



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las máquinas fumigadoras en una empresa agroindustrial, Virú 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Gutierrez Meza, Patrick Harrinson (orcid.org/0000-0002-1940-967X)
Ruiz Ramos, Josue Ruben (orcid.org/0000-0001-7368-5096)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Nuestra Tesis la dedicamos con todo amor y cariño a nuestros familiares por su sacrificio y esfuerzo, por permitirnos tener una carrera universitaria para nuestro futuro y por qué creyeron en nuestras capacidades, aunque hubieron momentos difíciles, para los cuales siempre estuvieron brindándonos su comprensión.

A nuestras parejas, madres e hijos que fueron las más fuerte motivaciones e inspiración para poder así superarnos cada día y así luchar para darles un mejor futuro.

A nuestras amistades y compañeros que estuvieron presentes, que sin esperar nada a cambio nos brindaron su apoyo emocional, nos compartieron sus conocimientos y a todas las personas que conocimos durante estos cinco años pasados por la universidad y que permitieron que este sueño se nos haga posible.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023", cuyos autores son RUIZ RAMOS JOSUE RUBEN, GUTIERREZ MEZA PATRICK HARRINSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 13 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER DNI: 18072194 ORCID: 0000-0002-0307-5900	Firmado electrónicamente por: JARANDA el 26-12- 2023 09:59:48

Código documento Trilce: TRI - 0696398



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, RUIZ RAMOS JOSUE RUBEN, GUTIERREZ MEZA PATRICK HARRINSON estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JOSUE RUBEN RUIZ RAMOS DNI: 46812705 ORCID: 0000-0001-7368-5096	Firmado electrónicamente por: JRRUIZR el 13-12-2023 19:16:09
PATRICK HARRINSON GUTIERREZ MEZA DNI: 70295629 ORCID: 0000-0002-1940-967X	Firmado electrónicamente por: PGUTIERREZME93 el 13-12-2023 18:38:30

Código documento Trilce: TRI - 0696397



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos a utilizar	17
Tabla 2. Resultados de validez del Juicio de Expertos	18
Tabla 3. Inventario de Maquinas Fumigadoras	26
Tabla 4. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad – mayo 23	27
Tabla 5. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad - junio 23	27
Tabla 6. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad – julio 23.....	28
Tabla 7. Disponibilidad por Equipos.....	28
Tabla 8. Valoración de causas.....	31
Tabla 9. Priorización de causas	32
Tabla 10. Costos para las causas priorizadas	34
Tabla 11. Indicador de Cumplimiento	35
Tabla12. Tasa de Mantenimiento Preventivo.....	35
Tabla13. Determinación de solución y herramientas en la Gestión de mantenimiento	36
Tabla 14. Las 5 W- 2H para mejoras	37
Tabla 15. Cronograma de mejoras propuestas.....	38
Tabla 16. Presupuesto del Plan de Mejoras	39
Tabla 17. Cronograma elaboración de procedimiento.	40
Tabla 18. Cronograma de actividades realizadas y no realizadas	43
Tabla 19. AMEF JACTO JP #05	45
Tabla 20. AMEF JACTO JP #06	46
Tabla 21. AMEF VALENCIA #01	47
Tabla 22. AMEF FEDE FUT #01.....	48
Tabla 23. AMEF OCTOPUS #05	49
Tabla 24. IPR por Equipo.....	50
Tabla 25. Temas y Programación	52
Tabla 26. Asistencias Programada y Asistencias Ejecutadas.....	53
Tabla 27. Cronograma de Mantenimiento.....	54
Tabla 28. Actividades para la capacitación.....	55
Tabla 29. Tabla de KPIs	56
Tabla 30. Tablero de Comando	56
Tabla 31. Disponibilidad posterior a la aplicación de la gestión de mantenimiento...	59
Tabla 32. Impacto de la Gestión de Mantenimiento en los Indicadores.....	59

Tabla 33. Indicador de Cumplimiento	60
Tabla 34. Tasa de Mantenimiento Preventivo.....	60
Tabla 35. Comparativo de Indicadores de Gestión de Mantenimiento.....	61
Tabla 36. Normalidad.....	61
Tabla 37. Prueba t-student	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Etapas de la Gestión de Mantenimiento.....	9
Figura 2. Ciclo de Deming.....	9
Figura 3. Diseño del Proyecto de Investigación.....	13
Figura 4. Procedimientos del Proyecto de Investigación.....	19
Figura 5. Ubicación de la Empresa agroindustrial.....	21
Figura 6. Productos de la Empresa agroindustrial.....	22
Figura 7. Organigrama de la Empresa agroindustrial.....	23
Figura 8. Organización del área de mantenimiento.....	24
Figura 9. Máquina fumigadora.....	25
Figura 10. Mapa de Procesos de la Empresa.....	26
Figura 11. Comparativo de la disponibilidad por Equipo.....	29
Figura 12. Evolución de la disponibilidad actual mensual.....	29
Figura 13. Diagrama de Causa efecto de la baja disponibilidad en las maquinas fumigadoras.....	30
Figura 14. Diagrama de Pareto.....	33
Figura 15. Actividades preparar procedimiento.....	40
Figura 16. Diagrama de MP.....	42
Figura 17. Verificación de procedimiento.....	43
Figura 18. Aplicación del procedimiento.....	44
Figura 19. Comparativo IPR.....	50
Figura 20. Actividades Plan.....	51
Figura 21. Capacitación.....	52
Figura 22. Capacitación del Personal.....	53
Figura 23. Aplicación con KPIs en Power BI.....	57
Figura 24. Verificación del cumplimiento.....	57
Figura 25. Visualizando KPIs.....	58
Figura 26. Comparativo de la disponibilidad.....	59

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada y tuvo como objetivo determinar el efecto de la implementación en la gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru. El tipo de diseño de investigación fue preexperimental y de nivel explicativo. Se usó como técnicas el análisis documental y la observación. La metodología usada correspondió al ciclo de Deming con el desarrollo de las 4 fases que comprende. Dentro de los resultados, logrados por esta investigación tenemos que la disponibilidad mejoró en 10.84%, pasando de 82.90% de Pres Test, y llegando a 93.74% en el Pos Test, en el caso del MTTR se produjo una mejora, con una reducción de 1.65, pasando de 3.69 a 2.04 y en el caso del MTBF se logró un incremento en el tiempo entre cada reparación de 19.50 hacia 32.05, esto concluye que: La implementación en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru.

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

ABSTRACT

The objective of this research was developed was to determine the effect of the implementation in Maintenance management to improve the availability of fumigation machines in the Health area in an Agroindustrial company, Viru. The type of research design was pre-experimental and explanatory level. Document analysis and observation were used as techniques. The methodology used corresponded to the Deming cycle with the development of the 4 phases it comprises. Among the results achieved by this research we have that availability improved by 10.84%, going from 82.90% and reaching 93.74%, in the case of the MTTR there was an improvement, with a reduction of 1.65, going from 3.69 to 2.04 and In the case of MTBF, an increase in the time between each repair was achieved from 19.50 to 32.05. This concludes that: The implementation in Maintenance management increases the availability of fumigation machines in the Health area in an Agroindustrial company, Viru.

Keywords: maintenance management, availability, MTTR, MTBF

I. INTRODUCCIÓN

En estos tiempos nuevos, muchos procesos dentro de las empresas se realicen usando una serie de equipos, a partir de los que se realizan las operaciones claves del negocio. Es implica que los equipos se encuentren siempre disponibles, cuando estos sean requeridos, pero en muchos casos, no sucede lo esperado y hay fallas o incidencias que no permiten una correcta operación de estos equipos, donde las causas se ven atribuidas a una gestión negativa del departamento de mantenimiento, donde se evidencian un control y medición inadecuados de sus actividades, donde las decisiones que se toman son incorrectas (Álvarez, 2020). En este sentido, el mantenimiento cumple un papel primordial, asegurando que sean más productivos y la empresa pueda competir en el segmento donde se desarrolla. En estudios realizados por Massachusetts Institute of Technology se indica que la base para una correcta productividad de las empresas es el mantenimiento de los equipos que aseguran la disponibilidad de los mismos (Soler et al, 2017).

Los autores Esquivel y Lecca (2018), manifiestan qué alrededor de muchas empresas se presentan una disminución en cuanto a los costos para producir algo Y esto se debe a que ellos realizan un sistema de análisis que les permite obtener mejora en cuanto a los costos fijos que vienen a ser Los costos operativos y Los costos variables por ello en cuanto a sus procesos operativos deben ser de una manera eficiente, en este sentido cabe mencionar el respaldo qué se debe tener en cuanto la utilización de sus equipos qué son una parte esencial para realizar sus actividades de producción y deben estar disponibles al 100%, para ello deben realizar una adecuada gestión de mantenimiento qué genera una mayor productividad en cuanto a los equipos y así las empresas obtengan una rentabilidad que les permanezca desarrollarse en el mercado

El sector agroindustrial en nuestro país se encuentra presente en la provincia de Trujillo en los años 1535 aproximadamente, donde empezaron sus actividades de cuando se instala un tapiche que muele caña en el Valle Chicama, el cual empieza el trabajo por esclavos que ya generaban producción arrobas de azúcar (Bona, 1999).

Hoy en día el Valle de Viru en conjunto con Chao son fuentes de florecimiento que se dedican al cultivo y extracción de frutos frescos como palta, esparrago, alcachofa y arándanos, que son procesadas en diferentes plantas productoras para su exportación.

Por esta razón, en el transcurrir del tiempo gracias al proyecto de Irrigación Chavimochic que proporcione el Gobierno de la Región Libertad muchas organizaciones agroindustriales como Camposol, Virú S.A, Grupo Santa Elena entre otras, se instalaron en estas zonas por la alta demanda requerida por los clientes extranjeros, destacando en su desempeño y participación económica para nuestro país (Peñaranda, 2019). Por esta razón tiene la necesidad de seguir adaptando mejoras en sus procesos en especial para sus activos físicos debido al ingreso de nuevas tecnologías que hace necesario mantenerlos para su buena operatividad y funcionamiento debido a que intervienen directamente con la producción y para alcanzar las proyecciones programadas se necesitan estar disponibles, evitando costos por paradas.

La gran mayoría de empresas agroindustriales se dedican a la actividad extractiva de su materia prima para luego llevar a la transformación de un producto final, estos últimos años especialmente la región liberteña ha sufrido muchos cambios debido a la pandemia del covid-19 afectando la economía el cual implica bajar la rentabilidad de muchas empresas de este rubro. En esta investigación la empresa agroindustrial se encuentra ubicada en Virú, la cual se encuentra en un proceso de mejorar la mayoría de sus actividades entre una de ellas es el área de mantenimiento de una de sus principales máquinas que les permite tener una buena productividad siempre y cuando estén funcionando adecuadamente, Teniendo como problemas en el área de mantenimiento especialmente para las máquinas fumigadoras la ausencia de control en cuanto a la gestión de mantenimiento ya que no existe una buena organización y planificación en cuanto a los recursos para realizar un buen seguimiento de las actividades que son fundamentales para que las máquinas fumigadoras se encuentren operativas, la falta de capacitación al personal que ingresa, el desconocimiento en

cuanto a la medición de indicadores para tener conocimiento si las máquinas están rindiendo en un promedio adecuado, por lo que afecta directamente a los tiempos de producción, realizar sus operaciones teniendo paradas no programadas debido a que no cuentan con un stock de los repuestos de los equipos por la mala organización del área de mantenimiento debido a que no involucran la utilización de metodologías y herramientas de gestión en el área las cuales deben ser resultas porque afecta directamente a su productividad.

En este contexto, para la empresa en estudio necesita incorporar estrategias que la ayuden atacar el problema que genera la baja disponibilidad de las máquinas fumigadoras, esto se realizará tras una buena gestión del mantenimiento. Por ello pasamos a realizar la formulación de nuestro problema general: ¿De qué manera la gestión de Mantenimiento mejora en la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023?, y de forma específica: ¿Cuál es el diagnostico actual de la empresa y la evaluación de la disponibilidad inicial de las Maquinas fumigadoras en la empresa? ¿Cómo un diseño un plan de gestión de Mantenimiento mejora la disponibilidad para las maquinas fumigadoras? ¿De qué forma la Implementación de acciones del cumplimiento del plan de gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en la empresa agroindustrial?, ¿Cuál es el resultado de la evaluación de la disponibilidad de las maquinas fumigador posterior a la implementación de acciones en la empresa agroindustrial?

En cuanto a la justificación de la investigación, se justifica desde la perspectiva **social** dado que al aplicar mejoras estas ayudarán a que la disponibilidad aumente en los equipos que se estudia, esto será beneficioso para abastecer a las áreas operacionales en el momento oportuno, se justifica en la **práctica** dado que se propondrá opciones y formas de mejorar la gestión de mantenimiento, recopilando, analizando y describiendo datos para ayudar a resolver el problema de la disponibilidad de las maquinas fumigadoras, en lo **teórico**, porque se contextualiza conocimientos relacionados fundamentalmente con el tema de investigación que ayudará para su mayor entendimiento en cuando a las variables a estudiar. Finalmente

se justifica de manera **metodológica** dado que se revisarán, analizará los aportes al progreso del posterior desarrollo del proyecto relacionado con mejora de gestión, aplicando técnicas e instrumentos nuevos que van de acuerdo a nuestros objetivos para lograr su recolección y procesamientos de resultados y obtener la viabilidad económica de la investigación, trayendo un beneficio económico a la empresa. (Hernández y otros, 2018)

El objetivo general que busca este estudio es: Determinar el efecto de la implementación en la gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en el área de Sanidad en una empresa Agroindustrial, Viru 2023. Teniendo como objetivos específicos: 1) Diagnosticar la situación actual de la empresa y evaluar la disponibilidad inicial de las Maquinas fumigadoras en la empresa. 2) Diseñar un plan de gestión de Mantenimiento para las maquinas fumigadoras. 3) Implementar acciones para el cumplimiento del plan de gestión de mantenimiento. 4) Evaluar la disponibilidad de las maquinas fumigador posterior a la implementación de acciones en la empresa agroindustrial.

En este estudio se describe la hipótesis: La implementación en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023. De manera específica: El diagnostico actual mediante los instrumentos cooperará para analizar la disponibilidad de los equipos en la empresa. El diseño de un plan de gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en la empresa. El programa de implementación con herramientas de ingeniería mejorará la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en la empresa. La disponibilidad de las maquinas fumigadoras en la empresa luego de implementar la gestión de mantenimiento aportará de manera colaborativa en el mantenimiento preventivo.

II. MARCO TEÓRICO

Para este proyecto tenemos el soporte de aquellas investigaciones, de las cuales forman parte como aporte significativo, de las cuales se identifica las diferentes aplicaciones tanto en nuestra variable: Gestión de Mantenimiento y disponibilidad de las máquinas.

En el artículo que propone Pinto (2020) desarrolla la gestión de mantenimiento con el objetivo de aumentar significativamente la disponibilidad de las unidades en estudio. Dentro de las mejoras propuestas, resalta la posibilidad de monitorear y controlar el proceso de mantenimiento aplicando KPI que ayudaran en la evaluación de la gestión de mantenimiento; así mismo se desarrolló un programa de capacitación técnica, con la incorporación de procedimientos para medir la gestión, entre otros para controlar el mantenimiento correctivo y preventivo. Luego de la propuesta se obtuvo como resultados una reducción del 23% en averías, lo cual trajo una mejora del 5% en el indicador de disponibilidad. El autor concluye que la propuesta mejora la disponibilidad de equipos, en base a una mejor gestión del mantenimiento.

A la vez tenemos la investigación realizada por González (2017), en la cual se enfatizó su estudio al poder realizar un tipo de diseño de gestión de mantenimiento o la intención de incrementar el indicador de la disponibilidad de los equipos en la empresa en estudio, tratando de lo que tuvo un diseño casi experimental y su enfoque cuantitativo ya que realizó y aplicó instrumentos como un diagrama de causa efecto proponiendo de esta manera un Pareto para poder determinar las causas más relevantes que afectan al indicador los resultados obtenidos antes de implementar un adecuado sistema de gestión de mantenimiento permitió el aumento de la disponibilidad en un 5% siendo su resultado con un 92.4% el cual se presencia la reducción de 60 horas en el indicador del MTTR, concluyendo en este estudio que se tuvo un efecto positivo debido a un mantenimiento correctivo y preventivo tras su implementación, lo cual permitió una reducción en los costos de mantenimiento.

Así mismo se tiene el artículo de (Canahua, 2021) que tiene el objetivo principal del aumento en la disponibilidad de equipos que maneja la empresa, usando como base las buenas prácticas que propone el TPM, incorporando una serie de instrumento y herramientas para determinar las causas que afectaban a la gestión del mantenimiento. En cuanto a resultados obtenidos, luego del desarrollo de las mejoras en la gestión del mantenimiento se observa un significativo incremento en la disponibilidad pasando antes de la propuesta que fue 86.7% a un 96.8% luego de la aplicación de la propuesta. Se tiene como conclusión final que una mejor gestión del mantenimiento incorporando TMP incide en mejorar la disponibilidad en los equipos usadas en el desarrollo del estudio.

Huari (2018) tuvo como objetivo desarrollar programa para mantenimiento usando el Mantenimiento centrado en confiabilidad a fin de incrementar la disponibilidad de equipos, el cual permite tener una gestión más eficiente y tener un mejor mantenimiento, detectando modos de fallas, usando como instrumento el AMFE, así mismo, se incluye un programa de mantenimiento basado en un cronograma y un plan de cambios. Dentro de los resultados, luego de aplicar la gestión de mantenimiento se obtuvo un aumento del 92.2% a 94.7% en la disponibilidad en base a una buena gestión del mantenimiento, y que ayudó a que las unidades sean usadas en el momento que estas sean requeridas, sin retraso del resto de las operaciones que la organización realiza en forma continua.

En otro estudio, (Alba & Chinchay, 2019). Estos autores efectuaron en su investigación un diagnóstico para poder determinar los equipos críticos que ocasionan los inconvenientes de una disponibilidad baja en una empresa, el estudio fue basado en un sin números de registros ante las fallas existentes Por lo cual determinaron la necesidad de aplicar un análisis de Pareto para posteriormente identificar los equipos con mayor porcentaje de fallas frecuentes, por ello creyeron conveniente implementar un plan de mejora ante un mantenimiento preventivo el cual constituyó una serie de acciones correctivas, irresponsables que puedan ejecutar e inspeccionar

adecuadamente los ocho equipos en estudio. Para el desarrollo de su propuesta aplicaron el PHVA para el desarrollo de las mejoras. Los resultados obtenidos fueron provechosos ante el incremento del indicador de la disponibilidad de un 86% a un 94% después de haber realizado la implementación se concluye que el plan de mejora fue beneficioso en este estudio ya que se tuvo un incremento de una variación del 8% en el indicador siendo un aporte significativo en el que determina su beneficio para la organización

Bilgin (2020) Por otro lado tenemos el estudio, quienes plasma una investigación en cuanto a la capacidad que tienen los equipos en una empresa para funcionar sin tener inconvenientes en los cuales se enfoca acerca de sus operaciones interrumpidas. Realiza una implementación en cuanto actividades de mantenimiento que deben ser gestionadas con la única finalidad de hacer mejoras para la empresa dedicada a la producción, esta manera realizar la eficientemente ya que afecta el rendimiento de sus activos físicos, enfatizan su estudio la planificación acerca de los costos elevados al realizar las actividades de mantenimiento lo cual es deben ser incorporados correctamente para tener un análisis costo beneficio que no sea tan costosa concluyendo de esta manera que las acciones de mantenimiento son de Vital importancia para el éxito del Progreso productivo por eso realizar mejoras en la gestión y lograr resultados en cuanto a sus costos más bajos

Las bases **teóricas relacionadas en el estudio presente** son las siguientes, según las variables estudiadas. Así tenemos que para **gestión de mantenimiento**, según Castillo et al (2020), menciona que vienen hacer todas aquellas acciones fundamentales que son direccionadas a un objetivo qué parte del mantenimiento en cuanto a los activos de una organización, mediante planes y funciones específicas a Cada trabajador, obteniendo todos los elementos que le proporcionen la facilidad en cuanto al planeamiento, programación, el control y la ejecución de Estas actividades del mantenimiento, buscan establecer una mejora continua en cuanto a los procesos de mantenimiento que ayuden a que las operaciones se realicen sin incidencias o paralizaciones intempestivas. Esto quiere decir qué la gestión de mantenimiento es

protagonista para obtener la competitividad como parte primordial en una organización la cual le permitirá el crecimiento y establecerse en el mercado, se necesita incorporar en los procesos y recurso, metodologías que pueda desarrollar una correcta gestión de mantenimiento.

Pérez (2021), el autor incorpora que el **mantenimiento** abarca las funciones que son realizadas por medio de los responsables del área con el único objetivo de que las máquinas equipos herramientas y todos aquellos elementos que forman parte de la infraestructura en un proceso obtengan buenas condiciones en cuanto a su funcionamiento y operatividad. Esto quiere decir que toma como punto inicial desde el diseño de la empresa en el cual se incluyen los equipos que forman parte del proceso y para lo que fueron adquiridos y puestos en marcha para llegar a cubrir las necesidades de una organización permitiendo alcanzar sus metas.

