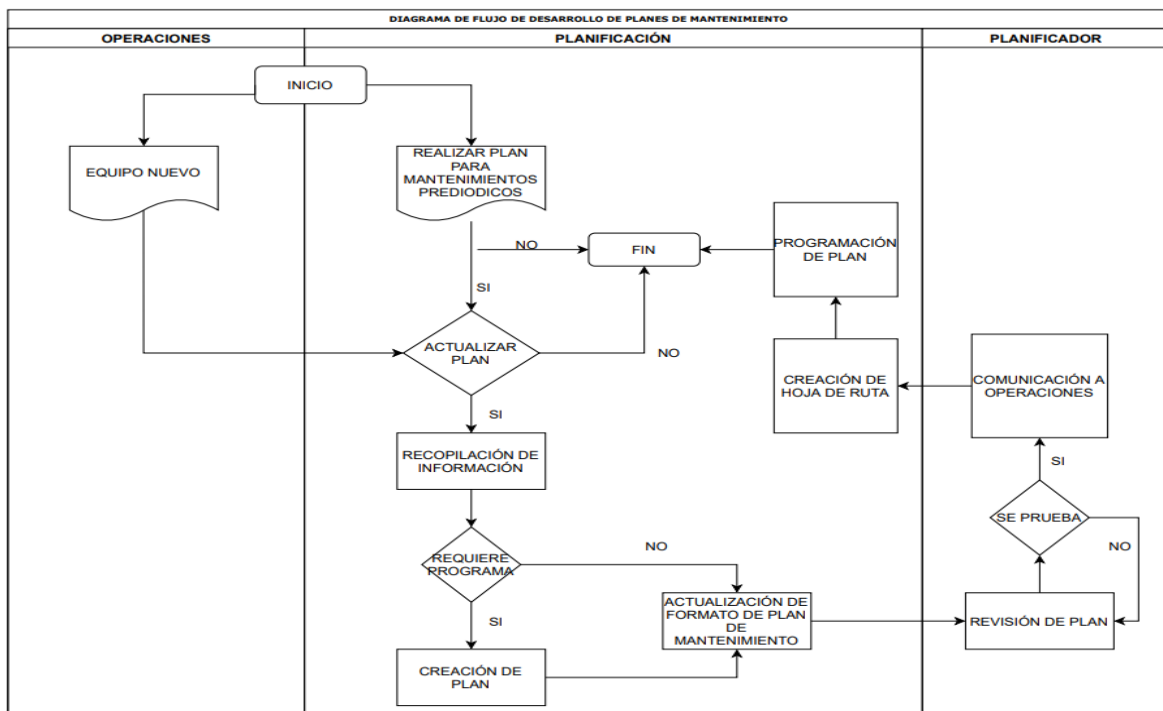
Fuente: Elaboración propia.

## 12. Programa de mantenimiento preventivo.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO - FLOTA TRACTORES AGRICOLAS											ACTUALIZADO:	17/10/2022
											SEMANA:	42
"MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS"												
Datos de la unidad - Horas Actual		Último servicio de mantenimiento				Próximo Servicio de Mantenimiento						
Código Inter no	Ult Hor	PI an	Lectura Ult Hor	Fecha Ult Mantto	Tipo Ult Mantto	Lectura Próximo Servicio (Hr)	Fecha Aprox. Sgte Mntto	Tipo Mntto -P	Rec - Pro m.	DIAS P/LOS SGTES/SERV.	Falta a Prox. Servicio (Hr)	Alerta Status Srv
M040	21.439	250	21.439	01/08/2022	500	21.689	22/09/2022	750	10	25	250	POSITIVO
M054	25.050	250	25.028	15/08/2022	250	25.278	20/09/2022	500	10	23	228	POSITIVO
M063	18.516	250	18.473	18/08/2022	750	18.723	12/09/2022	1000	14	15	207	POSITIVO
M070	18.387	250	18.290	03/08/2022	250	18.540	08/09/2022	500	14	11	153	POSITIVO
M071	24.776	250	24.596	12/08/2022	500	24.846	03/09/2022	750	12	5,8	70	ALERTA
M072	23.855	250	23.576	07/07/2022	1000	23.826	26/08/2022	250	14	-2	-29	NEGATIVO
M075	19.650	250	19.586	14/07/2022	500	19.836	10/09/2022	750	14	13	186	POSITIVO
M079	18.210	250	18.079	26/07/2022	1000	18.329	06/09/2022	250	14	9	119	POSITIVO
M082	16.491	250	16.491	30/06/2022	750	16.741	15/09/2022	1000	14	18	250	POSITIVO
M083	23.816	250	23.585	12/08/2022	500	23.835	31/08/2022	750	6	3	19	ALERTA
M084	14.764	250	14.543	11/08/2022	750	14.793	31/08/2022	1000	10	3	29	ALERTA
M087	18.980	250	18.964	07/07/2022	250	19.214	20/09/2022	500	10	23	234	POSITIVO
M088	22.060	250	22.008	02/07/2022	1000	22.258	17/09/2022	250	10	20	198	POSITIVO
M089	5.896	250	5.762	30/11/2021	250	6.012	28/05/2022	500	10	12	117	POSITIVO
M106	13.099	250	13.048	24/08/2022	750	13.298	17/09/2022	1000	10	20	199	POSITIVO
M110	24.123	250	24.107	29/08/2022	500	24.357	20/09/2022	750	10	23	234	POSITIVO
M224	23.093	250	22.935	04/08/2022	500	23.185	06/09/2022	750	10	9	92	POSITIVO
M229	3.801	250	3.673	19/08/2022	500	3.923	09/09/2022	750	10	12	122	POSITIVO
M230	4.335	250	4.303	28/08/2022	750	4.553	19/09/2022	1000	10	22	218	POSITIVO
M231	4.366	250	4.231	19/08/2022	750	4.481	09/09/2022	1000	10	12	115	POSITIVO
M232	2.692	250	2.471	12/08/2022	1000	2.721	31/08/2022	250	10	3	29	ALERTA
M233	2.624	250	2.406	12/08/2022	1000	2.656	31/08/2022	250	10	3	32	ALERTA
M234	2.166	250	2.053	22/08/2022	750	2.303	11/09/2022	1000	10	14	137	POSITIVO
M235	2.149	250	2.065	24/08/2022	750	2.315	14/09/2022	1000	10	17	166	POSITIVO

Fuente: Elaboración propia.

### 13. Flujograma de plan de mantenimientos preventivos.



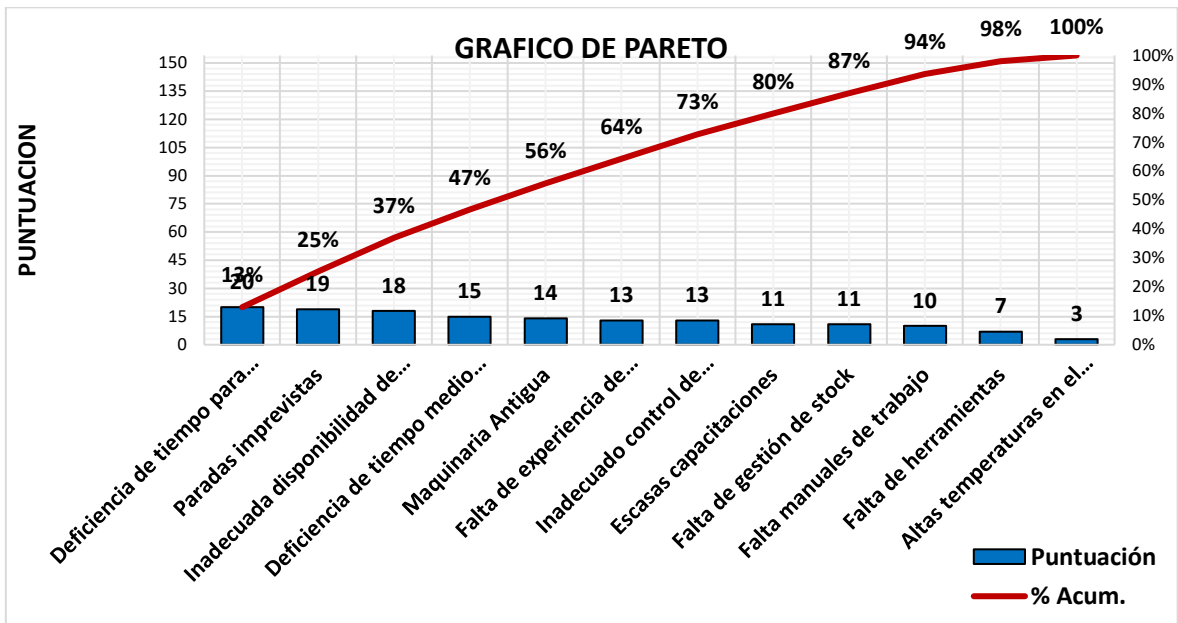
Fuente: Elaboración propia.