(Burduk, 2017). El autor señala que la gestión de mantenimiento es aquel campo que posee información necesaria en cuanto al sistema que vincula el mantenimiento con la producción en cuanto a las operaciones de sus máquinas que se realizan actividades que puedan ser retroalimentadas por los clientes, el cual está conformado por aquellas aplicaciones empresariales que proporcionen apoyo.

(Crespo, 2018). Hace referencia que es necesario ejecutar de forma ordenada, es decir sistemática y principalmente organizada ante la gestión de mantenimiento, que se sienta en un compuesto de solicitudes que debe obtener componentes comunes en cuanto a la administración de sus recursos, planificación y control. Su fundamento se basa en el objetivo de cualquier organización que lo conlleva a realizar los trabajos y recursos de todos los colaboradores.

El mantenimiento se presenta como una estrategia en cuanto a la estructura de trabajo que debe seguir un orden y un sistema de gestión adecuados el cual se debe desarrollar mediante un proceso que sea de soporte ante los componentes de cada estrategia por ello se sostiene en las siguientes etapas. (Mora, 2017)

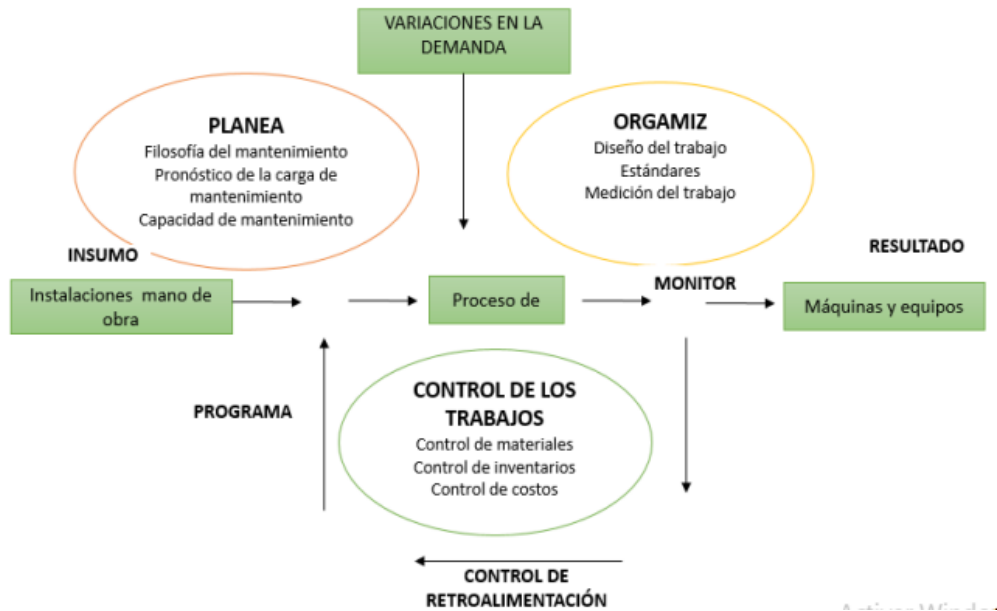


Figura 1. Etapas de la Gestión de Mantenimiento

Fuente: Mora, 2017

Se tiene la metodología de Deming que ayuda en la gestión de mantenimiento, como lo indica Nguyen (2020), constituyendo un círculo de calidad; es conocido como ciclo PHVA y permite lograr una mejora continua de un proceso para ayudar a mejorar la productividad y también la calidad de los productos o servicios desarrollados por la organización. Está constituido por 4 fases (Menéndez, 2018)



Figura 2. Ciclo de Deming

Fuente: (Chiuchi, 2021)

Para la variable **disponibilidad**, según (Lavado, 2020). Es un indicador que se mide para conocer el tiempo en que se emplea un proceso productivo en la que se determina horas en paradas por mantenimiento realizados horas en tiempos inoperativos de los diferentes equipos o maquinarias, está en función a los tiempos por mantenimiento, de trabajo y los fallos que presenta

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

MTBF: Tiempo medio para poner en marcha equipo

MTTR: Tiempo medio entre paradas

MTBF (Mean Time Between Failures). El indicador que mide el tiempo promedio entre las paradas es aquel indicador que tiene la finalidad de medir aquellas horas, minutos o segundos medios en el que puede ocurrir una falla entre otra (Iribeiroa y Godinab, 2019)

El MTBF tiende a su utilización en el área de mantenimiento para tipos de equipos reparables la cual deja de lado aquellos equipos que se desactivan ante la ejecución de mantenimientos preventivos o por realizar un reemplazo en un tipo de mantenimiento preventivo en cualquier Sistema o componente que se desgastan por su uso normal (Peyman y Farshid, 2019)

La fórmula del indicador MTBF se presente según la siguiente forma, (Rodrigo, 2017):

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

Por otro lado, tenemos que el tiempo medio de paradas el cual es conocido como el MTTR indicador del, es un indicador métrico que nos permite realizar un cálculo tomando el tiempo promedio que se requiere al operar una reparación por alguna falla generada en cualquier equipo maquinaria. Su cálculo está presentado ante una fórmula que se encuentra en función al tiempo en el que se usa para efectuar una

reparación y la cantidad de fallas que existen en ese periodo de tiempo determinado (Torell y Avela, 2020)

$$MTTR = \frac{\textit{Horas totales del Perido}}{\textit{Número de Paradas}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: es aplicada, según Lozada (2017), proporcionan datos usando métodos que al aplicarse al problema ayudarán a buscar técnicamente una solución adecuada a lo requerido

Este estudio se basa en proporcionar una base conocimiento para lograr los objetivos que el presente estudio requiere. Para el estudio, la base de conocimiento científico de las cuales tenemos fuentes confiables de los libros, tesis, revistas, artículos, papers referentes a temas de plan de gestión de mantenimiento y disponibilidad.

Enfoque de investigación: Según Hernández y Mendoza (2018). El presente informe de investigación toma la recolección y el análisis de los datos para de esta manera poder realizar el planteamiento del problema de un estudio, en este contexto utilizando métodos estadísticos para corroborar la veracidad y disimulo de la hipótesis. En este estudio la hipótesis viene a ser sometida a medir las variables analizadas mediante pruebas que el diseño de investigación y su recolección de datos son analizados y procesados mediante la estadística descriptiva.

Nivel de la investigación

Hernández y Mendoza (2018) expresa que un estudio explicativo es aquel que al constituir hipótesis (esta viene a ser conjeturas o posibilidades teóricas que pasan a ser comprobados empíricamente) que componen el marco teórico que será sometida a determinar su veracidad o falsedad con respecto a las mediciones de las variables.

Diseño de la investigación

Para este estudio posee un diseño experimental de tipo pre experimental, según Salas (2017), menciona que todo estudio que manipule de forma premeditada al menos una variable es de diseño aplicada es decir posee causas – efecto, de

esta manera al ser analizadas, se prepara para obtener los resultados como efecto ante la manipulación en un determinado espacio y tiempo.

La presente investigación será aplicada en la parte práctica con el diseño pre prueba /pos prueba en un mismo grupo, se pretende manipular la variable “Gestión de mantenimiento” y ver los efectos que tiene en la variable “disponibilidad”, que tuvo un periodo de revisión de datos por 3 meses antes de aplicar la gestión de mantenimiento O1(pre prueba) y una segunda observación que denotamos como O2 (post prueba) que tuvo un periodo de revisión de los datos por 2 meses después de implementar la gestión de mantenimiento.



Figura 3. Diseño del Proyecto de Investigación

3.2. Variables y operacionalización

Las variables a desarrollar estarán presentes en la matriz de operacionalización, el cual definimos de manera conceptual y cómo lo vamos a operar en este estudio.

Variable Independiente

Gestión de mantenimiento:

Es la parte fundamental en cualquier organización para certificar la persistencia de todas las actividades operativas, previniendo paralizar el proceso debido a fallas o averías que poseen las máquinas y equipos. En este sentido el mantenimiento debe ser constituido eficazmente ya que viene hacer un elemento primordial para generar competitividad y operatividad empresarial. (García, 2017).

AR: Cantidad de Actividades realizada

AR: Cantidad de Actividades realizada

Dimensión 1: Mantenimiento Preventivo

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

Dónde: MP = Tasa de mantenimiento preventivo

NMPE= Numero de mantenimiento preventivos ejecutados

NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados.

Dimensión 2: Plan de Mantenimiento de mejora

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

IC: índice de cumplimiento

AR: Cantidad de actividades realizadas

AP: Cantidad de actividades planificadas

Variable 2: Dependiente

Disponibilidad:

Es un indicador cuya función principal está vinculado al mantenimiento, el cual indica la acotación de los parámetros de la capacidad de la producción. Se define como aquella función en el que las máquinas se encuentren en óptimas condiciones para poder realizar la producción de un proceso en un tiempo determinado, es decir que no posea alguna parada por avería o falla. Buelvas et al (2014).

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

Dónde: MTBF = Tiempo medio entre fallas (horas)

MTTR = Tiempo medio entre reparaciones

Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas

Este indicador se encarga de medir los promedios de los tiempos en el cual una máquina se encuentra funcionando de manera óptima, su representada función se encarga de establecer el tiempo promedio transcurrido en el que sucede una falla tras otra. Salazar (2017).

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

Dónde: TBF = Tiempo entre fallas (horas)

n = cantidad de fallas

Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones

Este es un KPI de mantenimiento que ayuda obtener la medición en cuanto al tiempo que acontece un equipo cuando se Está realizando alguna actividad de mantenimiento, es decir el tiempo medio en qué necesita de la atención de algún tipo de mantenimiento ya será correctivo o preventivo. Salazar (2017).

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

Dónde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas)

n = cantidad de fallas.

En este estudio la matriz de operacionalización de las variables tanto la dependiente como la independiente están en el **Anexo N° 01**, conteniendo su definición conceptual, operacional, las dimensiones de cada variable con su respectivo indicador y formula siendo la escala de medición a razón por ser un tipo de investigación cuantitativa, que recolecta datos números para ser analizados estadísticamente.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población está conformada por un grupo de ítems con similares propiedades, y permiten lograr los objetivos diseñados (Hernandez & Mendoza, 2018). En esta investigación se tomó como población los 5 equipos fumigadoras, en operación en los meses de mayo a julio del 2023.

- **Criterios de inclusión:** Equipos de tipo fumigadoras, producción en meses sin campaña, reportes semanales.
- **Criterios de exclusión:** Los meses que se encuentran en campaña

Muestra:

Según (Hernandez & Mendoza, 2018), la muestra es una parte representativa de la población, es el objeto de estudio para el investigador; la muestra está conformada por 5 equipos fumigadoras, siendo equivalente a la población por la cantidad que representa.

Muestreo:

El muestreo es de tipo no probabilístico, considerando un muestreo por conveniencia ya que la población y la muestra son iguales. Porras (2017)

Unidad de análisis:

Para la unidad de análisis en este estudio está considerada (1) equipo fumigadora

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

En todo estudio netamente investigativo la información que se debe proporcionar debe tomar una técnica ante el recojo de información en un primer momento donde se utiliza distintos métodos para ser desarrollados en los diferentes contextos problemáticos, las técnicas que se ejecutan va a depender del diseño y tipo de investigación a tomar y esta sea adaptada al logro de los objetivos y en función a las variables que se utilizan, de ellos se puede construir las herramientas necesarias para poder ser analizadas y aprobadas según el contenido de su información (Carbajal, 2019).

Análisis Documental: Está definida como aquel proceso de análisis que pretende identificar aquellos medios de un todo para lograr ser apartados ante la inspección que va de acuerdo al logro y la noción de sus demás elementos. Alarcón (2019).

Observación directa: Rouse (2021), menciona que es el procedimiento donde el investigador se limita a observar y tomar nota de todos los fenómenos que acontecen en una determinada variable, siendo estos datos registrados para después ser contratados

Instrumentos de recolección de datos

Para el autor Hernández y Mendoza (2018). Define que los instrumentos vienen a ser los medios donde se puede recolectar información necesaria con la única finalidad de obtener y depositar información relevante ante una necesidad investigativa lo cual es considerado como una herramienta.

Fichas de recolección de datos: Es aquel documento que incorpora un histórico de datos en el que Su contenido posee información diaria, semanal en cuanto a un proceso de registro en un tiempo determinado

Tabla 1. Técnicas e instrumentos a utilizar

VARIABLE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Gestión de Mantenimiento (Anexo 2)	Observación directa	Encuesta de la Gestión de Mantenimiento
	Análisis documental	Ficha de registro de Mantenimientos
Disponibilidad (Anexo 3)	Análisis documental	Ficha de recolección de datos de la Investigación para medir la Disponibilidad, MTBF, MTTR

Fuente: Elaboración propia

Validez del instrumento

La validez en esta investigación según el autor Hernández y Mendoza (2018) el cual Define Qué es aquel grado en el que una teoría se evidencia bajo la sustentación y una fundamentación que tenga un grado de criterio específico ante su medición con valores cuantitativos y sea calificado para poder determinar que la variable es adecuada en un estudio. Para la investigación se realiza la validez de los instrumentos de medición ante el juicio de tres expertos especialistas en la materia y el campo investigativo, cuyos resultados son aceptables y calificados ante su aprobación proporcionada en el **Anexo N° 04**.

Tabla 2. Resultados de validez del Juicio de Expertos

N°	Especialidad	Grado/ Nombres y apellidos	Resultado
1	Ing. Industrial	Mg. Lino Rolando Rodríguez Alegre	Aplicable
2	Ing. Industrial	Mg. Jaime Enrique Molina Vílchez	Aplicable
3	Ing. Industrial	Mg. José La Rosa Zeña Ramos	Aplicable

Fuente: Certificado de Valides de Instrumentos

Confiabilidad del instrumento de medición

Determinar la confiabilidad para los resultados que se obtienen en los instrumentos de medición en una investigación debe ser veraz y coherente, la cual debe abordar un método de medición en cuanto a su estabilidad. Por ello en este estudio se utiliza el método de confiabilidad por tes - retest, test ya que mediante la misma herramienta Es sujeta a utilizarse en más de dos momentos en un periodo de tiempo corto (Hernandez & Mendoza, 2018)

3.5. Procedimientos

Los procedimientos se realizarán según la siguiente figura:

DIAGNOSTICAR

Se realizara el diagnostico de los procesos que realiza la empresa, la medición de los indicadores de la variable dependiente disponibilidad y un checklist de diagnostico sobre la gestión de mantenimiento actual en la empresa y la determinación de las causas al problema

DETERMINAR

Se determinara el efecto entre las variables, para constatar la hipótesis de esta investigación en el cual se medirá si posee significancia con respecto a las pruebas de estadística inferencial



IMPLEMENTAR

Se realizara la implementación de acuerdo a los pasos a seguir para realizar un plan de mejora utilizando como ejecución de actividades al mantenimiento preventivo y el mantenimiento centrado en la confiabilidad

EVALUAR

Se realizaran las evaluaciones en cuanto a la variable disponibilidad después de haber implementado el plan de mejora de gestión de mantenimiento para realizar la comparación del antes y después

Figura 4. Procedimientos del Proyecto de Investigación

3.6. Método de análisis de datos

Porta Chanco (2018), manifestó que “El análisis de datos se efectúa sobre la matriz de datos utilizando un programa computacional”. “Una vez que los datos se han codificado, transferido a una matriz, guardado en un archivo y “limpiado” los errores, el investigador procede a analizarlos”. Se medirá la disponibilidad de las maquinas fumigadoras, respecto al **análisis estadístico descriptivo** en el cual nos agenciamos del software SPSS, describiendo la mejora de la variable antes y después de la implementación con un análisis de la media, moda, varianza, mediana y desviación estándar.

Para el método **estadístico inferencial**, es el que utiliza una muestra aleatoria en el que se realiza inferencias en la población, para realizar la contrastación de la prueba de hipótesis se recurre a la ayuda del SPSS. El que se encuentran dos estadísticos de prueba de normalidad de los datos; Shapiro Wilk, en el que utiliza muestras pequeñas $n < 50$, y Kolmogórov-Smirnov para muestras grande $n > 50$, si tienen una distribución normal, se realizará el uso de prueba de T de Student en caso de que los datos sean

paramétricos y Kolmogorov-Smirnov en caso de ser no paramétrico, es decir no posean una distribución normal.

3.7. Aspectos éticos

Durante el diseño del estudio se tuvieron en cuenta los principios éticos señalados en la guía del programa de la Universidad César Vallejo para el desarrollo de proyectos de investigación, los cuales integran: la beneficencia, puesto que el investigador busca incrementar conocimientos científicos; Autonomía, ya que se referenciará por medio de la normativa ISO, lo mencionado por otros autores reconocimiento los aportes científicos de los mismos; Justicia, puesto que no se tratara de manera indiferente a las personas que se relacionen con la investigación o el desarrollo de la misma, a la vez se tomara los artículos establecidos por el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo para realizar una investigación que nos permita la obtención del título profesional. Finalmente se respetará la normativa establecida del porcentaje de turnitin menor o igual al 20%.

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico de la situación actual de la empresa y evaluar la disponibilidad inicial de las Maquinas fumigadoras en la empresa.

4.1.1. Acerca de la empresa

La empresa en estudio pertenece al sector agroindustrial la cual se dedica al cultivo producción y exportación de productos del sector alimenticio. La empresa tiene como actividades económicas a la agricultura por extracción primaria de los recursos naturales como son mediante el cultivo de hortalizas y frutas, como son el esparrago, palto y arándano. Estas actividades se extienden desde la plantación y cultivo, hasta la extracción y procesamiento de productos terminados. Por lo que se le atribuye el concepto de Agroindustria.

Dicha empresa como cualquier otra en el rubro se ve en la necesidad de optimizar sus procesos para lo que necesita de profesionales calificados que estén comprometidos con la mejora continua y el crecimiento de la organización. Por ende, los ingenieros industriales son los que tienen mayor demanda laboral de las agroindustrias, por ser quienes tienen uno de los objetivos en la optimización de los procesos. La empresa está ubicada en el departamento de la Libertad, Virú.



Figura 5. Ubicación de la Empresa agroindustrial

La empresa inicio sus actividades en el año 1991, su proceso inicia con el cultivo se sus productos, los cuales son exportados a diferentes países europeos gracias a su alta demanda, sus ventas llegan aproximadamente a los 10 millones de dólares anuales, la empresa en estudio inicio sus actividades en la costa peruana, esparciéndose con el tiempo en otras regiones del país.

Su crecimiento rápidamente en cuanto a la expansión de sus tierras como parte de sus cultivos en otras regiones del Perú debido a la diversidad climática que posee nuestro país, tomando en cuenta la atomización de las áreas agrícolas como parte inicial de su proceso que es el cultivo de estos productos.