### 14. Causas que explican la baja disponibilidad.

Código	Variable	Puntuación	Acum.	% Punt.	% Acum.
10	Deficiencia de tiempo para reparar	20	20	13%	13%
3	Paradas imprevistas	19	39	12%	25%
9	Inadecuada disponibilidad de equipos	18	57	12%	37%
11	Deficiencia de tiempo medio entre fallas	15	72	10%	47%
8	Maquinaria Antigua	14	86	9%	56%
1	Falta de experiencia de trabajadores nuevos	13	99	8%	64%
5	Inadecuado control de mantenimiento	13	112	8%	73%
2	Escasas capacitaciones	11	123	7%	80%
4	Falta de gestión de stock	11	134	7%	87%
12	Falta manuales de trabajo	10	144	6%	94%
7	Falta de herramientas	7	151	5%	98%
6	Altas temperaturas en el ambiente de trabajo	3	154	2%	100%
		154		100%	

Fuente: Elaboración propia.

15. Gráfico de causas de baja disponibilidad.



Fuente: Elaboración propia.

16. Imágenes de cuadernos de registros de mantenimientos preventivos método antiguo.



Fuente: Elaboración propia.



### 17. Cantidad de mantenimientos en los tractores agrícolas 2º trimestre 2022.

TIPOS / SEMANA	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Total
Preventivo	18	21	36	33	28	25	18	32	20	14	33	23	301
Corr. Emergencia	35	38	48	47	34	23	27	49	33	29	47	33	443
Programado	6	11	18	21	25	19	11	24	10	11	12	17	185
Mejoras	9	6	5	3	4	2	1	7	1	2	7	6	53
Total	68	76	107	104	91	69	57	112	64	56	99	79	982

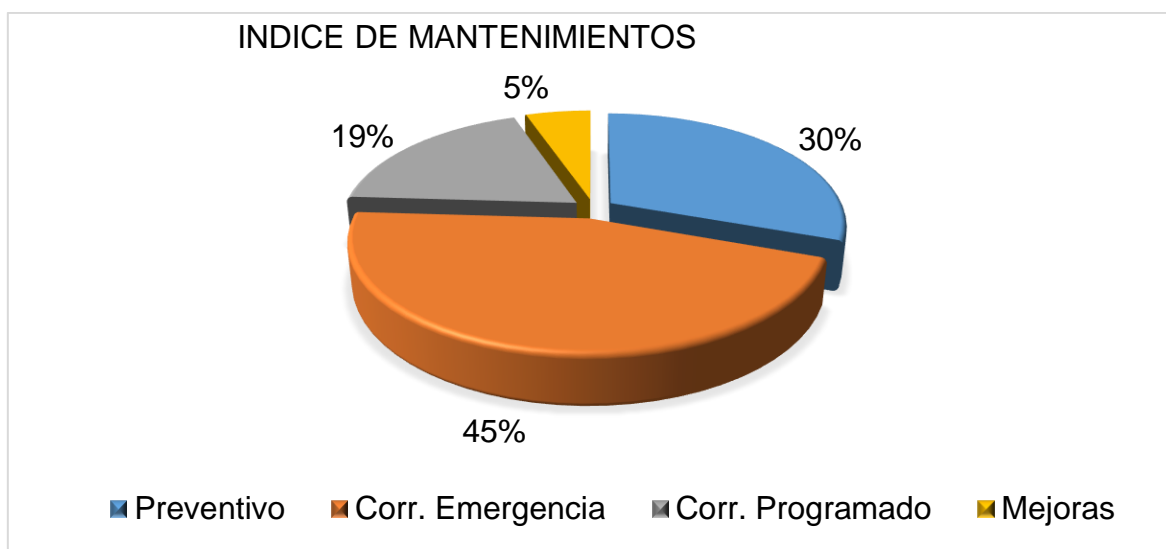
Fuente. Elaboración propia.

### 18. Porcentaje de mantenimientos en los tractores agrícolas 2º trimestre 2022.

TIPOS / SEMANA	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Total
Preventivo	26%	28%	34%	32%	31%	36%	32%	29%	31%	25%	33%	29%	30%
Corr. Emergencia	51%	50%	45%	45%	37%	33%	47%	44%	52%	52%	47%	42%	45%
Programado	9%	14%	17%	20%	27%	28%	19%	21%	16%	20%	12%	22%	19%
Mejoras	13%	8%	5%	3%	4%	3%	2%	6%	2%	4%	7%	8%	5%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente. Elaboración propia.

### 19. Figura de índice de mantenimientos antes de la propuesta de plan de mantenimiento.

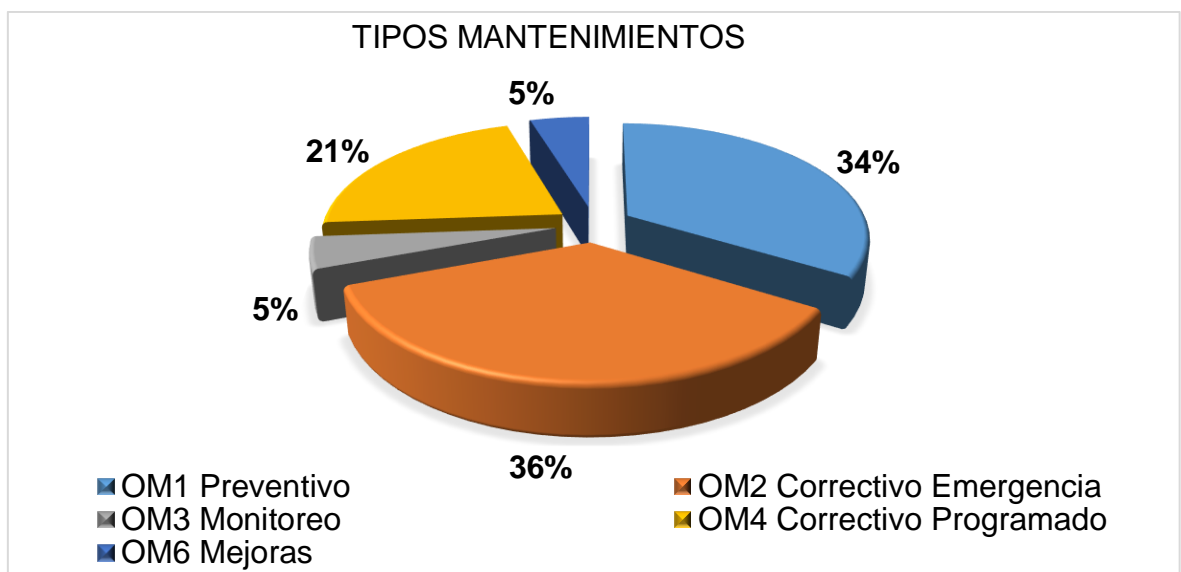


Fuente: Datos de la empresa.





**20.** Tabla de índice de porcentajes de tipos de mantenimientos después del plan de mantenimiento.

TIPO /SEMANA	37	38	39	40	41	42	43	Total
Preventivo	34%	33%	32%	34%	34%	35%	34%	34%
Corr. Emergencia	37%	35%	36%	37%	32%	36%	36%	36%
Monitoreo	4%	3%	3%	5%	7%	5%	5%	5%
Programado	21%	23%	24%	20%	23%	19%	20%	21%
OM6 Mejoras	4%	6%	5%	4%	4%	5%	5%	5%
Total, general	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**21.** Figura de índice de mantenimiento preventivo después de la propuesta de mantenimiento.



## 22. Cartilla de mantenimientos preventivos según fabricante.

		<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y LUBRICACION PARA TRACTOR LANDINI REX 80 - GE</b>				 							
													
M	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	HORAS DE MANTENIMIENTO									
				100	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	
1	2654403	FILTRO ACEITE MOTOR	U.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	4816636	FILTRO COMBUSTIBLE (ELEMENTO)	U.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	4415122	PRE FILTRO COMBUSTIBLE	U.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	3555711M91	FILTRO HIDRAULICO DE ASPIRACION (ELEMENTO)	U.					1					1
5	3540378M1	ELEMENTO FILTRO HIDRAULICO DIRECCION	U.			1		1		1			1
6	3540052M1	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	U.			1		1		1			1
7	3540051M1	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	U.			1		1		1			1
8	3669118M1	CORREA DE VENTILADOR	U.					1					1
9	6632290A1	ACEITE MOTOR API CH-4 /SL 15 W 40	Litro	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	6611627A1	ACEITE TRANSMISION, HIDRAULICO, DIRECCION	Litro					43					43
11	4215263M91	ACEITE EJE DELATERO SIN FRENS API GL-5 80W90	Litro			3.5		3.5		3.5			3.5
12	4215263M91	ACEITE REDUCTORES TRASEROS API GL-5 80W90	Litro			3.6		3.6		3.6			3.6
13	4215263M91	ACEITE REDUCTORES DELANTEROS API GL-5 80W90	Litro			1.5		1.5		1.5			1.5
14	6611623A91	ACEITE FRENS LANDINI AZA RED (2)	Litro					1					1
15	4215405M1	REFRIGERANTE AGROLUBE MUREX - GM 1899 M	Litro					15.5					15.5
16	MAQ008ISOPE	PUNTOS DE ENGRASE EP-2 MULTIPROPOSITO	KG.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**NOTA:** Se debe tomar en cuenta algunos factores donde se encuentre el tractor (clima, polvo, etc.) para poder definir la frecuencia del cambio de componentes respectivamente.