Figura 6. Productos de la Empresa agroindustrial

El propósito de la empresa en estudio es transformar realidades para mejorar vidas, con la aspiración de ser el aliado más confiable y eficiente para nuestros clientes, trabajadores, comunidad y proveedores

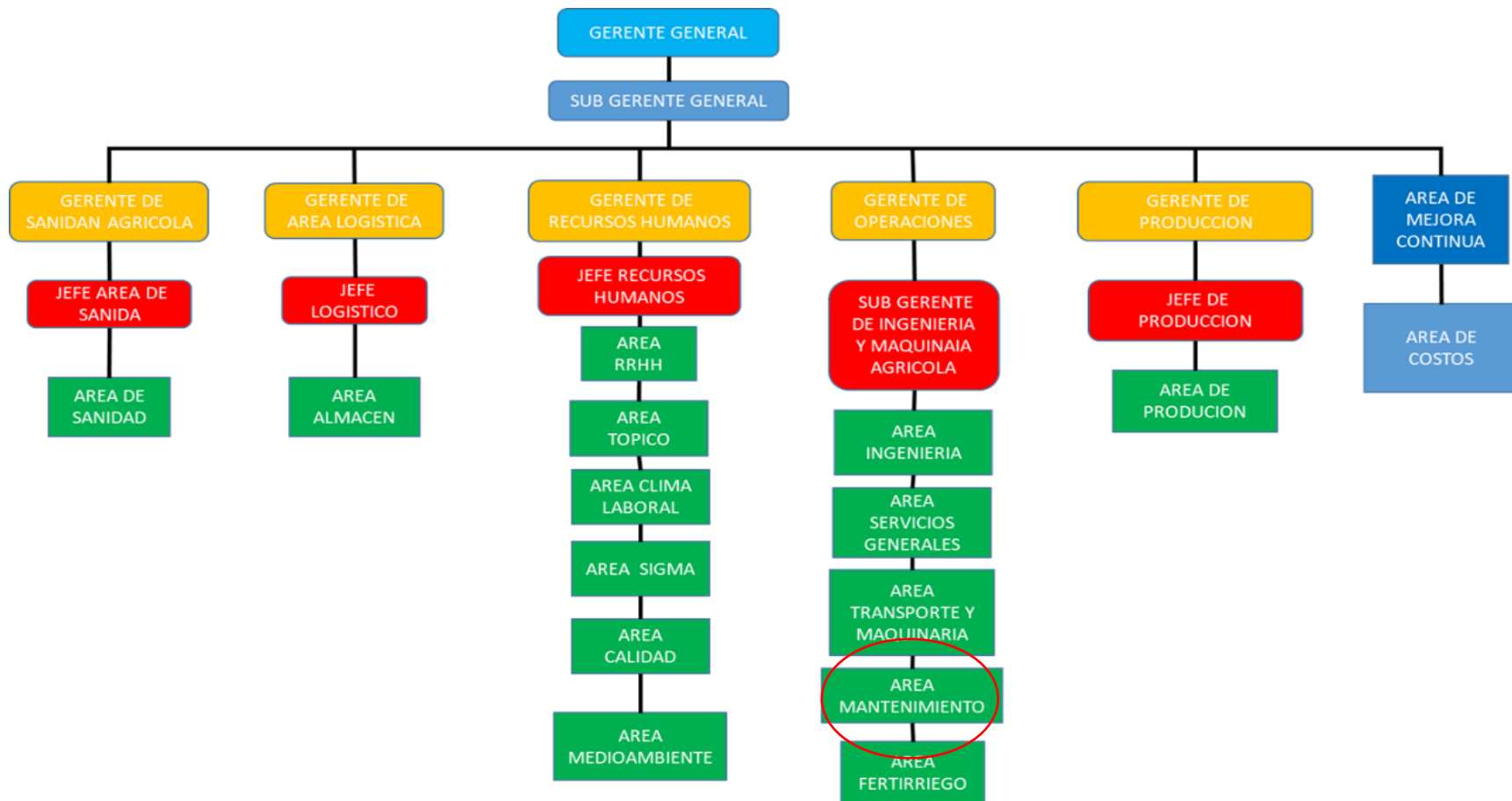


Figura 7. Organigrama de la Empresa agroindustrial

Según la figura 7 se presenta el organigrama de la empresa en la cual este estudio se enfatiza en el área de mantenimiento, la estructura organizacional según su jerarquía se tiene al gerente general al subgerente y las gerencias por parte de sanidad agrícola, operaciones, de y de mejora continua la cual procede su jerarquía con sus jefaturas y sus

respectivas áreas por cada gerencia. El área de mantenimiento es donde se enfatiza la problemática en ese trabajo exhaustivo el cual se tienen los problemas identificados ante las máquinas fumigadoras pertenecientes al área de fertirriego

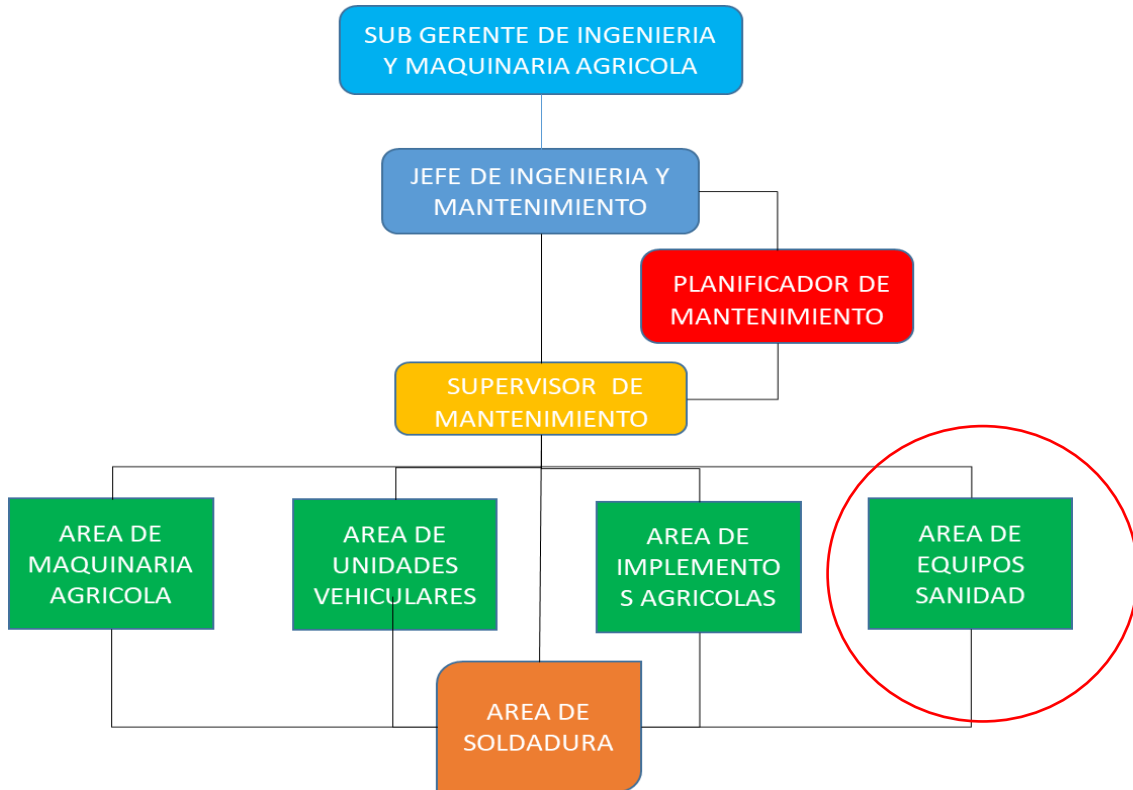


Figura 8. Organización del área de mantenimiento

Con la finalidad de especificar el estudio se tiene del área de mantenimiento ante su jefatura de ingeniería en la figura 8 se identifica el área de equipos de sanidad, la cual es de Vital importancia debido al protocolo sanitario sectorial de la actividad económica en este estudio al realizarse en una empresa que efectúa la extracción de la materia prima ante su cultivo y para realizar las medidas preventivas se efectúan ante la producción del proceso de siembra por lo que se rige a gestionar eficientemente aquellos equipos que intervienen ante la aparición de plagas o enfermedades que afecten su cultivo y cosecha, por eso es necesario mantener activos de la empresa disponibles para así no afectar la productividad de la organización.



Figura 9. Máquina fumigadora

4.1.2. Mapa de Procesos

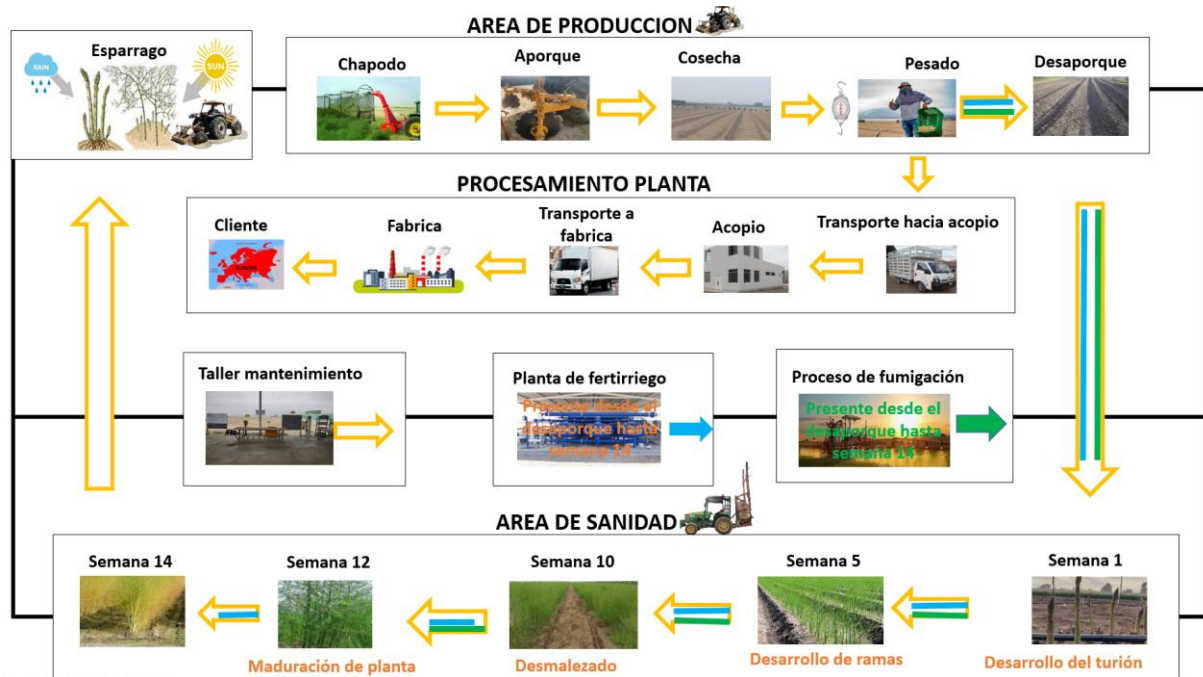


Figura 10. Mapa de Procesos de la Empresa

4.1.3. Inventario de Máquinas

Tabla 3. Inventario de Maquinas Fumigadoras

Equipo	Máquina Fumigadora	Año Fabricación
JACTO JP #05	JACTO JP150 800L #05	2018
JACTO JP #06	JACTO JP150 800L #06	2016
VALENCIA #01	VALENCIA JP 300 #01	2017
FEDE FUT #01	FEDE FUTUR 2000 #01	2018
OCTOPUS #05	OCTOPUS #05	2017

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Cálculo de la disponibilidad

a. Detalle Mensual

Con la finalidad de calcular los valores MTBF y MTTR, de la tabla anterior, se realizó la revisión de las hojas de incidencias del cada uno de las máquinas en estudio, donde a partir de los datos que fueron recolectados se determinó el cálculo de los indicadores mencionados

Tabla 4. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad – mayo 23

may-23		JACTO JP #05	JACTO JP #06	VALENCIA #01	FEDE FUT #01	OCTOPUS #05
Horas de trabajo		186.000	186.000	186.000	186.000	186.000
Numero de fallas		7	9	8	10	6
Horas de parada		26.500	35.500	27.020	39.500	25.000
DISPONIBILIDAD POR EQUIPO		0.890	0.858	0.809	0.855	0.788
MTBF - Hrs	Por Equipos	22.786	16.722	19.873	14.650	26.833
	Por Flota	19.754		20.452		
DISPONIBILIDAD POR FLOTA		0.836		0.842		
MTTR - Hrs	Por Equipos	3.786	3.944	3.378	3.950	4.167
	Por Flota	3.865		3.831		
DISPONIBILIDAD DEL MES		0.8399				

Fuente: Elaboración propia

Según los valores que se obtuvieron, el promedio de la disponibilidad fue de 83.99% en el mes de mayo.

Tabla 5. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad - junio 23

jun-23		JACTO JP #05	JACTO JP #06	VALENCIA #01	FEDE FUT #01	OCTOPUS #05
Horas de trabajo		180.000	180.000	180.000	180.000	180.000
Numero de fallas		7	16	6	11	7
Horas de parada		28.000	42.500	13.130	56.300	24.930
DISPONIBILIDAD POR EQUIPO		0.844	0.764	0.927	0.687	0.862
MTBF - Hrs	Por Equipos	21.714	8.594	27.812	11.245	22.153
	Por Flota	15.154		20.403		
DISPONIBILIDAD POR FLOTA		0.820		0.849		
MTTR - Hrs	Por Equipos	4.000	2.656	2.188	5.118	3.561
	Por Flota	3.328		3.623		

DISPONIBILIDAD DEL MES	0.8393
-------------------------------	---------------

Fuente: Elaboración propia

Según los valores que se obtuvieron, el promedio de la disponibilidad fue de 83.93% en el mes de junio.

Tabla 6. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad – julio 23

jul-23		JACTO JP #05	JACTO JP #06	VALENCIA #01	FEDE FUT #01	OCTOPUS #05
Horas de trabajo		186.000	186.000	186.000	186.000	186.000
Numero de fallas		6	10	6	10	7
Horas de parada		21.000	40.000	21.500	47.150	24.000
DISPONIBILIDAD POR EQUIPO		0.913	0.887	0.785	0.884	0.747
MTBF - Hrs	Por Equipos	27.500	14.600	27.417	13.885	23.143
	Por Flota	21.050		21.482		
DISPONIBILIDAD POR FLOTA		0.883		0.849		
MTTR - Hrs	Por Equipos	3.500	4.000	3.583	4.715	3.429
	Por Flota	3.750		3.909		
DISPONIBILIDAD DEL MES		0.8471				

Fuente: Elaboración propia

Según los valores que se obtuvieron, el promedio de la disponibilidad fue de 84.71% en el mes de julio.

b. Disponibilidad por equipos

Ahora de acuerdo a los 3 meses revisados, se presenta un resumen promedio de la disponibilidad por cada uno de los equipos

Tabla 7. Disponibilidad por Equipos

Equipo	Horas Trabajadas	Horas Parada	Nro Fallas	MTBF	MTTR	Disponibilidad
JACTO JP #05	184.00	25.17	6.67	23.83	3.78	86.32%
JACTO JP #06	184.00	39.33	12.00	12.06	3.28	78.62%
VALENCIA #01	184.00	20.55	6.67	24.52	3.08	88.83%
FEDE FUT #01	184.00	47.65	10.33	13.20	4.61	74.10%
OCTOPUS #05	184.00	24.64	6.67	23.90	3.70	86.61%

Disponibilidad Promedio: 82.90%

Como se puede apreciar todos los equipos tienen una disponibilidad menor a 90% y donde el equipo FEDE FUT #01 es el que llega a 74.10% y la disponibilidad promedio fue de 82.90%

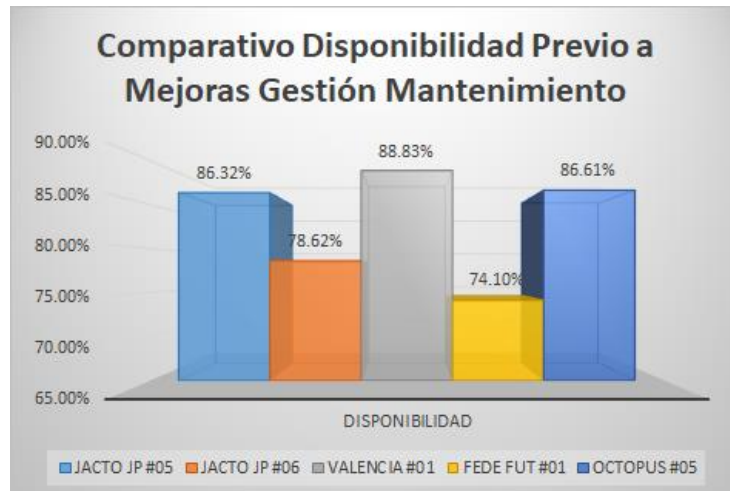


Figura 11. Comparativo de la disponibilidad por Equipo

También, se tiene la evolución mensual de la disponibilidad



Figura 12. Evolución de la disponibilidad actual mensual

Note que la disponibilidad, se mantiene en un rango que fluctúa los valores comprendidos entre el 83 al 85%

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

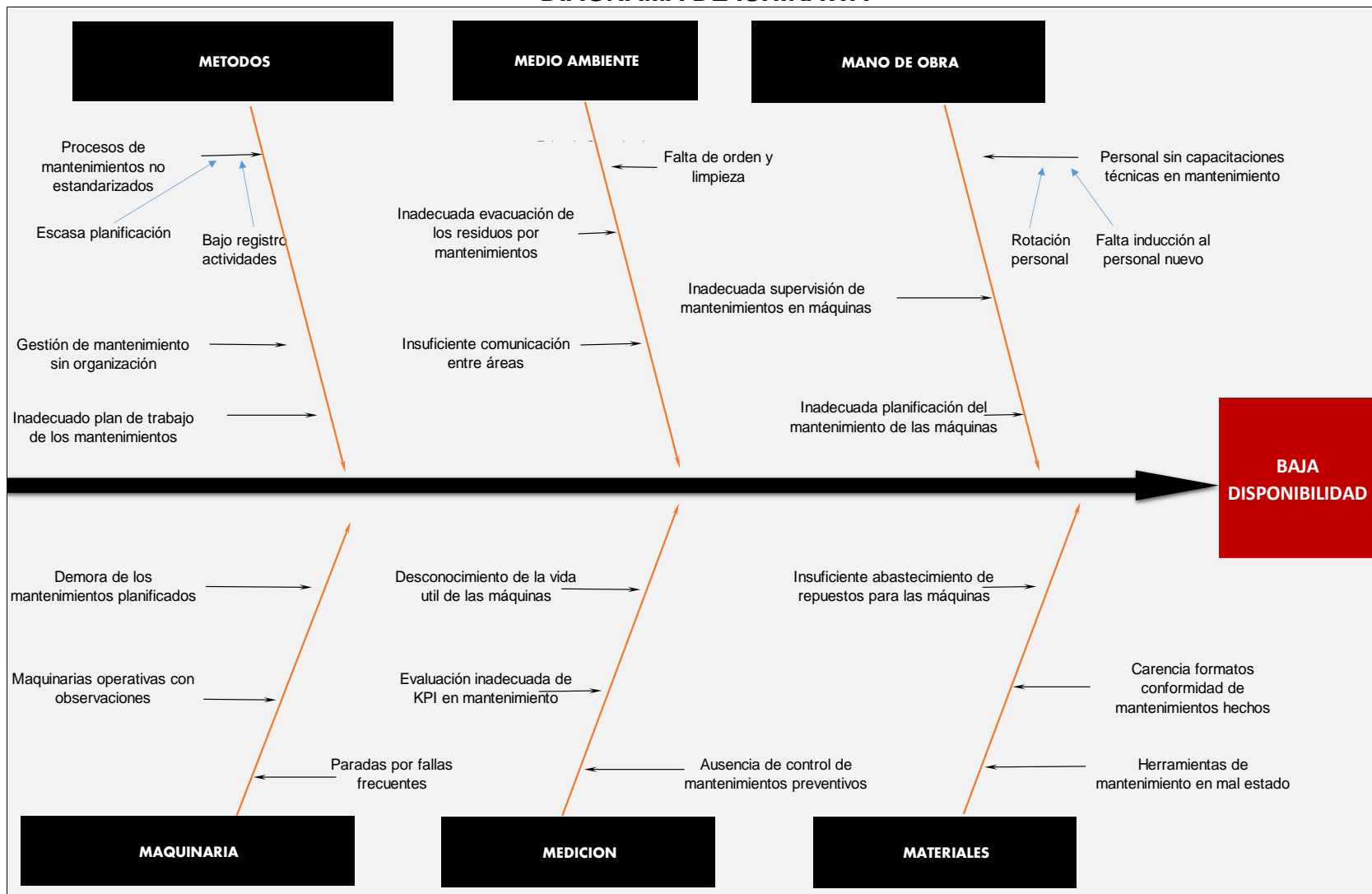


Figura 13. Diagrama de Causa efecto de la baja disponibilidad en las maquinas fumigadoras

Según el diagrama causa efecto presentado, se identificaron 18 causas que origina la baja disponibilidad, las que se agruparon en 6 categorías y en base a la reunión tenida, se procedió a la valorización de cada una de ellas, la misma que se muestra a continuación:

Tabla 8. Valoración de causas

CR	CAUSA	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	Total
C1	Insuficiente abastecimiento de repuestos para las máquinas	5	5	5	3	5	3	3	3	5	3	3	3	3	5	5	1	1	3	59
C2	Herramientas de mantenimiento en mal estado	3	5	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	15
C3	Personal sin capacitaciones técnicas en mantenimiento	5	5	5	5	5	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	3	5	5	75
C4	Inadecuada supervisión de mantenimientos en máquinas	3	1	3	5	1	3	3	1	1	1	3	3	1	1	0	0	1	1	27
C5	Inadecuada planificación del mantenimiento de las máquinas	5	3	5	5	5	3	3	3	1	5	5	5	5	1	1	5	5	1	61
C6	Carencia formatos conformidad de mantenimientos hechos	5	5	5	3	3	5	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3	51
C7	Desconocimiento de la vida útil de las máquinas	1	0	1	1	0	0	5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	6
C8	Ausencia de control de mantenimientos preventivos	3	3	1	1	3	5	3	5	5	5	5	5	5	3	3	1	3	5	59
C9	Evaluación inadecuada de KPI en mantenimiento	5	5	3	3	3	3	3	5	5	5	5	3	3	3	1	1	3	3	57
C10	Procesos de mantenimientos no estandarizados	1	1	3	5	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	3	3	5	5	67
C11	Gestión de mantenimiento sin organización	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	1	3	1	73
C12	Inadecuado plan de trabajo de los mantenimientos	5	5	5	5	3	3	1	5	3	3	3	5	3	3	3	3	1	5	59
C13	Insuficiente comunicación entre áreas	3	3	1	1	1	3	1	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3	19
C14	Inadecuada evacuación de los residuos por mantenimientos	1	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	5	1	1	0	0	11
C15	Falta de orden y limpieza	3	3	3	3	0	1	1	3	3	3	1	1	3	3	5	1	1	1	34

C16	Demora de los mantenimientos planificados	5	5	5	5	3	5	3	3	3	5	5	5	3	5	5	3	1	69
C17	Maquinarias operativas con observaciones	5	5	3	5	5	3	5	3	5	5	3	3	5	5	1	3	3	67
C18	Paradas por fallas frecuentes	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	85

Fuente: Elaboración propia

Para luego establecer su priorización, tal como se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 9. Priorización de causas

Ítem	Causa	Puntaje	%	Puntaje Acumulado	%Acum
1	Paradas por fallas frecuentes	85	9.5%	85	9.5%
2	Personal sin capacitaciones técnicas en mantenimiento	75	8.4%	160	17.9%
3	Gestión de mantenimiento sin organización	73	8.2%	233	26.1%
4	Demora de los mantenimientos planificados	69	7.7%	302	33.8%
5	Procesos de mantenimiento no estandarizados	67	7.5%	369	41.3%
6	Maquinarias operativas con observaciones	67	7.5%	436	48.8%
7	Inadecuada planificación del mantenimiento de las máquinas	61	6.8%	497	55.6%
8	Insuficiente abastecimiento de repuestos para las máquinas	59	6.6%	556	62.2%
9	Ausencia de control de mantenimientos preventivos	59	6.6%	615	68.8%
10	Inadecuado plan de trabajo de los mantenimientos	59	6.6%	674	75.4%
11	Evaluación inadecuada de KPI en mantenimiento	57	6.4%	731	81.8%
12	Carencia formatos conformidad de mantenimientos hechos	51	5.7%	782	87.5%
13	Falta de orden y limpieza	34	3.8%	816	91.3%
14	Inadecuada supervisión de mantenimientos en máquinas	27	3.0%	843	94.3%
15	Insuficiente comunicación entre áreas	19	2.1%	862	96.4%
16	Herramientas de mantenimiento en mal estado	15	1.7%	877	98.1%
17	Inadecuada evacuación de los residuos por mantenimientos	11	1.2%	888	99.3%
18	Desconocimiento de la vida útil de las máquinas	6	0.7%	894	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, 11 causas, representan alrededor del 80% de causas aproximadamente. En base a estas causas priorizadas se realizará la gestión del mantenimiento.