**“Condiciones de trabajo con presencia de arena y/o polvo “**

### 23. Disponibilidad después del plan de mantenimiento preventivo.

Descripción de equipo	Código	Horas Oper	# Fallas	Mtbf	Horas paradas	Mttr	% Disponibilidad
Tractor Rueda	M040	412	10	35	66	7	84%
Tractor Rueda	M054	396	13	25	77	6	81%
Tractor Rueda	M063	403	13	25	83	6	79%
Tractor Rueda	M070	400	11	29	86	8	79%
Tractor Rueda	M071	385	10	31	74	7	81%
Tractor Rueda	M072	455	11	34	83	8	82%
Tractor Rueda	M075	390	13	23	88	7	77%
Tractor Rueda	M079	387	11	28	83	8	79%
Tractor Rueda	M082	392	12	27	71	6	82%
Tractor Rueda	M083	400	8	39	88	11	78%
Tractor Rueda	M084	395	11	28	82	7	79%
Tractor Rueda	M087	390	12	28	60	5	85%
Tractor Rueda	M088	389	10	32	69	7	82%
Tractor Rueda	M089	418	10	33	86	9	79%
Tractor Rueda	M106	300	10	24	65	7	78%
Tractor Rueda	M110	330	12	21	77	6	77%
Tractor Rueda	M224	379	10	31	72	7	81%
Tractor Rueda	M229	320	9	29	63	7	80%
Tractor Rueda	M230	377	11	28	72	7	81%
Tractor Rueda	M231	381	9	35	65	7	83%
Tractor Rueda	M232	379	8	39	70	9	82%
Tractor Rueda	M233	387	9	35	69	8	82%
Tractor Rueda	M234	383	10	32	67	7	83%
Tractor Rueda	M235	405	10	34	64	6	84%
Promedio		9253	253	29,5	1780	7,0	81%

24. Imagen de formato de inspección ejecutada (Check List).

FORMATO DE INSPECCIÓN - FLOTILLA TRACTORES DE RUEDAS						
Mecánico Asignado: <u>Uadín Velázquez</u>		Fecha: <u>30-09-2022</u>				
# Tractor: <u>H021</u>		Horometro: <u>24374.0</u>				
# Implemento: _____						
Operador del equipo: <u>James Rojas</u>		<input checked="" type="checkbox"/> Inspección programada				
A ENTREVISTA CON EL OPERADOR		SI	NO	OBSERVACIONES PUNTUALES		
1	Recalentamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
2	Dificultad de Arranque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
3	Falta de fuerza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
4	Ruidos Extraños	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
5	Consumo de Aceite	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>Por consumiendo aceite hidráulico.</u>		
6	Consumo de Combustible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
7	Humo de escape	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
8	Sistema Hidráulico Lento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
9	Exceso de gases por respiradero carter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
10	Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
B MOTOR		OK	RE	MA	FA	OBSERVACIONES PUNTUALES
1	Funcionamiento de motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Guardas y cubiertas protectoras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Respiradero de carter	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Tapa de llenado de aceite de motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Varilla de medición de nivel de aceite	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Soportes de motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE		OK	RE	MA	FA	OBSERVACIONES PUNTUALES
1	Filtro de aire primario	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Filtro de aire secundario	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Pre filtro de aire	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Turbo alimentador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Indicador de restricción de aire	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Tuberías de múltiple de admisión	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Mangueras y sellos de múltiple de admisión	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Tuberías de múltiple de escape	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Abrazaderas de ajuste líneas de admisión	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Soportes de tuberías de escape	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Silenciador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Soportes de silenciador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Fugas de gases de escape	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
D SISTEMA DE COMBUSTIBLE		OK	RE	MA	FA	OBSERVACIONES PUNTUALES
1	Bomba de inyección	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Governador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Inyectores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Cañerías y conexiones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Soporte de cañerías y conexiones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Bomba de cebado y/o Transferencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Filtros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Fugas de petróleo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Tapa de tanque de combustible	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Nivel de tanque de combustible	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Válvula de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E SISTEMA DE REFRIGERACION		OK	RE	MA	FA	OBSERVACIONES PUNTUALES
1	Radiador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Ventilador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Faja de ventilador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Bomba de agua	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Enfriador de aceite de motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Enfriador de aceite hidráulico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Tapa de radiador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Estado de mangueras de radiador y	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Fugas de refrigerante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Guardas de radiador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Soportes de radiador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

25. Cronograma de mantenimientos programados.

<b>Plan de mantenimientos programados Tractores Agrícolas</b>	<b>Actualizado</b>	<b>17/09/2022</b>
	<b>Semana:</b>	<b>38</b>
<b>MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS - INSPECCIÓN</b>		

Sistemas de Equipo	Setiembre				Octubre				Observaciones
	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE</b>									
Mangueras y sellos de múltiple de admisión					x				
Abrazaderas de ajuste líneas de admisión						x			
Fugas de gases de escape					x				
<b>SISTEMA DE REFRIGERACION</b>									
Radiador						x			
Faja de ventilador						x			
Tapa de radiador					x				
Estado de mangueras de radiador y enfriador						x			
Fugas de refrigerante						x			
<b>SISTEMA ELECTRICO ELECTRONICO</b>									
Bornes de batería					x				
Cables de batería					x				
Alarma de retroceso					x				
<b>MANDOS FINALES</b>									
Fugas de aceite						x			
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>									
Fugas de aceite						x			
<b>SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>									
Terminales de dirección							x		
<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b>									
Nivel Aceite Caja cambios					x				
Cardanes						x			
Crucetas						x			
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>									
Nivel de líquido de frenos					x				
<b>SISTEMA DE RODAMIENTO</b>									
Pernos de Ruedas					x				
<b>CABINA DEL OPERADOR</b>									
Luces de cabina						x			
Correa de seguridad						x			
Bisagras de puerta						x			

**Leyenda:**

OK = BUENO

RE = REGULAR

MA =  
MALO

FA =  
AJUSTAR

## 26. ANOVA Simple - MTBF por PERIODO.

Variable dependiente: MTBF

Factor: Periodo

Numero de observaciones: 48

Numero de niveles: 2

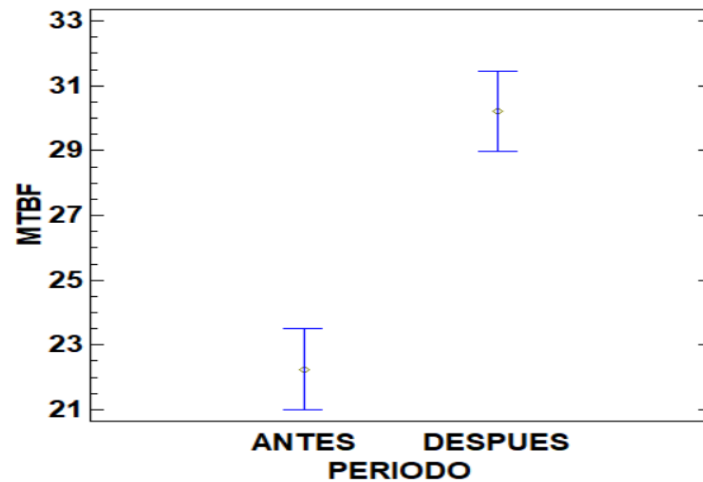
Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para MTBF. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de MTBF para los 2 diferentes niveles de PERIODO. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

**Tabla ANOVA para MTBF por periodo.**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	760.021	1	760.021	41.30	0.0000
Intra grupos	846.458	46	18.4013		
Total (Corr.)	1606.48	47			

La tabla ANOVA descompone la varianza de MTBF en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 41.3026, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de MTBF entre un nivel de PERIODO y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Medias y 95.0% de Fisher LSD



### 27. ANOVA Simple - MTTR por PERIODO.

Variable dependiente: MTTR

Factor: PERIODO

Número de observaciones: 48

Número de niveles: 2

#### El StatAdvisor

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para MTTR. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de MTTR para los 2 diferentes niveles de PERIODO. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

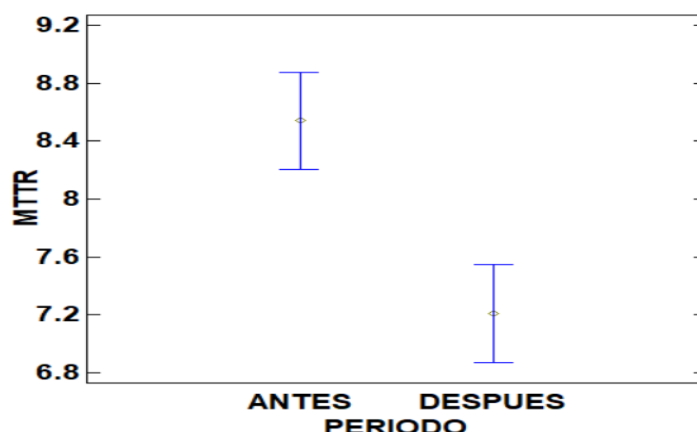


**Tabla ANOVA para MTTR por PERIODO**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	21.3333	1	21.3333	15.85	0.0002
Intra grupos	61.9167	46	1.34601		
Total (Corr.)	83.25	47			