Lo descrito anteriormente, se puede observar en el diagrama de Pareto

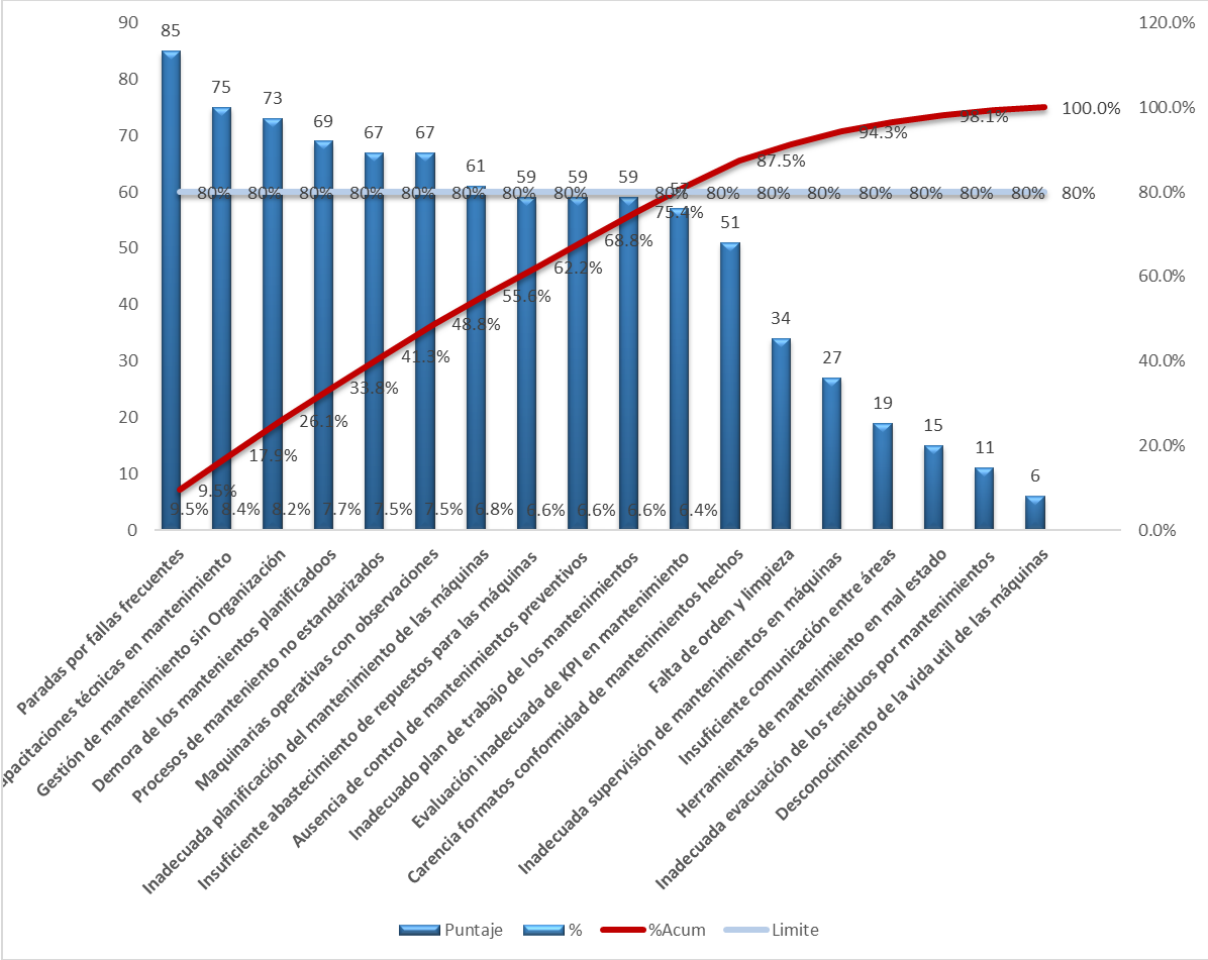


Figura 14. Diagrama de Pareto

Se cuantificaron los costos de cada una de las causas, las mismas que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 10. Costos para las causas priorizadas

Cantidad (meses)	Causa	Costo por Hora	Pérdida en Horas	Costo Horas Perdidas
2	Paradas por fallas frecuentes	7.81	157.34	2,457.70
2	Personal sin capacitaciones técnicas en mantenimiento	6.77	13	176.02
2	Gestión de mantenimiento sin Organización	7.81	20	312.40
2	Demora de los mantenimientos planificados	7.81	25	390.50
2	Procesos de mantenimiento no estandarizados	6.77	15	203.10
2	Maquinarias operativas con observaciones	6.77	39.34	532.66
2	Inadecuada planificación del mantenimiento de las máquinas	7.81	20	312.40
2	Insuficiente abastecimiento de repuestos para las máquinas	6.77	15.73	212.98
2	Ausencia de control de mantenimientos preventivos	1.56	15.73	49.08
			TOTAL(S/.)	4,646.85

Fuente: Elaboración propia

c. Evaluación de la gestión de mantenimiento

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

- IC: Indicador de Cumplimiento de mantenimiento preventivo
- MP: Indicador de Ejecución de mantenimiento preventivo

Indicador de Cumplimiento (IC)

Se tuvo como datos:

- Cantidad de Actividades realizadas
- Cantidad de Actividades planificadas

Tabla 11. Indicador de Cumplimiento

Mes	Cantidad Actividades Realizadas	Cantidad Actividades Planificadas	OTM
Mayo	9	15	60.00%
Junio	8	16	50.00%
Julio	9	16	56.25%
Total	26	47	55.32%

Fuente: Elaboración propia

El promedio en los meses procesados corresponde a 55.32%, del indicador de cumplimiento.

Indicador Tasa de Mantenimiento Preventivo (MP)

Para este indicador, se obtuvieron los datos de la:

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

Los resultados se pueden ver:

Tabla12. Tasa de Mantenimiento Preventivo

Mes	Cantidad Mantenimiento Preventivo Realizados	Cantidad Mantenimiento Preventivo Programados	ETM
Mayo	28	40	70.00%
Junio	29	45	64.44%
Julio	25	41	60.98%
Total	82	126	65.08%

Fuente: Elaboración propia

La tasa de mantenimiento obtenida fue de 65.08%, lo cual deja un alto margen de atenciones no efectuadas oportunamente

4.2 Diseño de un plan de gestión de Mantenimiento para las maquinas fumigadoras

Luego de realizar la reunión con los responsables del área y de informar los valores de los indicadores de la disponibilidad, se procedió a realizar la propuesta de mejoras con el compromiso asumido por los responsables de su diseño y ejecución, tomando como base el ciclo de Deming y sus 4 fases, para el diseño del plan de (Planificar) y para la Implementación las otras 3 (Hacer, Verificar y Accionar).

Tabla13. Determinación de solución y herramientas en la Gestión de mantenimiento

CAUSA A PRIORIZAR	SOLUCIÓN	MEJORA PROPUESTA
Paradas por fallas frecuentes	Se establece un programa de mantenimiento basado en un cronograma establecido	AMEF
Personal sin capacitaciones técnicas en mantenimiento	Plasmar adecuadamente de acuerdo a las condiciones de trabajo.	Programa de Capacitación
Gestión de mantenimiento sin organización	Plasmar adecuadamente las actividades acordes a las condiciones de trabajo para efectuar los mantenimientos	Creación de Procedimiento
Inadecuado plan de trabajo de los mantenimientos		
Demora de los mantenimientos planificados	Establecer las actividades del mantenimiento preventivo y documentar en procedimiento	Programa de Mantenimiento
Procesos de mantenimiento no estandarizados		
Maquinarias operativas con observaciones	Conocer el progreso de las actividades de mantenimiento para evitar fallas o paradas.	Check List
Inadecuada planificación del mantenimiento de las maquinas	Se establece un programa de mantenimiento basado en un cronograma establecido y además se incluye un Tablero Comando para seguimiento con KPIs	Programa de Mantenimiento y Tablero de Comando
Inadecuado Plan de trabajo de los mantenimientos		
Ausencia de control de mantenimientos preventivos	Se establece un conjunto de KPIs para control de mantenimiento	Tablero de comando en Excel y Power BI
Evaluación inadecuada de KPI en mantenimiento		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Las 5 W- 2H para mejoras

#	Mejora de propuesta	5W					2H	
		What?	Why?	Who?	When?	Where?	How?	How much?
		¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Cómo?	¿Cuánto?
1	Implementar Procedimiento	Definir actividades y responsables para cada uno de ellas.	Evitar tareas repetitivas	Patrick Gutiérrez	30/10/2023	Área de mantenimiento,	Revisando actividades que se desarrollan	40 horas
2	Programa de mantenimiento	Establecer un programa de mantenimiento preventivo que incluya actividades, fechas y responsables	Alcanzar tiempo establecidos	Josue Ruiz	02/11/2023	Área de mantenimiento	Cuantificando actividades	32 horas
3	Plan de Capacitación	Elaborar un programa de capacitación, en base a temas de mayor impacto en la mejora de las operaciones de mantenimiento	Mejorar operaciones	Expertos del proceso Patrick Gutiérrez	28/10/2023	Sala de Capacitaciones	Contratando un experto en atención	16 horas
4	Programa de Mantenimiento	Determinar acciones que requieran un control, y verificación del cumplimiento	Ayudar a la ejecución correcta de mantenimiento	Josue Ruiz	28/10/2023	Área de Mantenimiento	Evaluando propuestas de empresas	16 horas
5	Implementar Tablero Comando en Excel y Power BI	Gestionar en base a KPIs el proceso de mantenimiento	Supervisar rendimiento del proceso	Patrick Gutierrez, Josue Ruiz	03/11/2023	Área de Mantenimiento.	Realizando medición de objetivos	20 horas

Fuente: Elaboración propia

Cronograma de Mejoras

Este es el cronograma propuesto para la ejecución de las mejoras propuestas

Tabla 15. Cronograma de mejoras propuestas

Mejora	Actividades	Set		Octubre				Nov				Dic	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Implementar Procedimiento				■	■	■	■						
	Proponer alcance			■									
	Especificar contenido			■									
	Definir Actividades				■	■							
	Preparar Flujo					■							
	Elaborar Documento						■						
AMEF				■	■	■	■						
	Definir fallas funcionales			■									
	Identificar modo de fallas			■									
	Determinar el efecto de las fallas					■							
	Identificar causas					■	■						
	Cuantificar; gravedad, ocurr y detecc						■	■					
	Proponer acción proactiva							■					
Plan de Capacitación						■	■						
	Temas a tratar			■									
	Definir programación					■							
	Especificar perfil de Trainer					■							
						■							
						■							
						■							
						■							
						■							
						■							
	Preparar Programa						■						
Programa de mantenimiento						■	■						
	Identificar alcance					■							
	Identificar responsables					■							
	Definir contenido						■						
	Preparar Check List						■						
Implementar Tablero Comando en Excel y Power BI				■	■	■	■						
	Determinar objetivos			■									
	Preparar indicadores					■							
	Elaborar Tablero						■						
	Configurar KPI							■					

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se elaboró el presupuesto para las mejoras establecidas, considerando, los rubros de los materiales y el número de horas hombre que demanda cada una de las mejoras. Tal como se muestra a continuación.

Tabla 16. Presupuesto del Plan de Mejoras

Mejora	ítem	Cantidad	Prec Unitario	Subtotal	Total
Implementar Procedimiento					800.00
	Materiales	1	350.00	350.00	
	Horas Hombre	15	30.00	450.00	
AMEF					770.00
	Materiales	1	320.00	320.00	
	Horas Hombre	15	30.00	450.00	
Plan de Capacitación					800.00
	Materiales	1	350.00	350.00	
	Horas Hombre	15	30.00	450.00	
Programa de Mantenimiento					710.00
	Materiales	1	350.00	350.00	
	Horas Hombre	12	30.00	360.00	
Implementar Tablero Comando					665.71
	Alquiler	12	38.12	457.38	
	Horas Hombre	20	10.42	208.33	
				Total	3,745.71

Fuente: Elaboración propia

4.3 Implementación de acciones para el cumplimiento del plan de gestión de mantenimiento.

4.3.1. Implementación de procedimiento

a. Planificar

Las actividades a desarrollar para la elaboración del procedimiento se indican a continuación.

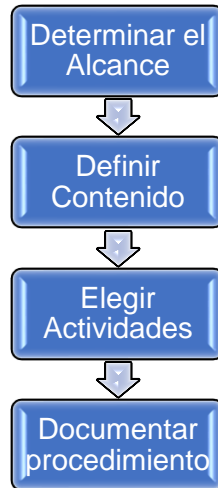


Figura 15. Actividades preparar procedimiento

Ahora se muestra las actividades y fechas programadas de ejecución de las actividades.

Tabla 17. Cronograma elaboración de procedimiento.

Actividad Planificada	Fecha
Determinar Alcance	15/09/2023
Definir Contenido	17/09/2023
Elegir Actividades	22/09/2023
Documentar procedimiento	29/09/2023

Fuente: Elaboración propia

b. Hacer

Determinar alcance:

El procedimiento que se desarrolló tuvo como alcance la aplicación de una serie de actividades para preparar el Mantenimiento en máquinas fumigadoras de la empresa Agroindustrial Viru

Definir contenido

Incluye los elementos siguientes, y que formarán parte de la documentación:

- Introducción
- Alcance
- Actividades y Responsables
- Diagrama de Actividades
- Consideraciones

Elegir actividades

Se consideraron 15 actividades

Muestra del Diagrama

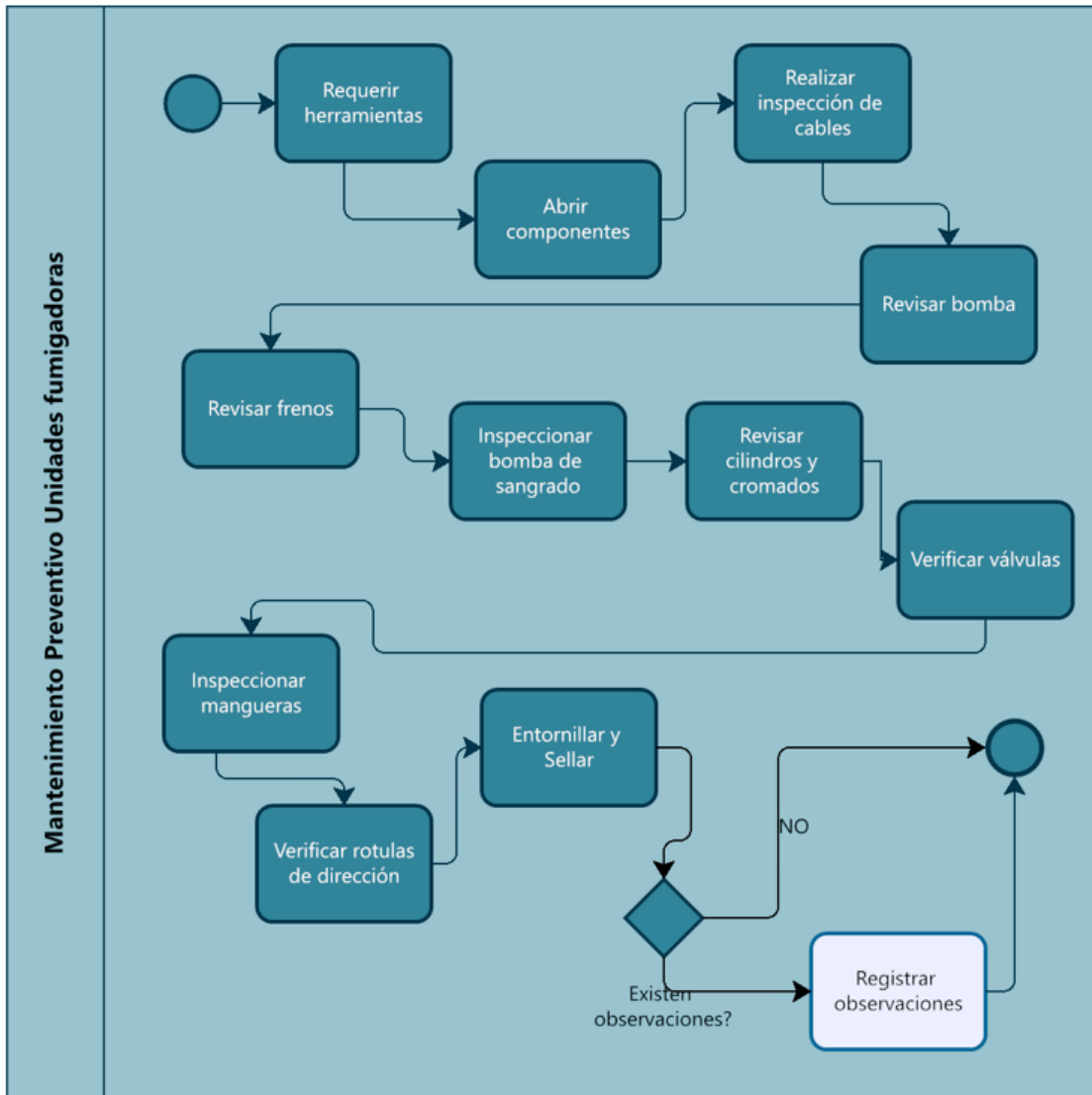


Figura 16. Diagrama de MP

Documentar Procedimiento

CÓDIGO	VERSION	PÁGINAS	VIGENCIA	PRÓX. REVISIÓN
TMA-PLN-167	000	4	08-agosto-2023	08-agosto-2024

ALCANCE: Mantenimiento - Máquinas Fumigadoras

**PROCEDIMIENTO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Índice Nº Páginas

c. Verificar

Se determinó el seguimiento del cumplimiento de actividades que componen el procedimiento, el cual se aprecia, en el comparativo de la tabla siguiente

Tabla 18. Cronograma de actividades realizadas y no realizadas

Fecha	Total actividades	Actividades realizadas	Actividades no realizadas	% correctas
5/10/2023	12	9	3	75%
7/10/2023	12	10	2	83%
9/10/2023	12	10	2	83%
12/10/2023	12	12	0	100%
14/10/2023	12	12	0	100%

Fuente: Elaboración propia

El cumplimiento total en forma progresiva, se llegó alcanzar el 100% de acuerdo a lo planificado

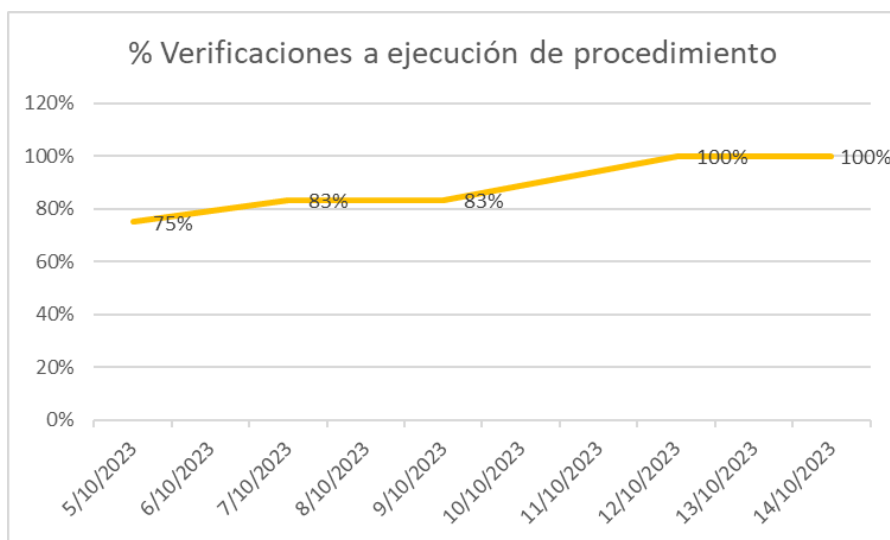


Figura 17. Verificación de procedimiento

Ahora se muestra parte de la ejecución del procedimiento establecido, en la gráfica siguiente:



Figura 18. Aplicación del procedimiento

d. Actuar

- a. Realizar supervisiones de forma aleatoria para determinar el nivel de cumplimiento del procedimiento establecido.
- b. La aplicación que se realice al procedimiento debe ser siguiendo la secuencia establecida.
- c. Efectuar revisiones periódicas al procedimiento actual a fin de lograr una mejora continua al proceso.

4.3.2. Análisis AMEF

Se procedió a realizar el AMEF a cada una de las 5 unidades, las mismas que pueden verse a continuación.

Tabla 19. AMEF JACTO JP #05

		ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)							Área:	
									Mantenimiento de Equipos	
									Fecha:	
AREA:		CAMPO								
DPTO:		MANTENIMIENTO								
EQUIPO:		JACTO JP #05								
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Baja presión de la bomba	Vibración de Manguera	Obstrucción de filtro en línea y prefiltros	Mecánicas	Exceso de impurezas (premezcla)	7	5	6	210	Establecer procedimiento de abastecimiento.
		Falla de bomba	Incremento vibración, ocasionando diversos daños en otros componentes.	Mecánicas	Desgaste, Soltura mecánica	8	4	5	160	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
		Rotura de cardan	Culmino de operación inmediatamente	Mecánicas	Falta de lubricación	7	6	6	168	Inspeccionar componentes
		Rotura de pernos	Pernos desunidos de la base de bomba	Mecánicas	Pernos mal ajustados o vencidos	7	4	4	112	Revisar ajuste de pernos al finalizar actividad
	Falla estructural	Rotura de aguilonos	Parada de Operación	Mecánicas	Por tardío en esquivación de obstáculos	7	5	5	175	Capacitar al personal en una operación sincronizada
		Desgaste de bocinas	Incremento de deterioro de componentes	Mecánicas	Por desgaste	6	5	4	120	Realizar cambios cada tiempo determinado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. AMEF JACTO JP #06

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)						Área:				
						Mantenimiento de Equipos				
						Fecha:				
AREA:		CAMPO								
DPTO:		MANTENIMIENTO								
EQUIPO:		JACTO JP #06								
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Fuga en sistema de Aspersión	Rotura de mangueras	Por el roce de mangueras en vibración	Mecánicas	Por filtros obstruidos	6	5	5	150	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
		Rotura de pernos	Pernos desunidos de la base de bomba	Mecánicas	Pernos mal ajustados o vencidos	6	5	6	180	Revisar ajuste de los pernos
		Rotura de porta boquillas	Perdida innecesaria de producto	Mecánicas	Pernos mal ajustados	6	5	7	210	Establecer inspección de ajuste
	Se detiene de improviso	Baja revoluciones	La bomba deja de operar y detiene el funcionamiento del equipo	Mecánicas	Por rotura de chaveta	6	4	7	196	Realizar mediciones de temperaturas por termografía.
	Caída de Manómetro	Perdida de glicerina	Impide el control de la presión correcta	Operativas	Mala operación	7	4	5	140	Capacitar al personal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. AMEF VALENCIA #01

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)		Área:								
		Mantenimiento de Equipos								
		Fecha:								
AREA:	CAMPO									
DPTO:	MANTENIMIENTO									
EQUIPO:	VALENCIA #01									
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Dificultad en desplazamiento	Rotura de fajas	Por elevadas temperaturas	Mecánicas	Atoro y desgaste	6	4	6	144	Establecer una frecuencia de inspección y lubricación.
		Rotura manguera	Por reseca das mangueras	Mecánicas	Por estar expuestas al sol	6	4	6	144	Establecer una frecuencia de recambio.
		Rotura de ejes	Al quebrarse el eje esta sale de operación inmediatamente y afecta la operación que estaba realizando	Mecánicas	Fisura, fatiga	6	5	6	168	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
	Se detiene de improviso	Por el cardan	Operatividad anormal en equipo y retrasa operaciones	Operativa	Uso fuera de parámetros	6	5	6	180	Capacitar al personal en parámetros de uso
	Comando hidráulico	Descalibración	Impide el control de la presión correcta de aplicación	Mecánicas	Desgaste de cerámicas	6	4	5	120	Recambio preventivo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. AMEF FEDE FUT #01

		ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)				Área:				
						Mantenimiento de Equipos				
						Fecha:				
AREA:		CAMPO								
DEPARTAMENTO:		MANTENIMIENTO								
EQUIPO:		FEDE FUT #01								
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Dificultad en desplazamiento	Falla en boca masa	Aumenta la vibración, esto ocasiona daños en sus partes y puede generar un corrimiento en el eje lo que impide su operación y con esto afecta el proceso productivo.	Mecánicas	Soltura mecánica, atoro y desgaste	4	4	5	80	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
		Rotura de pernos	Deja de unir los acoplamientos	Mecánicas	Pernos sueltos o mal ajustados	3	4	4	48	Revisar ajuste de los pernos
	Perdida de Fluido de aire	Rotura de ventilador	Paraliza toda la operación de aplicación	Mecánicas	Sobrecarga y desgaste de rodamientos	3	4	4	120	Realizar mediciones periódicas
	Comando hidráulico	Descalibración	Impide el control de la presión correcta de aplicación	Operativas	Desgaste de cerámicas	4	5	5	100	Recambio preventivo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. AMEF OCTOPUS #05

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)						Área:				
						Mantenimiento de Equipos				
AREA:						CAMPO				
DEPARTAMENTO:						MANTENIMIENTO				
EQUIPO:						OCTOPUS #05				
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Dificultad en desplazamiento	Rotura de acople hidráulico	Perdida de aceites	Mecánicas	Por mala operación	6	4	5	120	Capacitar al personal sobre parámetros de giro
		Rotura de pernos	Pernos desunidos a la base de bomba	Mecánicas	Pernos mal ajustados o vencidos	6	4	5	120	Establecer inspección de ajuste de pernos
	Bombee menos del caudal o presión requeridos	Holgura excesiva en anillos de desgaste	Paro por alta temperatura del fluido enfriado	Operativas	Inducida - solidos en exceso en el fluido causando desgaste prematuro	4	2	4	32	Monitoreo diario de flujo, presión y análisis mensual de datos o en caso de detectar condiciones anormales.
	Des continuidad de aire	Rotura de difusores	Perdida de presión de aire	Operativas	Roces en obstáculos (Planta)	6	3	5	90	Realizar una inspección de difusores

Fuente: Elaboración propia

Un resumen del IPR (índice de prioridad de riesgo) puede ser observado en la tabla y gráfico siguiente:

Tabla 24. IPR por Equipo

EQUIPOS	IPR	ESTADO
JACTO JP #05	945	ALTO RIESGO DE FALLA
JACTO JP #06	876	ALTO RIESGO DE FALLA
VALENCIA #01	756	ALTO RIESGO DE FALLA
FEDE FUT #01	348	RIESGO DE FALLA MEDIA
OCTOPUS #05	362	RIESGO DE FALLA MEDIA

Fuente: Elaboración propia

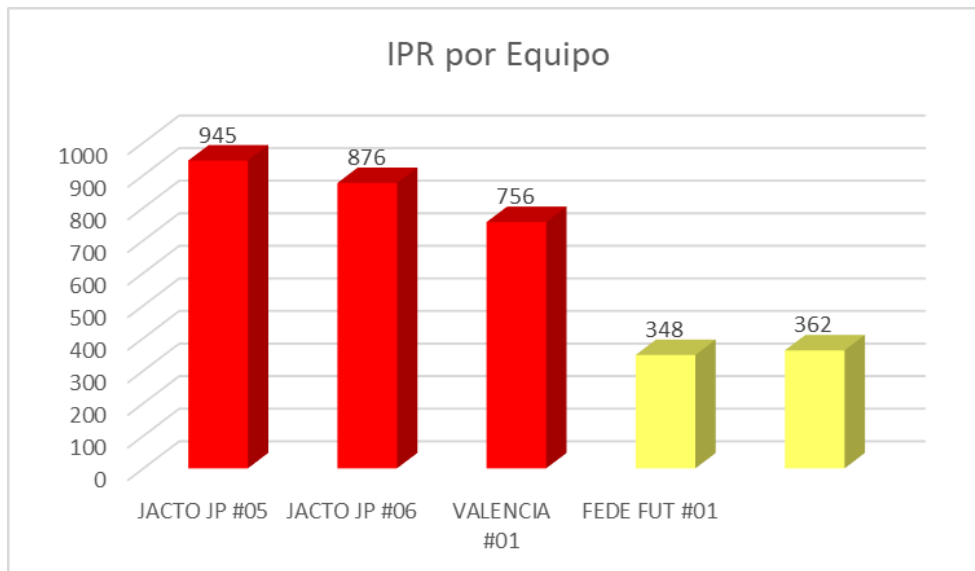


Figura 19. Comparativo IPR

De acuerdo a los gráficos presentados, se puede observar que existen 3 equipos críticos y estos son el JACTO JP #05, JACTO JP #06 y el VALENCIA #01, sobre los cuales se realizan las mejoras a la gestión.

4.3.3. Plan de Capacitación

Planear

Se prepararon programas de entrenamiento en las actividades siguientes:

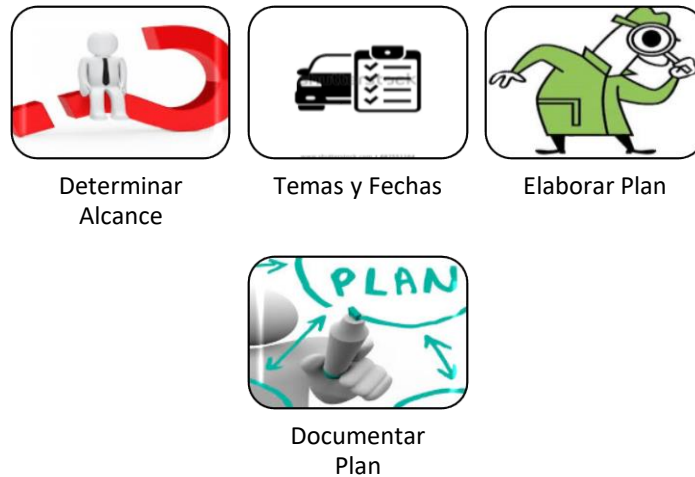


Figura 20. Actividades Plan

Hacer

1) Definir Alcance

Alcance

Incluye al personal del área de mantenimiento de la empresa en estudio.

Objetivos

- Tener una mejor eficiencia de las tareas que realiza el personal de mantenimiento
- Comunicar el nuevo procedimiento propuesto y los pasos en que consiste.

Temas y Cronograma

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

- Herramienta de mejora de proceso
- Nuevo procedimiento

Tabla 25. Temas y Programación

Nº	GESTIÓN MANTENIMIENTO	CANTIDAD HORAS	FECHA
1	Introducción.	1	20-26 octubre
2	Mediciones	2	
3	Supervisiones	4	
4	Mejora continua	3	
		10	
Nº	PROCEDIMIENTO NUEVO	CANTIDAD HORAS	FECHA
1	Introducción	1	02- 04 octubre
2	Descripción de actividades	2	
3	Seguimiento de procedimiento	3	
		6	

Fuente: elaboración propia

Documentar Plan

Se preparó el plan de capacitación, el cual puede se puede observar en el anexo 07

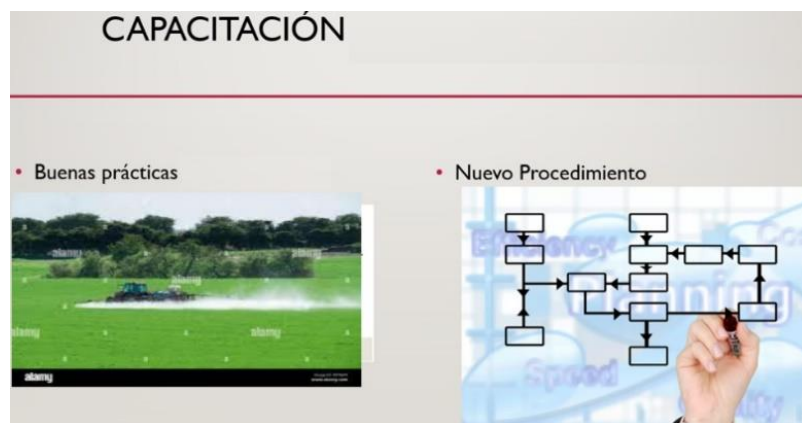


Figura 21. Capacitación

Verificar

Se procede a la verificación de la ejecución del plan, mediante una constancia en el cual tuvo una participación de los colaboradores de acuerdo a lo planificado, tal como se aprecia a continuación.

Tabla 26. Asistencias Programada y Asistencias Ejecutadas

Fecha	Asistencias Programadas	Asistencias Ejecutadas	% correctas
20/10/2023	5	4	80%
26/10/2023	5	5	100%
2/11/2023	5	5	100%
4/11/2023	5	5	100%

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra un momento del entrenamiento realizado.



Figura 22. Capacitación del Personal

Tabla 27. Cronograma de Mantenimiento

Actividades	16-Oct	17-Oct	18-Oct	19-Oct	20-Oct	21-Oct	22-Oct	23-Oct	24-Oct	25-Oct	26-Oct	27-Oct	28-Oct	29-Oct	30-Oct	31-Oct	1-Nov	2-Nov	3-Nov	4-Nov	5-Nov	6-Nov	7-Nov	8-Nov	9-Nov	10-Nov	11-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov
Establecer procedimiento de abastecimiento: JACTO JP #05	■																													
Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones: JACTO JP #05							■																							
Inspeccionar componentes: JACTO JP #05					■																									
Revisar ajuste de pernos al finalizar actividad: JACTO JP #05		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		
Capacitar al personal en una operación sincronizada: JACTO JP #05							■						■								■						■			
Realizar cambios cada tiempo determinado: JACTO JP #05			■												■										■					
Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones: JACTO JP #06							■						■														■			
Revisar ajuste de los pernos: JACTO JP #06		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		
Establecer inspección de ajuste: JACTO JP #06					■						■						■							■					■	
Realizar mediciones de temperaturas por termografía: JACTO JP #06			■							■							■							■						
Capacitar al personal: JACTO JP #06							■						■								■						■			
Establecer una frecuencia de inspección y lubricación: VALENCIA #01		■								■								■								■				
Establecer una frecuencia de recambio: VALENCIA #01				■					■					■					■					■					■	
Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones: VALENCIA #01							■						■							■							■			
Capacitar al personal en parámetros de uso: VALENCIA #01							■						■							■							■			
Recambio preventivo: VALENCIA #01				■																									■	

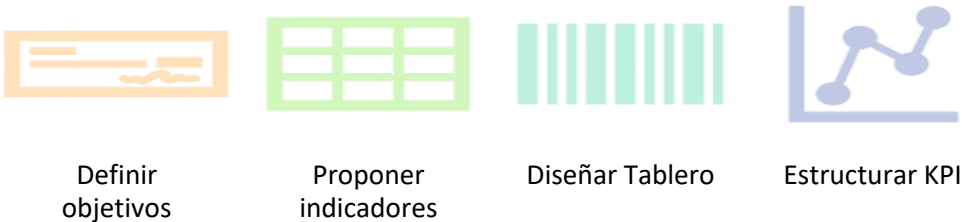
Fuente: Elaboración propia

Se programaron las actividades de cada uno de los 3 equipos con alto riesgo de fallas, las mismas que se deben desarrollar en los plazos establecidos para así poder tener el mantenimiento preventivo al día.

4.3.4. Implementación de tablero de comando

a. Planear

- Se identificaron las actividades siguientes



- Se estableció un cronograma para cada actividad

Tabla 28. Actividades para la capacitación

Ítem	Actividad Planificada	Fecha
1	Definición de objetivos	01/09/2023
2	Propuesta de indicadores	18/09/2023
3	Diseño Tablero	20/09/2023
4	Desarrollo de KPI	02/10/2023

Fuente: elaboración propia.

b. Hacer

- Definir objetivos

Se puede observar en la tabla siguiente, los cuatro indicadores propuestos por el equipo de trabajo.

Tabla 29. Tabla de KPIs

<i>Ítem</i>	<i>Objetivo</i>
O1	Mejorar el nivel de satisfacción de los clientes
O2	Cumplir el Lead Time Planificado
O3	Mejorar la disponibilidad
O4	Mejorar el MTTR

Fuente: elaboración propia

Hay 4 objetivos para el proceso de mantenimiento, sobre los cuales se armó el tablero de comando.

Ahora se presenta el tablero de comando

Tabla 30. Tablero de Comando

Ítem	Objetivo	Indicador (KPI)	Medidas	Estado	
1	Mejorar el nivel de satisfacción de los clientes	Nivel Satisfacción	$\frac{Nro\text{MantenimEjecutada}}{Total\ de\ Mantenimiento}$	>95%	😊
				70 -85%	😐
				<70%	😞
2	Cumplir el Lead Time Planificado	Lead Time	$\frac{Tiempo\ Proceso\ Estándar}{Tiempo\ Proceso\ Ejecución}$	>1	😊
				=1	😐
				<1%	😞
3	Mejorar la disponibilidad	Disponibilidad	$D\% = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	>92%	😊
				88-92%	😐
				>88%	😞
4	Mejorar el MTTR	MTTR	$MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$	>95%	😊
				90 -95%	😐
				<90%	😞

Fuente: elaboración propia

La tabla de indicadores permite realizar un seguimiento del proceso de mantenimiento, y fue diseñada en Power BI

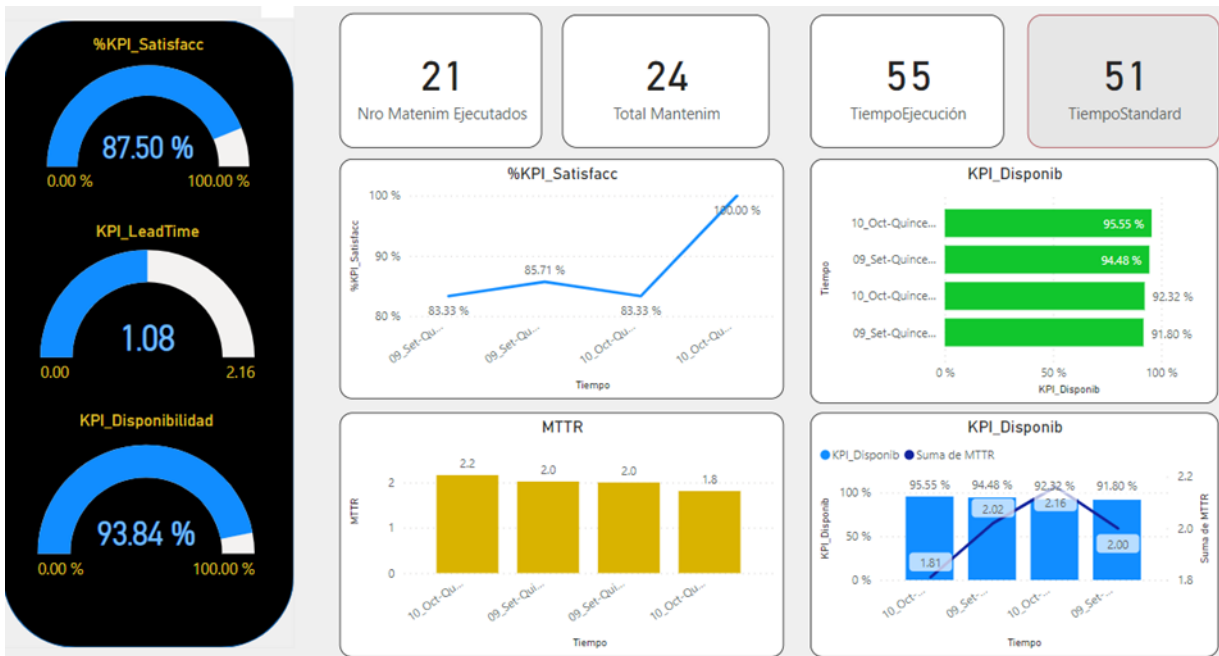


Figura 23. Aplicación con KPIs en Power BI

c. Verificar

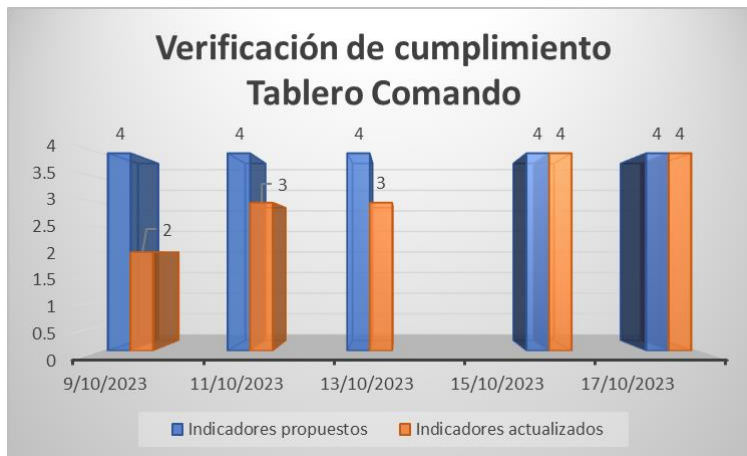


Figura 24. Verificación del cumplimiento

Cumplimiento de actualización de KPIs



Figura 25. Visualizando KPIs

Supervisor de mantenimiento, visualizando tablero de comando

d. Actuar

Se deben incorporar más KPI para un mejor seguimiento de las diversas actividades que se desarrollan

4.4 Evaluación de la disponibilidad de las maquinas fumigadoras posteriores a la implementación de acciones en la empresa agroindustrial

4.4.1 Evaluación descriptiva

a. Disponibilidad Posterior a la gestión de mantenimiento

Se presentan los datos obtenidos luego de aplicar las mejoras en la gestión de mantenimiento

Tabla 31. Disponibilidad posterior a la aplicación de la gestión de mantenimiento

Equipo	Horas Trabajaj	Horas Parada	Nro Fallas	MTBF	MTTR	Disponibilidad
JACTO JP #05	183.00	10.10	5.00	34.58	2.02	94.48%
JACTO JP #06	183.00	15.00	7.50	22.40	2.00	91.80%
VALENCIA #01	183.00	8.15	4.50	38.86	1.81	95.55%
FEDE FUT #01	183.00	14.05	6.50	25.99	2.16	92.32%
OCTOPUS #05	183.00	10.00	4.50	38.44	2.22	94.54%
PROMEDIO				32.05	2.04	93.74%

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar el promedio de la disponibilidad es 93.74% en los equipos estudiados.

b. Evaluación de la disponibilidad

Tabla 32. Impacto de la Gestión de Mantenimiento en los Indicadores

Medición	MTBF	MTTR	Disponibilidad
PreTest	19.50	3.69	82.90%
PosTest	32.05	2.04	93.74%
Impacto	12.56	1.65	10.84%

Fuente: elaboración propia

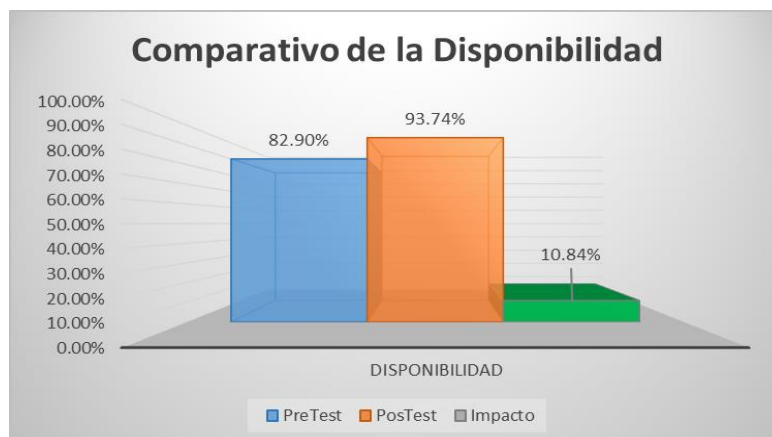


Figura 26. Comparativo de la disponibilidad

Como se puede apreciar, luego de la aplicación de la gestión de mantenimiento, se observa un incremento en la disponibilidad de los equipos del 10.84%.

c. Evaluación de la gestión de mantenimiento

Indicador de Cumplimiento (IC)

Se obtuvo los datos siguientes:

Tabla 33. Indicador de Cumplimiento

Mes	Cantidad Actividades Realizadas	Cantidad Actividades Planificadas	OTM
Octubre	13	15	86.67%
Noviembre	15	16	93.75%
Total	28	31	90.32%

Fuente: elaboración propia

El promedio en los meses procesados corresponde a 90.32%, del indicador de cumplimiento.