La tabla ANOVA descompone la varianza de MTTR en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 15.8493, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de MTTR entre un nivel de PERIODO y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

**Medias y 95.0% de Fisher LSD**



## **28. ANOVA Simple - DISPONIBILIDAD por PERIODO**

Variable dependiente: DISPONIBILIDAD

Factor: PERIODO

Número de observaciones: 48

Número de niveles: 2

### **El StatAdvisor**

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para DISPONIBILIDAD. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores

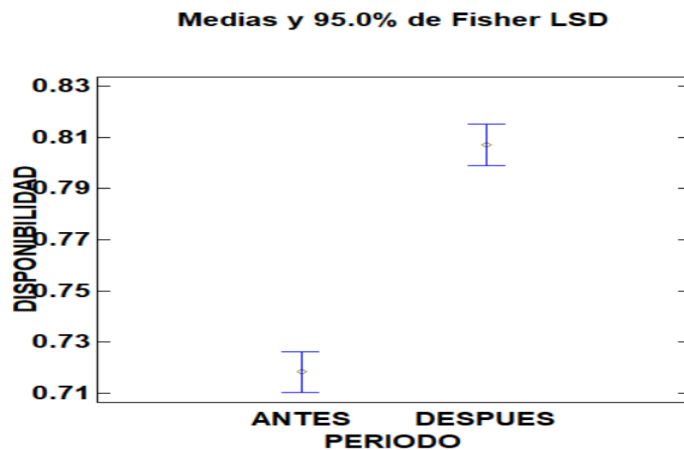
medios de DISPONIBILIDAD para los 2 diferentes niveles de PERIODO. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

**Tabla ANOVA para DISPONIBILIDAD por PERIODO**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0944834	1	0.0944834	123.91	0.0000
Intra grupos	0.0350765	46	0.000762532		
Total (Corr.)	0.12956	47			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de DISPONIBILIDAD en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 123.908, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de DISPONIBILIDAD entre un nivel de PERIODO y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.



## 29. Autorización de uso de la información de la empresa.

### AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Ing. Dennis Vargas Meoño, identificado con DNI. 41534611 en mi calidad de Jefe de mantenimiento y servicios agrícolas de la empresa Agrícola San Juan S. A. con R.U.C N° 20103272964, ubicada en la ciudad de Chongoyape – Chiclayo - Lambayeque.

#### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Saucedo Colunche Ronald, Identificado(s) con DNI N°.47521506, de la Carrera profesional ingeniería industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa: Data de la maquinaria y data recolectada de la ejecución de mantenimientos en la maquinaria; con la finalidad de que pueda desarrollar su Trabajo de Investigación, Tesis para optar el Título Profesional.

- ( x ) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.
- ( x ) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
- ( ) Mencionar el nombre de la empresa.




---

Firma del Representante Legal  
DNI: 41534611

NOMBRE: ING. DENNIS VARGAS MEOÑO

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



DNI: 43920812  
Jossef Morillo Avalos

---

Firma del Estudiante  
JOSSEF JOEL MORILLO AVALOS



---

Firma del Estudiante  
SAUCEDO COLUNCHE RONALD

### 30. Certificado de validación de juicio de expertos N.º 01.

#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE GESTION DE MANTENIMIENTO Y DISPONIBILIDAD

#### JUICIO DE EXPERTO 03

Nº	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si		Si		Si		
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTION DE MANTENIMIENTO</b>	Si		Si		Si		
1	<b>DIMENSIÓN 1: PLANIFICACION</b>	Si		Si		Si		
	Metas y recursos según la etapa de planificación							
2	<b>DIMENSIÓN 2: PROGRAMACION</b>	Si		Si		Si		
	Evaluación de la dirección y cumplimiento de los tipos de mantenimientos.							
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>							
3	<b>DIMENSIÓN 1: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS</b>	Si		Si		Si		
	MTBF = N° de horas operativas entre n° horas correctivas							
4	<b>DIMENSIÓN 2: TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR</b>	Si		Si		Si		
	MMTR = Tiempo total de reparaciones correctivas / N.º. De reparaciones Correctivas							
5	<b>DIMENSIÓN 3: TIEMPO TOTAL DISPONIBLE OPERATIVO</b>	Si		Si		Si		
	D = Tiempo establecido con los criterios de confiabilidad.							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

<sup>1</sup> **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



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

**Apellidos y nombres del juez validador. ING.: LUIS FELIPE HEREDIA SANCHEZ**

**DNI: 41661470**

**Especialidad del validador: ESPECIALISTA EN OPERACIONES Y MANTENIMIENTO 1  
INGENIERO MECANICO**

**27 de junio del 2022**

COMPANIA MINERA SIERRA CENTRAL S.A.C.  
  