Indicador Tasa de Mantenimiento Preventivo (MP)

Para este indicador, se obtuvieron los

Tabla 34. Tasa de Mantenimiento Preventivo

Mes	Cantidad Mantenimiento Preventivo Realizados	Cantidad Mantenimiento Preventivo Programados	ETM
Octubre	25	26	96.15%
Noviembre	24	24	100.00%
Total	49	50	98.00%

Fuente: elaboración propia

La tasa de mantenimiento obtenida fue de 98.00%, lo cual indica que se realizaron casi en su totalidad los mantenimientos programados.

En la tabla siguiente se muestra la incidencia de la aplicación de gestión de mantenimiento en los indicadores establecidos.

Tabla 35. Comparativo de Indicadores de Gestión de Mantenimiento

Indicador	PreTest	PosTest	Incidencia
Indicador de Cumplimiento (IC)	65.08%	98.00%	32.92%
Indicador Tasa de Mantenimiento Preventivo (MP)	55.32%	90.32%	35.00%

Fuente: elaboración propia

Se observa una mejora del 32.92% en el IC y de 35% en el MP luego de la aplicación de las mejoras de gestión de mantenimiento.

4.4.2 Evaluación Inferencial

a. Prueba de Normalidad

Luego de aplicar la prueba de Shapiro-Wilk por ser la muestra menor a 50, se obtuvo:

Tabla 36. Normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Disponib_Pre	,878	5	,301
Disponib_Post	,895	5	,382

De acuerdo a los valores de sig. de ambas mediciones (0,301, 0,382) estos son mayores que 0,05 lo que significa que los datos siguen una distribución normal, lo que determina que se aplicará el estadístico del t-student

b. Prueba Inferencial

Hipótesis

Ho: La implementación en la gestión de Mantenimiento disminuye la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en el área de Sanidad en una empresa Agroindustrial, Viru 2023

Ha: La implementación en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en el área de Sanidad en una empresa Agroindustrial, Viru 2023

Prueba aplicada

Tabla 37. Prueba t-student

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviac estándar	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
			de error estándar	Inferior	Superior			
Disponib_Pre - Disponib_Post	-,10840	,04812	,02152	-,16815	-,04866	-5,038	4	,007

El valor de sig. obtenido (0,007) es < (0,05) por lo que se ubica en la región de rechazo, por lo que al rechazar la Ho, se acepta la Ha: La implementación en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en el área de Sanidad en una empresa Agroindustrial, Viru 2023

V. DISCUSIÓN

En estos tiempos nuevos, muchos procesos dentro de las empresas se realicen usando una serie de equipos, a partir de los que se realizan las operaciones claves del negocio. Es implica que los equipos se encuentren siempre disponibles, cuando estos sean requeridos, pero en muchos casos, no sucede los esperado y hay fallas o incidencias que no permiten una correcta operación de estos equipos, donde las causas se ven atribuidas a una gestión negativa del departamento de mantenimiento, donde se evidencian un control y medición inadecuados de sus actividades, donde las decisiones que se toman son incorrectas (Álvarez, 2020)

Ahora, se discuten los resultados:

En cuanto a la discusión del objetivo específico uno: que fue el diagnosticar la situación actual de la empresa y evaluar la disponibilidad inicial de las Máquinas fumigadoras en la empresa, el instrumento usado para la recolección de datos y que proporcionado por la institución en las reuniones que se llevaron a cabo, correspondió a la hoja de incidencias, desde la cual se evaluaron cinco unidades y luego de procesar la información contenida los cálculos arrojaron un valor en el promedio de la disponibilidad inicial, antes de aplicar la gestión de mantenimiento, un valor de 82.90%, adicionalmente se calcularon los dos indicadores, el MTBF y el MTTR, logrando obtener como valores: 19.50 y 3.69 respectivamente, en los tres meses de datos recolectados. Hay coincidencias con los antecedentes investigados inicialmente, por ejemplo en el caso de propuesta realizada por el autor Canahua (2021), quien luego de realizar el cálculo de la disponibilidad inicial, usando técnica la revisión documentaria, como técnica similar, obtuvo un valor promedio de 86.7%; adicionalmente hay coincidencias con la investigación desarrollada por el autor Gonzales (2017), quien tomó como instrumento las averías e incidencias registradas por el área de mantenimiento, luego tabuló los datos y al procesar los datos, obtuvo una disponibilidad inicial promedio de 87.4%, sin ningún tipo de mejora. En cuanto a las teorías, en las cuales se sustenta la presente investigación, y que fueron

consultadas desde revistas especializadas, se tiene para Pérez (2021), el autor incorpora que el **mantenimiento** abarca las funciones que son realizadas por medio de los responsables del área con el único objetivo de que las máquinas equipos herramientas y todos aquellos elementos que forman parte de la infraestructura en un proceso obtengan buenas condiciones en cuanto a su funcionamiento y operatividad. Esto quiere decir que toma como punto inicial desde el diseño de la empresa en el cual se incluyen los equipos que forman parte del proceso y para lo que fueron adquiridos y puestos en marcha para llegar a cubrir las necesidades de una organización permitiendo alcanzar sus metas; en cuanto a la variable **disponibilidad**, según Lavado (2020) la conceptualiza como un indicador que se usa para conocer el tiempo en que se emplea un proceso productivo en la que se determina horas en paradas por mantenimiento realizados horas en tiempos inoperativos de los diferentes equipos o maquinarias, está en función a los tiempos por mantenimiento, de trabajo y los fallos que presenta.

En cuanto al objetivo específico dos se tiene: que para el diseño de un plan de mejora de gestión de mantenimiento para la empresa, fue aplicada la metodología de Deming, la misma que involucró el desarrollo de cada una de las cuatro fases que la conforman como herramienta de mejora continua de proceso; la investigación realizada incluyó el desarrollo de 4 mejoras, las mismas que recurrieron las fases de planificación de actividades, para luego sean ejecutadas las actividades planificadas, tras ello, se realizó la verificación del cumplimiento, las mejoras correspondieron a las siguientes: aplicación del AMEF, preparación de un procedimiento del proceso de mantenimiento, diseño y desarrollo de un tablero de comando (conteniendo KPIs para evaluar gestión) y un programa de entrenamiento para proporcionar habilidades a los participantes y puedan elevar su rendimiento. En cuanto a la revisión de los resultados que brindaron otras investigaciones, resalta la realizada por Alba y Chinchay (2019) quienes coinciden en la propuesta metodológica de mejora de procesos como es el uso del PHVA, implementando tres mejoras. También hay

diferencias, en cuanto a la propuesta metodológica propuesta por Gonzáles (2017), quien aplicó la propuesta del TMP, con el desarrollo de los 8 pilares que la incluye, también hay coincidencias con Huari (2018) quien para determinar la criticidad de los equipos aplicó AMFE, al igual que la presente investigación. Las bases teóricas indican que la metodología de Deming ayuda en la gestión de mantenimiento, como lo indica Nguyen (2020), constituyendo un círculo de calidad; es conocido como ciclo PHVA y permite lograr una mejora continua de un proceso para ayudar a mejorar la productividad y también la calidad de los productos o servicios desarrollados por la organización. Está constituido por 4 fases (Menéndez, 2018). El mantenimiento se presenta como una estrategia en cuanto a la estructura de trabajo que debe seguir un orden y un sistema de gestión adecuados el cual se debe desarrollar mediante un proceso que sea de soporte ante los componentes de cada estrategia por ello se sostiene en las siguientes etapas. (Mora, 2017)

En cuanto al objetivo específico tres: se tiene que, para la implementación de acciones para el cumplimiento del plan de gestión de mantenimiento, se incluyó un programa de mantenimiento, el mismo que estuvo basado en un cronograma de actividades con las respectivas fechas y acciones, con un plan de supervisiones y cambios a realizar. Esto coincide con la propuesta que desarrolló Huari (2018), donde en su programa de mantenimiento detalló las acciones que deben aplicarse a los equipos materia de estudio, y mejorar asíó la disponibilidad. En cuanto a las bases teóricas de acuerdo a Crespo (2018) hace referencia qué es necesario ejecutar de forma ordenada, es decir sistemática y principalmente organizada ante la gestión de mantenimiento, qué se sienta en un compuesto de solicitudes qué debe obtener componentes comunes en cuanto a la administración de sus recursos, planificación y control. Su fundamento se basa en el objetivo de cualquier organización que lo conlleva a realizar los trabajos y recursos de todos los colaboradores.

En cuanto al objetivo específico cuatro: que consistió en la evaluación de la disponibilidad de las maquinas fumigadoras posteriores a la implementación de acciones en la empresa agroindustrial. Evaluar la disponibilidad inicial de las Máquinas fumigadoras en la empresa, el instrumento usado para la recolección de datos y que proporcionado por la institución en las reuniones que se llevaron a cabo, correspondió a la hoja de incidencias, desde la cual se evaluaron cinco unidades y luego de procesar la información contenida los cálculos arrojaron un valor en el promedio de la disponibilidad inicial, luego de aplicar la propuesta de gestión de mantenimiento, el valor obtenido fue 93.74% (obteniendo una mejora de 10.84% en la disponibilidad), adicionalmente se calcularon los dos indicadores, el MTBF y el MTTR, logrando obtener como valores: 32.05 y 2.04 respectivamente. Hay coincidencias con los antecedentes investigados inicialmente, por ejemplo en el caso de propuesta realizada por el autor Canahua (2021), quien luego de realizar el cálculo de la disponibilidad inicial, usando técnica la revisión documentaria, como técnica similar, obtuvo un valor promedio de 96.8%; adicionalmente hay coincidencias con la investigación desarrollada por el autor Gonzales (2017), quien tomó como instrumento las averías e incidencias registradas por el área de mantenimiento, luego tabuló los datos y al procesar los datos, obtuvo una disponibilidad inicial promedio de 92.4%, sin ningún tipo de mejora, así mismo resalta la propuesta de Huari (2018) quien obtuvo un 94.7% luego de las mejoras aplicadas. En cuanto a las teorías, en las cuales se sustenta la presente investigación, y que fueron consultadas desde revistas especializadas, se tiene la **disponibilidad**, según Lavado (2020) la conceptualiza como un indicador que se usa para conocer el tiempo en que se emplea un proceso productivo en la que se determina horas en paradas por mantenimiento realizados horas en tiempos inoperativos de los diferentes equipos o maquinarias, está en función a los tiempos por mantenimiento, de trabajo y los fallos que presenta.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó el efecto de la gestión de mantenimiento en la disponibilidad de las máquinas fumigadores en una empresa Agroindustrial, obteniéndose un aumento en la disponibilidad de las máquinas estudiadas de 10.84%.

Se diagnosticó la actual situación de la empresa en estudio, encontrándose 18 causas raíz que afectaban a la productividad, de las cuales 11 de ellas concentraban cerca del 80% del total; así mismo se realizó la evaluación de la disponibilidad inicial de las máquinas fumigadoras obteniendo una disponibilidad inicial promedio de 82.90%, adicionalmente se determinaron los valores del MTBF y MTTR, obteniendo un 19.50 y 3.69 respectivo como dato calculado promedio.

Se diseñó e implementó un Plan de mejora de gestión de mantenimiento en la institución en estudio, donde el plan se conformó con 4 mejoras (Implementar Procedimientos, AMEF, Plan de Capacitación y Tablero de Comando), y estuvo basado en el círculo de Deming, estas mejoras fueron verificadas para determinar su cumplimiento.

Se determinó la disponibilidad después de implementar la mejora en la gestión de mantenimiento donde el valor obtenido promedio de la disponibilidad fue 93.74%, que significó una mejora del 10.84%, para el MTTR se mejoró, reduciendo en 1.65, pasando de 3.69 a 2.04 y el MTBF mejoró en 12.55 pasando el tiempo de reparación de 19.50 hacia 32.05.

VII. RECOMENDACIONES

Al jefe de mantenimiento, se le sugiere, la asignación de responsabilidades, a un analista, para el seguimiento de los indicadores de gestión propuesto con la finalidad de tomar decisiones correctivas, de ser el caso, para la mejora de la gestión del mantenimiento.

Al jefe de mantenimiento, se le recomienda la difusión de los resultados que los indicadores muestren, a todo el personal involucrado, con una frecuencia semanal, donde se puedan incorporar KPIs adicionales a fin de tener un mejor y mayor control del proceso.

Al supervisor, efectuar visitas aleatorias, con una frecuencia no menor de quince días, elaborando reportes para los directivos, con las respectivas interpretaciones.

Al Supervisor encargado de la gestión, se recomienda realizar evaluaciones constantes del tablero de comando, así mismo discutir los resultados obtenidos y realizar mejoras, en base a los datos obtenidos.

REFERENCIAS

- Alba, F. y. (2019). Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos - unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia. Disponible en :
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41227>.
- Alvares, S. (2020) ¿Qué es la productividad?. Disponible en:
<https://www.elblogsalmon.com/autor/onesimo-alvarez-moro>
- Bilgin, E. (2020). Equipment Maintenance Management in Manufacturing Companies: An Application for Total Maintenance Costs Model. *Atatürk. Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34 (2), 335-350. , Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/340656644_Equipment_Maintenance_Management_in_Manufacturing_Companies_An_Application_for_Total_Maintenance_Costs_Model.
- BURDUK, Anna. Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance – ISPEM 2017. Poland : Springer.2017. 320pp. ISBN: 2194-5357.
- Carbajal, L. (2019). Técnicas e instrumentos de recolección de datos . Departamento de Estadística, Demografía, Humanidades y Ciencias Sociales
- Castillo, D., Hernandez, P. H., Torres, V. & Torres, F. Gestión del mantenimiento para máquinas agrícolas utilizando el software “SGMANTE 2.0”. *Revista ingeniería agrícola*. 10(4), e05, 2020.
- CRESPO, Adolfo. Advanced Maintenance Modelling for Asset Management: Techniques and Methods. seville-Spain : Springer. 2018. 455pp. ISBN: 978-3319-580449
- Galarza, J. (2017). Plan de Mantenimiento Basado en el Análisis de Aceite para Mejorar la Disponibilidad de la Excavadora Caterpillar 390FL de STRACON GYM.
- Canahua, N. (2021). Implementation of the TPM-Lean Manufacturing Methodology to Improve the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Spare Parts Production at a Metalworking Company. *Production and Management*, ISSN: 1810-9993.

- Gonzales, E. &. (2017). Diseño del sistema de gestión de mantenimiento preventivo, para incrementar la disponibilidad de los equipos de laboratorio clínicos de la empresa Jampar Multiplest Internacional S.R.L- 2017. *Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Disponible en:* <http://hdl.handle.net/11537/11310>.
- Hauril, N. (2017). Programa de Mantenimiento basado en la Confiabilidad para mejorar la Disponibilidad de un Colector Parabólico Cilíndrico Solar. *Universidad Nacional Del Centro del Perú.*
- HUARI, Nataly Madeleine. Programa de Mantenimiento basado en la Confiabilidad para mejorar la Disponibilidad de un Colector Parabólico Cilíndrico Solar. Huancayo: s.n., 2017.
- Iribeiroa, I. &. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing, 38(1), 574-1581.*, Disponible en: [doi:https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128).
- JIHONG, Yan. Machinery Prognostics and Prognosis Oriented Maintenance Management. Spain : Wiley, 2015. 286pp. ISBN: 97811-18-63-782.9.
- Lavado, C. (2020). mprovements to enhance the availability of the light aquatic units. *Ingeniería Mecánica, ISSN 1815-5944.*
- Mora, A. (2017). Mantenimiento. planeamiento, ejecucion y control. *Alfaomega. 2000. 390pp. ISBM: 9586827690.*
Management System An essential Tool for World Class Maintenance”.
Disponible en: <https://bit.ly/2OzxHHb>
- Parra Márquez, Carlos, Prida Díaz Vicente González, Crespo Márquez, Juan Francisco Gómez Fernández, Fredy Kristjanpoller Rodríguez, Pablo Viveros Gunckel, 2017. *Industria química, ISSN 2340-2113, N°. 48, 2017, págs. 52-63.*
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6134069>
- Peyman, A. &. (2019). A new model for reliability centered maintenance prioritisation of distribution feeder. *Energy, 171(15), 701-709.* , Disponible en: [doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040](https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040).

- Pinto, G. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study. Science Direct, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>
- Peñaranda, C. (2019). Andina. Sector agroindustria generó más de 58,200 empleos formales en 2018, olumen (1), [1- 1]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticiasector-agroindustria-genero-mas-58200-empleos-formales-2018-762585.aspx>
- Pérez, F. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Universidad Santo Tomas. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Olivares Olivares, Angel. Excelencia operacional en la gestión del mantenimiento en planta concentradora. Tesis (Título en Ingeniería Industrial). Chile: Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2017. 58pp.
- Rodrigo, D. (2017). Multiechelon Repairable Spare Parts Inventory Simulator. . *Ingeniería Industrial*, 223-232. ISSN 1815-5936.
- Soler, K. Kennet, L. y Smith, G. (2017) “The Computerized Maintenance
- Torell, W. &. (2020). Mean Time Between Failure: Explanation and Standard. *Researchgate. Schneider Electric*, 2-10.

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES/FORMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente Gestión de Mantenimiento	La gestión del mantenimiento es esencial para garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando rupturas en el proceso por Averías de máquinas y equipos. Por lo tanto, la existencia de un mantenimiento eficaz constituye uno de los elementos más importantes para la consecución de la competitividad y operatividad Empresarial (García, 2017, p.41).	Identifica las actividades a mejoras mediante los planes y herramientas de apoyo con la utilización de mantenimiento preventivo y mantenimiento centrado en la confiabilidad	Mantenimiento Preventivo	<p>MP = Ejecución de mantenimiento preventivo</p> $MP = \frac{NMPE}{n}$ <p>NMPE= Numero de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados.</p>	Razón
			Plan de Mejora de Mantenimiento	<p>IC= Índice de Cumplimiento</p> $IC = \frac{AR}{AP} \times 100\%$ <p>AR: Cantidad de Actividades realizada AP: Cantidad de actividades planificadas</p>	
Variable Dependiente Disponibilidad	Buevas y otros (2014). Es el parámetro fundamental asociado al mantenimiento, dado que tiene la capacidad de limitar la producción. Está definida como la probabilidad de que una máquina esté en óptimas condiciones para producir en un período de tiempo establecido, o sea que no esté parada por averías o fallas	Es el factor del tiempo operacional de las maquinas fumigadoras para medir el desempeño de las maquinas a través de las fallas y paradas por reparaciones en la empresa agroindustrial	Tiempo medio para poner en marcha (MTBF)	$MTBF = \frac{TBF}{n}$ <p>TBF: Horas Totales Paradas n: Número de paradas</p>	Razón
			Tiempo medio entre Paradas (MTTR)	$MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ <p>TTR: Totales Horas trabajadas n: Cantidad de Paradas</p>	
			Disponibilidad	$D\% = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ <p>MTBF: Tiempo medio para poner en marcha equipo MTTR: Tiempo medio entre paradas</p>	

Fuente: Elaboración propia de los autores

ANEXO 02: Instrumentos de recolección de datos de la variable dependiente Disponibilidad

DIMENSIÓN TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

CALCULO DE INDICADOR DE TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS						
RESPONSABLE:				FECHA:		
CARGO:				ACTIVIDAD		
NOMBRE DEL INDICADOR			TÉCNICA	FÓRMULA		
Tiempo Medio de Falla (MTBF)			Revisión documental			
SEMANA/MES	MÁQUINA	CANTIDAD DE MÁQUINA	TIEMPO (H) PROGRAMADO DE PRODUCCIÓN	TIEMPO(H) REAL (TIEMPO DISPONIBLE)	FRECUENCIA DE FALLAS	CÁLCULO DEL MTBF
TOTAL						
Fuente:						
Elaborado por:				Revisado y Aprobado por:		
Cargo:				Cargo:		

DIMENSIÓN TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES

CALCULO DE INDICADOR DE TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES						
RESPONSABLE:				FECHA:		
CARGO:				ACTIVIDAD		
NOMBRE DEL INDICADOR			TÉCNICA	FÓRMULA		
Tiempo Medio de Reparación (MTTR)			Revisión documental			
SEMANA/ MES	MÁQUINA	CANTIDAD DE MÁQUINA	TIEMPO (H) DE PARADA POR MC	TIEMPO (H) DE PARADA POR MC	CANTIDAD DE PARADAS	CÁLCULO DEL MTTR
TOTAL						
Fuente:La Empresa						
Elaborado por:				Revisado y Aprobado por:		
Cargo:				Cargo:		

DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

CALCULO DE INDICADOR DE DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINAS						
RESPONSABLE:				FECHA:		
CARGO:				ACTIVIDAD		
NOMBRE DEL INDICADOR			TÉCNICA	FÓRMULA		
Diponibilidad			Revisión documental			
SEMANA/ MES	MÁQUINA	CANTIDAD DE MÁQUINA	TIEMPO (H) DE PARADA POR MC	MTBF	MTTR	CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD
PROMEDIO						
Fuente:						
Elaborado por:				Revisado y Aprobado por:		
Cargo:				Cargo:		

ANEXO 03: Instrumentos de recolección de datos de la variable independiente Gestión de Mantenimiento

CHECK LIST - GESTIÓN DE MANTENIMIENTO					
Nombre del Equipo:					
Cantidad de Equipos:					
Operario que Inspecciona:					
Área:					
Turno:					
ETAPA	ACTIVIDADES DE GESTION DE MANTENIMIENTO	Ejecución		PUNTUACIÓ	
		Si	No	Si	No
PLANEAR					
ORGANIZAR					
CONTROLAR					
TOTAL					
Observaciones:					

ANEXO 04: Validación de expertos de los instrumentos de recolección de datos



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

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Dimensión 1: Mantenimiento Preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ Donde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo NMPE= Número de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados	x		x		x		Ninguno
Dimensión 2: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad $IPR = SxOxD$ Donde: IPR = Índice prioritario de riesgo S=severidad, O= ocurrencia, D=detección	x		x		x		Ninguno
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$ Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		Ninguno
Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones $MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		Ninguno

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable | Aplicable después de corregir | No aplicable |

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

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial / Docente investigador

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

07 de Diciembre del 2022

Firma del Experto Informante.



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

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Dimensión 1: Mantenimiento Preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ Donde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo NMPE= Número de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados	x		x		x		No existe Sugerencia
Dimensión 2: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad $IPR = SxOxD$ Donde: IPR = Índice prioritario de riesgo S=severidad, O= ocurrencia, D=detección	x		x		x		No existe Sugerencia
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$ Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		No existe Sugerencia
Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones $MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		No existe Sugerencia

Observaciones (precisar si hay suficiencia): es pertinente Si No

Opinión de aplicabilidad: Aplicable | Aplicable después de corregir | No aplicable

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

Especialidad del validador: Ingeniero industrial CIP 100497

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

9 de diciembre del 2022

Firma del Experto Informante.

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

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Dimensión 1: Mantenimiento Preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ Donde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo NMPE= Número de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados	X		X		X		Ninguna
Dimensión 2: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad $IPR = S \times O \times D$ Donde: IPR = Índice prioritario de riesgo S=severidad, O= ocurrencia, D=detección	X		X		X		Ninguna
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$ Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas) n = cantidad de fallas	X		X		X		Ninguna
Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones $MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas) n = cantidad de fallas	X		X		X		Ninguna

Observaciones (precisar si hay suficiencia): es pertinente SI


Opinión de aplicabilidad: Aplicable | Aplicable después de corregir | No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Lino Rolando Rodriguez Alegre DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ingeniero pesquero tecnólogo / Docente Investigador

08 de diciembre del 2022

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


 Firma del Experto Informante.

ANEXO 05: Carta de autorización de la empresa

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Marcos Chiok Salas identificado con DNI 41935991 en mi calidad de Gerente General de la empresa TAL S.A. con R.U.C N°20131565659, ubicada en la ciudad de Trujillo – La Libertad – Perú

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A los señores Josue Ruben Ruiz Ramos identificado con DNI N°46812705, y Patrick Harrinson Gutiérrez Meza identificado con DNI N°70295629 de la Carrera profesional de Ingeniería Industrial, para que utilicen la siguiente información de la empresa sobre la disponibilidad de las maquinas fumigadoras, las fichas de registro de las fallas en los equipos, para el proyecto de Investigación **“Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Virú 2023”**.

con la finalidad de que puedan desarrollar su () Informe estadístico, () Trabajo de Investigación, (x) Tesis para optar el Título Profesional.

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

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

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

Los estudiantes declaran 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



Josue Ruben Ruiz Ramos
DNI 46812705



Patrick Harrinson Gutierrez Meza
DNI 70295629



Marcos Chiok Salas
Gerente General

DNI: 41935991

ANEXO 06. Procedimiento completo

CÓDIGO TMA-PLN-167	VERSION 000	PÁGINAS 4	VIGENCIA 08-agosto-2023	PRÓX. REVISIÓN 08-agosto-2024
ALCANCE: Mantenimiento - Máquinas Fumigadoras				

PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Índice	N° Página
1. OBJETIVOS	2
2. ALCANCE Y APLICACIÓN	2
3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	2
4. PERSONAL	3
5. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES	3
6. PROCEDIMIENTO..... Z.....	4
7. RESTRICCIONES.....	4

BITÁCORA DE CAMBIOS		
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS Y/O MODIFICACIONES
000	20 / 08 / 2023	Se implementa procedimiento de acuerdo a formato del D.S. N° 024-2016 EM: Reglamento de Seguridad y salud ocupacional

PREPARADO POR	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Supervisor Mantenimiento	Gerente de Mantenimiento	Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional.	Gerente General
FECHA DE ELABORACIÓN: 20-08-2013			FECHA DE APROBACION:

Revisión Nº 000	Código	TMA- 167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Fecha de Aprobación	22 /08 /23
	Fecha de Vigencia	22 /09 /23
	Página	2 de 4

1. OBJETIVOS

Describir los pasos adecuados a seguir para el mantenimiento preventivo de máquinas fumigadores considerando la identificación de peligros y la implementación de medidas de control para minimizar los riesgos, prevención en seguridad;

- Realizar el mantenimiento eficientemente y de manera segura para el operario.
- Prevenir y/o evitar sobrecostos al realizar labores de emergencia.

2. ALCANCE Y APLICACIÓN

El alcance y aplicación de éste instructivo abarca a todas las actividades realizadas en el mantenimiento preventivo de equipos fumigadores, para todo el personal involucrado

3. DOCUMENTOS O NORMAS DE REFERENCIA:

D.S. Nº 024-2016 EM: Reglamento de Seguridad y salud ocupacional en minería
 Reglamento Interno de Seguridad y salud ocupacional – Lagunas Norte.
 Manual de Operación y Mantenimiento de equipos fumigadoras.
 TMA-PLN-144 Procedimiento de Bloqueo y Señalización.

4. PERSONAL:

- **TMF-ME:** Técnico multifuncional de mantenimiento
- **SM-MM:** Supervisor de Mantenimiento
- **Operador de equipo fumigador.**



5. EQUIPO / HERRAMIENTAS Y MATERIALES.

- Taller
- Materiales (Acorde para cada instructivo)
- Herramientas (Acorde para cada instructivo)
- Equipos auxiliares.

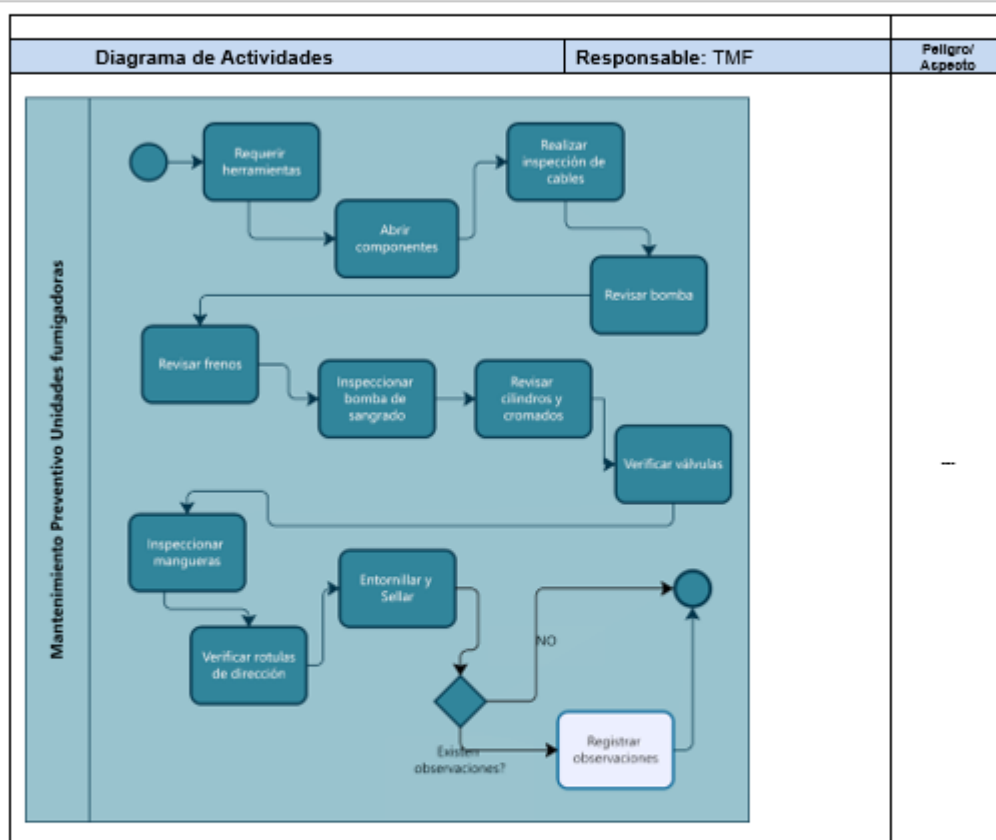
6.- PROCEDIMIENTO

Revisión N° 000	Código	TMA- 167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Fecha de Aprobación	22 /08 /23
	Fecha de Vigencia	22 /09 /23
	Página	3 de 4

6.1. DESCRIPCIÓN

Actividades	Responsable: Supervisor	Peligro/ Aspecto																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Actividad</th> <th style="text-align: left;">Responsable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inicio Simple</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Requerir herramientas</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Abrir componentes</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Realizar inspección de cables</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Revisar bomba</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Revisar frenos</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Inspeccionar bomba de sangrado</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Revisar cilindros y cromados</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Verificar válvulas</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Inspeccionar mangueras</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Verificar rotulas de dirección</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Entornillar y Sellar</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>¿Existen observaciones?</td> <td>SM-MM</td> </tr> <tr> <td>Registrar observaciones</td> <td>SM-MM</td> </tr> <tr> <td>Fin Simple</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Actividad	Responsable	Inicio Simple		Requerir herramientas	TMF-ME	Abrir componentes	TMF-ME	Realizar inspección de cables	TMF-ME	Revisar bomba	TMF-ME	Revisar frenos	TMF-ME	Inspeccionar bomba de sangrado	TMF-ME	Revisar cilindros y cromados	TMF-ME	Verificar válvulas	TMF-ME	Inspeccionar mangueras	TMF-ME	Verificar rotulas de dirección	TMF-ME	Entornillar y Sellar	TMF-ME	¿Existen observaciones?	SM-MM	Registrar observaciones	SM-MM	Fin Simple			
Actividad	Responsable																																	
Inicio Simple																																		
Requerir herramientas	TMF-ME																																	
Abrir componentes	TMF-ME																																	
Realizar inspección de cables	TMF-ME																																	
Revisar bomba	TMF-ME																																	
Revisar frenos	TMF-ME																																	
Inspeccionar bomba de sangrado	TMF-ME																																	
Revisar cilindros y cromados	TMF-ME																																	
Verificar válvulas	TMF-ME																																	
Inspeccionar mangueras	TMF-ME																																	
Verificar rotulas de dirección	TMF-ME																																	
Entornillar y Sellar	TMF-ME																																	
¿Existen observaciones?	SM-MM																																	
Registrar observaciones	SM-MM																																	
Fin Simple																																		
Orden y limpieza del área de trabajo	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto																																
<p>Luego de la entrega de equipo a operaciones se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpiar y guardar las herramientas. - Devolver materiales si no fueron usados. - Segregar en forma correcta residuos. 																																		

Revisión N° 000	Código	TMA- 167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Fecha de Aprobación	22 /08 /23
	Fecha de Vigencia	22 /09 /23
	Página	4 de 4



Si se tiene necesidad de algún repuesto, se hace un pedido al supervisor de turno para que emita un vale electrónico para poder retirar la pieza del almacén.

8.-RESTRICCIONES.

- Personal sin inducción específica de Mantenimiento.
- Cursos mantenimiento realizados previamente.
- No se permitirá realizar trabajar bajo los efectos de alcohol y drogas.
- Tomar posturas adecuadas para evitar problemas ergonómicos.
- Realizar la difusión del mismo a todos los técnicos involucrados

ANEXO 07. Plan de capacitación

CAPACITACIÓN

- Buenas prácticas



- Nuevo Procedimiento



PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Luego de aplicar una encuesta de nivel de satisfacción a los usuarios, en donde se detectaron una serie de insatisfacción por parte de los usuarios, para lo cual como equipo de investigación. Una de las mejoras a efectuar es llevar a cabo una Capacitación a los colaboradores a fin de ayudar en el incremento de la satisfacción de los usuarios de área.

2. OBJETIVOS DEL PLAN

- Lograr potenciar las capacidades técnicas y habilidades de los involucrados en una correcta operación.
- Incrementar los niveles de conocimiento de las personas que realizan las operaciones diarias de mantenimiento.
- Conocer y aplicar el nuevo procedimiento a la organización

3. CAPACITACIONES A EFECTUAR

Se efectuarán bajo los términos siguientes:

Dirigido a : Operadores y personal de Mantenimiento

Responsable : Área de mantenimiento

Nro. Participantes: 7

4. CONTENIDO

Nº	GESTIÓN MANTENIMIENTO	CANTIDAD HORAS	FECHA
1	Introducción.	1	20-26 octubre
2	Mediciones	2	
3	Supervisiones	4	
4	Mejora continua	3	
		10	
Nº	PROCEDIMIENTO NUEVO	CANTIDAD HORAS	FECHA
1	Introducción	1	02- 04 octubre
2	Descripción de actividades	2	
3	Seguimiento de procedimiento	3	
		6	

5. PROGRAMACIÓN

Capacitación	Fecha	Hora Inicio	Horas Diarias
Buenas prácticas	03/10/2023 05/10/2023 07/10/2023	3pm	3
Procedimiento de mantenimiento	10/10/2023 12/10/2022	3pm	3

6. PRESUPUESTO:

Es el siguiente:

Charla/Taller	Ítem	Costo Unitario (S/.)	Total(S/.)
Nuevo Procedimiento	Snacks	5	35
	Constancias	5	35
Gestión Mantenimiento	Expositor externo	250	250
	Snacks	5	35
	Constancias	5	35
TOTAL, S/.			390

7. PERFIL DEL TRAINER

- Experiencia profesional: 5 años
- Formación: Ingeniero

8. EVALUACIÓN

A cargo del trainer

ANEXO 08. Desarrollo de actividades

DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE MEJORA

Sirva la presente para saludarles y a la vez indicarles que los señores:

Ruiz Ramos Josue Ruben

Gutierrez Meza Patrick Harrinson

Vienen desarrollando un estudio de:

Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023

Y de acuerdo al cuadro de mejoras propuesto, iniciarán el desarrollo de actividades para cada una de ellas, el mismo que se visualiza a continuación

Mejoras	Actividades	Nro. actividades	Fecha Inicio
Implementar Procedimiento	Supervisar los pasos que debe seguir el procedimiento	15	05/10/2023
AMEF	Supervisión	5	30/09/2023
Plan de Capacitación	Asistencias programadas	4	20/09/2023
Tablero de Comando	Actualización de KPIs propuestos	3	05/09/2023

Agradecería brindar el apoyo respectivo, que redundará en beneficio de nuestra institución

Trujillo, 01 de setiembre del 2023



Ing. Emilio Alvarez Polo

DNI: 70476768

Sub Gerente de Ingeniería Y Maquinaria

Anexo 09. Aplicación Power BI

a. Base de Datos

Tiempo	NroMantenimEjecutados	TotalMantenim	TiempoStand	TiempoEjecuc	MTBF	MTTR
09_Set-Quincena1	5	6	12	14	34.58	2.02
09_Set-Quincena2	6	7	12	13	22.40	2.00
10_Oct-Quincena1	5	6	14	14	38.86	1.81
10_Oct-Quincena2	5	5	13	14	25.99	2.16

b. Conexión a Base de Datos (Hoja de Cálculo)

Libro de Excel

Básico Uso avanzado

Ruta de acceso de archivo

Abrir archivo como

c. Elección de Hoja de Excel

Navegador

Indicadores

Vista previa descargada el Lunes, 27 de noviembre de 2023

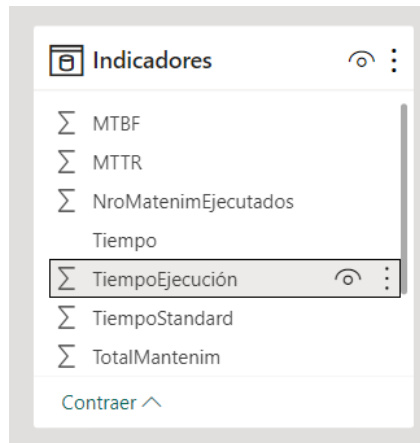
Opciones de presentación

DATA_indicadores_Patrick.xlsx [18]

- AMEF
- Causa1
- Causas
- Costos
- Data_REs
- Disp_Post
- Disponib
- Eval_1
- Eval_2
- Hoja2
- Indicadores

Tiempo	NroMantenimEjecutados	TotalMantenim	TiempoStandard	T
09_Set-Quincena1	5	6	12	
09_Set-Quincena2	6	7	12	
10_Oct-Quincena1	5	6	14	
10_Oct-Quincena2	5	5	13	

d. Tabla de indicadores (dataset)