LUIS FELIPE HEREDIA SANCHEZ  
Supervisor de planta  
41661470

---

### 31. Certificado de validación de juicio de expertos N.º 02.

#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE GESTION DE MANTENIMIENTO Y DISPONIBILIDAD

#### JUICIO DE EXPERTO 03

Nº	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si		Si		Si		
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTION DE MANTENIMIENTO</b>	Si		Si		Si		
1	<b>DIMENSIÓN 1: PLANIFICACION</b>	Si		Si		Si		
	Metas y recursos según la etapa de planificación							
2	<b>DIMENSIÓN 2: PROGRAMACION</b>	Si		Si		Si		
	Evaluación de la dirección y cumplimiento de los tipos de mantenimientos.							
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>							
3	<b>DIMENSIÓN 1: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS</b>	Si		Si		Si		
	MTBF = Nº de horas operativas entre nº horas correctivas							
4	<b>DIMENSIÓN 2: TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR</b>	Si		Si		Si		
	MMTR = Tiempo total de reparaciones correctivas / N.º. De reparaciones Correctivas							
5	<b>DIMENSIÓN 3: TIEMPO TOTAL DISPONIBLE OPERATIVO</b>	Si		Si		Si		
	D = Tiempo establecido con los criterios de confiabilidad.							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

<sup>1</sup> **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

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

**Apellidos y nombres del juez validador. ING.: FIORELLA CAROLINA MORILLO MÉNDEZ**

**DNI: 70000432**

**Especialidad del validador: ESPECIALISTA EN OPERACIONES, INGENIERO INDUSTRIAL.**

**27 de junio del 2022**



\*\*\*\*\*  
FIORELLA CAROLINA  
MORILLO MENDEZ  
Ingeniera Industrial  
Ingeniera  
CIP N° 234474

---

Firma del Experto Informante.

## 32. Certificado de validación de juicio de expertos N.º 03.

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE GESTION DE MANTENIMIENTO Y DISPONIBILIDAD

#### JUICIO DE EXPERTO 03

Nº	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTION DE MANTENIMIENTO</b>	Si	Si	Si	
1	<b>DIMENSIÓN 1: PLANIFICACION</b>	Si	Si	Si	
	Metas y recursos según la etapa de planificación				
2	<b>DIMENSIÓN 2: PROGRAMACION</b>	Si	Si	Si	
	Evaluación de la dirección y cumplimiento de los tipos de mantenimientos.				
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>				
3	<b>DIMENSIÓN 1: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS</b>	Si	Si	Si	
	MTBF = Nº de horas operativas entre nº horas correctivas				
4	<b>DIMENSIÓN 2: TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR</b>	Si	Si	Si	
	MMTR = Tiempo total de reparaciones correctivas / N.º. De reparaciones Correctivas				
5	<b>DIMENSIÓN 3: TIEMPO TOTAL DISPONIBLE OPERATIVO</b>	Si	Si	Si	
	D = Tiempo establecido con los criterios de confiabilidad.				

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

<sup>1</sup> **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



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

**Apellidos y nombres del juez validador. ING.: BERNABE CORONADO AGREDA**

**DNI: 70880192**

**Especialidad del validador: ESPECIALISTA EN OPERACIONES Y MANTENIMIENTO / INGENIERO MECANICO.**

**27 de junio del 2022**



**Firma del Experto Informante.**

BERNABE CORONADO AGREDA  
CIP: 216496



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad de los Asesores**

Nosotros, ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER, LINARES LUJAN GUILLERMO ALBERTO, docentes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesores de Tesis titulada: "Plan de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de maquinaria de una empresa agrícola.", cuyos autores son MORILLO AVALOS JOSSEF JOEL, SAUCEDO COLUNCHE RONALD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 06 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER <b>DNI:</b> 18072194 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0307-5900	Firmado electrónicamente por: JARANDA el 21-12- 2022 23:03:22
LINARES LUJAN GUILLERMO ALBERTO <b>DNI:</b> 40026086 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3889-4831	Firmado electrónicamente por: GLINARES el 20-12- 2022 17:15:08

Código documento Trilce: TRI - 0476218