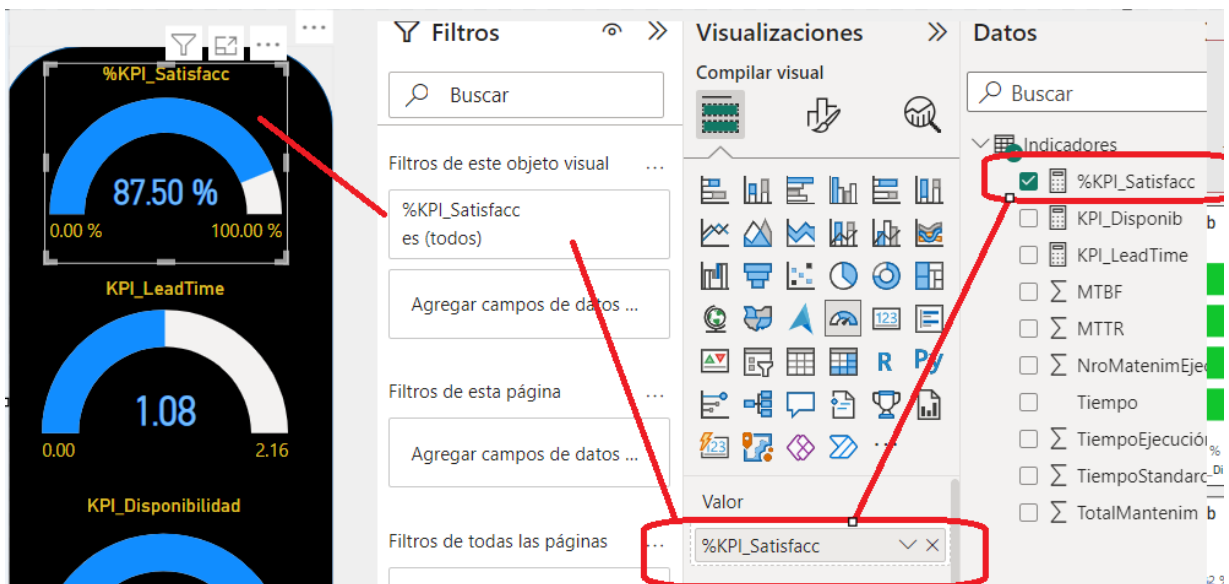


e. Creación de formulas

$$\%KPI_Satisfacc = \text{sum}(\text{Indicadores}[\text{NroMantenimEjecutados}]) / \text{sum}(\text{Indicadores}[\text{TotalMantenim}])$$

$$KPI_Disponib = \text{sum}(\text{Indicadores}[\text{MTBF}]) / (\text{sum}(\text{Indicadores}[\text{MTBF}]) + \text{sum}(\text{Indicadores}[\text{MTRR}]))$$

f. Visualizador KPI





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS COMPLETA

TRUJILLO, 20 de Diciembre del 2023

Siendo las 21:40 horas del 20/12/2023, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis Completa titulada: "Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023", presentado por los autores RUIZ RAMOS JOSUE RUBEN, GUTIERREZ MEZA PATRICK HARRINSON egresados de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis Completa, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
JOSUE RUBEN RUIZ RAMOS	(15)Cum Laude
PATRICK HARRINSON GUTIERREZ MEZA	

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado

Firmado electrónicamente por:
ETELLOD10 el 26 Dic 2023 21:22:54

ELMER TELLO DE LA CRUZ
PRESIDENTE

Firmado electrónicamente por:
PMORALESB el 27 Dic 2023 18:37:38

PEDRO JESUS DE BRACAMONTE
MORALES
SECRETARIO

Firmado electrónicamente por: JARANDA el
26 Dic 2023 22:29:57

JORGE ROGER ARANDA GONZALEZ
VOCAL(ASESOR)

Código documento Trilce: TRI - 0696395

* Para Pre y posgrado los rangos de dictamen se establecen en el Reglamento de trabajos conducentes a grados y títulos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Nosotros, GUTIERREZ MEZA PATRICK HARRINSON, RUIZ RAMOS JOSUE RUBEN identificados con N° de Docume N° 70295629, 46812705 (respectivamente), estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, autorizamos (X), no autorizamos () la divulgación y comunicación pública de nuestra Tesis: "Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

--

TRUJILLO, 28 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
RUIZ RAMOS JOSUE RUBEN DNI: 46812705 ORCID: 0000-0001-7368-5096	Firmado electrónicamente por: JRRUIZR el 28-12-2023 19:06:47
GUTIERREZ MEZA PATRICK HARRINSON DNI: 70295629 ORCID: 0000-0002-1940-967X	Firmado electrónicamente por: PGUTIERREZME93 el 28-12-2023 18:38:21

Código documento Trilce: INV - 1475354



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023", cuyos autores son RUIZ RAMOS JOSUE RUBEN, GUTIERREZ MEZA PATRICK HARRINSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 13 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER DNI: 18072194 ORCID: 0000-0002-0307-5900	Firmado electrónicamente por: JARANDA el 26-12- 2023 09:59:48

Código documento Trilce: TRI - 0696398



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las
maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Gutierrez Meza Patrick Harrinson (ORCID: [0000-0002-1940-967X](https://orcid.org/0000-0002-1940-967X))

Ruiz Ramos Josue Ruben (ORCID: [0000-0001-7368-5096](https://orcid.org/0000-0001-7368-5096))

ASESOR(ES):

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Nuestra Tesis la dedicamos con todo amor y cariño a nuestros familiares por su sacrificio y esfuerzo, por permitirnos tener una carrera universitaria para nuestro futuro y por qué creyeron en nuestras capacidades, aunque hubieron momentos difíciles, para los cuales siempre estuvieron brindándonos su comprensión.

A nuestras parejas, madres e hijos que fueron las más fuerte motivaciones e inspiración para poder así superarnos cada día y así luchar para darles un mejor futuro.

A nuestras amistades y compañeros que estuvieron presentes, que sin esperar nada a cambio nos brindaron su apoyo emocional, nos compartieron sus conocimientos y a todas las personas que conocimos durante estos cinco años pasados por la universidad y que permitieron que este sueño se nos haga posible.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecer a Dios por brindarnos salud y a la Universidad Cesar Vallejo – Programa de Formación para Adultos, la cual nos abrió sus puertas para así poder formarnos profesionalmente.

A nuestros profesores con los cuales llevamos cursos de la carrera y también a nuestro docente que a su vez hizo de asesor para guiarnos en la elaboración de nuestra Tesis, y por qué siempre nos incentivaron a seguir adelante de muchas formas posibles; y estoy seguro que sin su apoyo no hubiera sido esto posible.

Y a todas aquellas personas que siempre estuvieron a nuestro lado en las buenas y malas apoyándonos.

Gracias.

Gutierrez Meza Patrick Harrinson y
Ruiz Ramos Josue Ruben

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023", cuyos autores son RUIZ RAMOS JOSUE RUBEN, GUTIERREZ MEZA PATRICK HARRINSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 13 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER DNI: 18072194 ORCID: 0000-0002-0307-5900	Firmado electrónicamente por: JARANDA el 26-12- 2023 09:59:48

Código documento Trilce: TRI - 0696398



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, RUIZ RAMOS JOSUE RUBEN, GUTIERREZ MEZA PATRICK HARRINSON estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JOSUE RUBEN RUIZ RAMOS DNI: 46812705 ORCID: 0000-0001-7368-5096	Firmado electrónicamente por: JRRUIZR el 13-12-2023 19:16:09
PATRICK HARRINSON GUTIERREZ MEZA DNI: 70295629 ORCID: 0000-0002-1940-967X	Firmado electrónicamente por: PGUTIERREZME93 el 13-12-2023 18:38:30

Código documento Trilce: TRI - 0696397



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos a utilizar	17
Tabla 2. Resultados de validez del Juicio de Expertos	18
Tabla 3. Inventario de Maquinas Fumigadoras	26
Tabla 4. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad – mayo 23	27
Tabla 5. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad - junio 23	27
Tabla 6. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad – julio 23.....	28
Tabla 7. Disponibilidad por Equipos.....	28
Tabla 8. Valoración de causas.....	31
Tabla 9. Priorización de causas	32
Tabla 10. Costos para las causas priorizadas	34
Tabla 11. Indicador de Cumplimiento	35
Tabla12. Tasa de Mantenimiento Preventivo.....	35
Tabla13. Determinación de solución y herramientas en la Gestión de mantenimiento	36
Tabla 14. Las 5 W- 2H para mejoras	37
Tabla 15. Cronograma de mejoras propuestas.....	38
Tabla 16. Presupuesto del Plan de Mejoras	39
Tabla 17. Cronograma elaboración de procedimiento.	40
Tabla 18. Cronograma de actividades realizadas y no realizadas	43
Tabla 19. AMEF JACTO JP #05	45
Tabla 20. AMEF JACTO JP #06	46
Tabla 21. AMEF VALENCIA #01	47
Tabla 22. AMEF FEDE FUT #01.....	48
Tabla 23. AMEF OCTOPUS #05	49
Tabla 24. IPR por Equipo.....	50
Tabla 25. Temas y Programación	52
Tabla 26. Asistencias Programada y Asistencias Ejecutadas.....	53
Tabla 27. Cronograma de Mantenimiento.....	54
Tabla 28. Actividades para la capacitación.....	55
Tabla 29. Tabla de KPIs	56
Tabla 30. Tablero de Comando	56
Tabla 31. Disponibilidad posterior a la aplicación de la gestión de mantenimiento...	59
Tabla 32. Impacto de la Gestión de Mantenimiento en los Indicadores.....	59

Tabla 33. Indicador de Cumplimiento	60
Tabla 34. Tasa de Mantenimiento Preventivo.....	60
Tabla 35. Comparativo de Indicadores de Gestión de Mantenimiento.....	61
Tabla 36. Normalidad.....	61
Tabla 37. Prueba t-student	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Etapas de la Gestión de Mantenimiento.....	9
Figura 2. Ciclo de Deming.....	9
Figura 3. Diseño del Proyecto de Investigación.....	13
Figura 4. Procedimientos del Proyecto de Investigación.....	19
Figura 5. Ubicación de la Empresa agroindustrial.....	21
Figura 6. Productos de la Empresa agroindustrial.....	22
Figura 7. Organigrama de la Empresa agroindustrial.....	23
Figura 8. Organización del área de mantenimiento.....	24
Figura 9. Máquina fumigadora.....	25
Figura 10. Mapa de Procesos de la Empresa.....	26
Figura 11. Comparativo de la disponibilidad por Equipo.....	29
Figura 12. Evolución de la disponibilidad actual mensual.....	29
Figura 13. Diagrama de Causa efecto de la baja disponibilidad en las maquinas fumigadoras.....	30
Figura 14. Diagrama de Pareto.....	33
Figura 15. Actividades preparar procedimiento.....	40
Figura 16. Diagrama de MP.....	42
Figura 17. Verificación de procedimiento.....	43
Figura 18. Aplicación del procedimiento.....	44
Figura 19. Comparativo IPR.....	50
Figura 20. Actividades Plan.....	51
Figura 21. Capacitación.....	52
Figura 22. Capacitación del Personal.....	53
Figura 23. Aplicación con KPIs en Power BI.....	57
Figura 24. Verificación del cumplimiento.....	57
Figura 25. Visualizando KPIs.....	58
Figura 26. Comparativo de la disponibilidad.....	59

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada y tuvo como objetivo determinar el efecto de la implementación en la gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru. El tipo de diseño de investigación fue preexperimental y de nivel explicativo. Se usó como técnicas el análisis documental y la observación. La metodología usada correspondió al ciclo de Deming con el desarrollo de las 4 fases que comprende. Dentro de los resultados, logrados por esta investigación tenemos que la disponibilidad mejoró en 10.84%, pasando de 82.90% de Pres Test, y llegando a 93.74% en el Pos Test, en el caso del MTTR se produjo una mejora, con una reducción de 1.65, pasando de 3.69 a 2.04 y en el caso del MTBF se logró un incremento en el tiempo entre cada reparación de 19.50 hacia 32.05, esto concluye que: La implementación en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru.

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

ABSTRACT

The objective of this research was developed was to determine the effect of the implementation in Maintenance management to improve the availability of fumigation machines in the Health area in an Agroindustrial company, Viru. The type of research design was pre-experimental and explanatory level. Document analysis and observation were used as techniques. The methodology used corresponded to the Deming cycle with the development of the 4 phases it comprises. Among the results achieved by this research we have that availability improved by 10.84%, going from 82.90% and reaching 93.74%, in the case of the MTTR there was an improvement, with a reduction of 1.65, going from 3.69 to 2.04 and In the case of MTBF, an increase in the time between each repair was achieved from 19.50 to 32.05. This concludes that: The implementation in Maintenance management increases the availability of fumigation machines in the Health area in an Agroindustrial company, Viru.

Keywords: maintenance management, availability, MTTR, MTBF

I. INTRODUCCIÓN

En estos tiempos nuevos, muchos procesos dentro de las empresas se realicen usando una serie de equipos, a partir de los que se realizan las operaciones claves del negocio. Es implica que los equipos se encuentren siempre disponibles, cuando estos sean requeridos, pero en muchos casos, no sucede lo esperado y hay fallas o incidencias que no permiten una correcta operación de estos equipos, donde las causas se ven atribuidas a una gestión negativa del departamento de mantenimiento, donde se evidencian un control y medición inadecuados de sus actividades, donde las decisiones que se toman son incorrectas (Álvarez, 2020). En este sentido, el mantenimiento cumple un papel primordial, asegurando que sean más productivos y la empresa pueda competir en el segmento donde se desarrolla. En estudios realizados por Massachusetts Institute of Technology se indica que la base para una correcta productividad de las empresas es el mantenimiento de los equipos que aseguran la disponibilidad de los mismos (Soler et al, 2017).

Los autores Esquivel y Lecca (2018), manifiestan qué alrededor de muchas empresas se presentan una disminución en cuanto a los costos para producir algo Y esto se debe a que ellos realizan un sistema de análisis que les permite obtener mejora en cuanto a los costos fijos que vienen a ser Los costos operativos y Los costos variables por ello en cuanto a sus procesos operativos deben ser de una manera eficiente, en este sentido cabe mencionar el respaldo qué se debe tener en cuanto la utilización de sus equipos qué son una parte esencial para realizar sus actividades de producción y deben estar disponibles al 100%, para ello deben realizar una adecuada gestión de mantenimiento qué genera una mayor productividad en cuanto a los equipos y así las empresas obtengan una rentabilidad que les permanezca desarrollarse en el mercado

El sector agroindustrial en nuestro país se encuentra presente en la provincia de Trujillo en los años 1535 aproximadamente, donde empezaron sus actividades de cuando se instala un tapiche que muele caña en el Valle Chicama, el cual empieza el trabajo por esclavos que ya generaban producción arrobas de azúcar (Bona, 1999).

Hoy en día el Valle de Viru en conjunto con Chao son fuentes de florecimiento que se dedican al cultivo y extracción de frutos frescos como palta, esparrago, alcachofa y arándanos, que son procesadas en diferentes plantas productoras para su exportación.

Por esta razón, en el transcurrir del tiempo gracias al proyecto de Irrigación Chavimochic que proporcione el Gobierno de la Región Libertad muchas organizaciones agroindustriales como Camposol, Virú S.A, Grupo Santa Elena entre otras, se instalaron en estas zonas por la alta demanda requerida por los clientes extranjeros, destacando en su desempeño y participación económica para nuestro país (Peñaranda, 2019). Por esta razón tiene la necesidad de seguir adaptando mejoras en sus procesos en especial para sus activos físicos debido al ingreso de nuevas tecnologías que hace necesario mantenerlos para su buena operatividad y funcionamiento debido a que intervienen directamente con la producción y para alcanzar las proyecciones programadas se necesitan estar disponibles, evitando costos por paradas.

La gran mayoría de empresas agroindustriales se dedican a la actividad extractiva de su materia prima para luego llevar a la transformación de un producto final, estos últimos años especialmente la región liberteña ha sufrido muchos cambios debido a la pandemia del covid-19 afectando la economía el cual implica bajar la rentabilidad de muchas empresas de este rubro. En esta investigación la empresa agroindustrial se encuentra ubicada en Virú, la cual se encuentra en un proceso de mejorar la mayoría de sus actividades entre una de ellas es el área de mantenimiento de una de sus principales máquinas que les permite tener una buena productividad siempre y cuando estén funcionando adecuadamente, Teniendo como problemas en el área de mantenimiento especialmente para las máquinas fumigadoras la ausencia de control en cuanto a la gestión de mantenimiento ya que no existe una buena organización y planificación en cuanto a los recursos para realizar un buen seguimiento de las actividades que son fundamentales para que las máquinas fumigadoras se encuentren operativas, la falta de capacitación al personal que ingresa, el desconocimiento en

cuanto a la medición de indicadores para tener conocimiento si las máquinas están rindiendo en un promedio adecuado, por lo que afecta directamente a los tiempos de producción, realizar sus operaciones teniendo paradas no programadas debido a que no cuentan con un stock de los repuestos de los equipos por la mala organización del área de mantenimiento debido a que no involucran la utilización de metodologías y herramientas de gestión en el área las cuales deben ser resultas porque afecta directamente a su productividad.

En este contexto, para la empresa en estudio necesita incorporar estrategias que la ayuden atacar el problema que genera la baja disponibilidad de las máquinas fumigadoras, esto se realizará tras una buena gestión del mantenimiento. Por ello pasamos a realizar la formulación de nuestro problema general: ¿De qué manera la gestión de Mantenimiento mejora en la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023?, y de forma específica: ¿Cuál es el diagnostico actual de la empresa y la evaluación de la disponibilidad inicial de las Maquinas fumigadoras en la empresa? ¿Cómo un diseño un plan de gestión de Mantenimiento mejora la disponibilidad para las maquinas fumigadoras? ¿De qué forma la Implementación de acciones del cumplimiento del plan de gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en la empresa agroindustrial?, ¿Cuál es el resultado de la evaluación de la disponibilidad de las maquinas fumigador posterior a la implementación de acciones en la empresa agroindustrial?

En cuanto a la justificación de la investigación, se justifica desde la perspectiva **social** dado que al aplicar mejoras estas ayudarán a que la disponibilidad aumente en los equipos que se estudia, esto será beneficioso para abastecer a las áreas operacionales en el momento oportuno, se justifica en la **práctica** dado que se propondrá opciones y formas de mejorar la gestión de mantenimiento, recopilando, analizando y describiendo datos para ayudar a resolver el problema de la disponibilidad de las maquinas fumigadoras, en lo **teórico**, porque se contextualiza conocimientos relacionados fundamentalmente con el tema de investigación que ayudará para su mayor entendimiento en cuando a las variables a estudiar. Finalmente

se justifica de manera **metodológica** dado que se revisarán, analizará los aportes al progreso del posterior desarrollo del proyecto relacionado con mejora de gestión, aplicando técnicas e instrumentos nuevos que van de acuerdo a nuestros objetivos para lograr su recolección y procesamientos de resultados y obtener la viabilidad económica de la investigación, trayendo un beneficio económico a la empresa. (Hernández y otros, 2018)

El objetivo general que busca este estudio es: Determinar el efecto de la implementación en la gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en el área de Sanidad en una empresa Agroindustrial, Viru 2023. Teniendo como objetivos específicos: 1) Diagnosticar la situación actual de la empresa y evaluar la disponibilidad inicial de las Maquinas fumigadoras en la empresa. 2) Diseñar un plan de gestión de Mantenimiento para las maquinas fumigadoras. 3) Implementar acciones para el cumplimiento del plan de gestión de mantenimiento. 4) Evaluar la disponibilidad de las maquinas fumigador posterior a la implementación de acciones en la empresa agroindustrial.

En este estudio se describe la hipótesis: La implementación en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023. De manera específica: El diagnostico actual mediante los instrumentos cooperará para analizar la disponibilidad de los equipos en la empresa. El diseño de un plan de gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en la empresa. El programa de implementación con herramientas de ingeniería mejorará la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en la empresa. La disponibilidad de las maquinas fumigadoras en la empresa luego de implementar la gestión de mantenimiento aportará de manera colaborativa en el mantenimiento preventivo.

II. MARCO TEÓRICO

Para este proyecto tenemos el soporte de aquellas investigaciones, de las cuales forman parte como aporte significativo, de las cuales se identifica las diferentes aplicaciones tanto en nuestra variable: Gestión de Mantenimiento y disponibilidad de las máquinas.

En el artículo que propone Pinto (2020) desarrolla la gestión de mantenimiento con el objetivo de aumentar significativamente la disponibilidad de las unidades en estudio. Dentro de las mejoras propuestas, resalta la posibilidad de monitorear y controlar el proceso de mantenimiento aplicando KPI que ayudaran en la evaluación de la gestión de mantenimiento; así mismo se desarrolló un programa de capacitación técnica, con la incorporación de procedimientos para medir la gestión, entre otros para controlar el mantenimiento correctivo y preventivo. Luego de la propuesta se obtuvo como resultados una reducción del 23% en averías, lo cual trajo una mejora del 5% en el indicador de disponibilidad. El autor concluye que la propuesta mejora la disponibilidad de equipos, en base a una mejor gestión del mantenimiento.

A la vez tenemos la investigación realizada por González (2017), en la cual se enfatizó su estudio al poder realizar un tipo de diseño de gestión de mantenimiento o la intención de incrementar el indicador de la disponibilidad de los equipos en la empresa en estudio, tratando de lo que tuvo un diseño casi experimental y su enfoque cuantitativo ya que realizó y aplicó instrumentos como un diagrama de causa efecto proponiendo de esta manera un Pareto para poder determinar las causas más relevantes que afectan al indicador los resultados obtenidos antes de implementar un adecuado sistema de gestión de mantenimiento permitió el aumento de la disponibilidad en un 5% siendo su resultado con un 92.4% el cual se presencia la reducción de 60 horas en el indicador del MTTR, concluyendo en este estudio que se tuvo un efecto positivo debido a un mantenimiento correctivo y preventivo tras su implementación, lo cual permitió una reducción en los costos de mantenimiento.

Así mismo se tiene el artículo de (Canahua, 2021) que tiene el objetivo principal del aumento en la disponibilidad de equipos que maneja la empresa, usando como base las buenas prácticas que propone el TPM, incorporando una serie de instrumento y herramientas para determinar las causas que afectaban a la gestión del mantenimiento. En cuanto a resultados obtenidos, luego del desarrollo de las mejoras en la gestión del mantenimiento se observa un significativo incremento en la disponibilidad pasando antes de la propuesta que fue 86.7% a un 96.8% luego de la aplicación de la propuesta. Se tiene como conclusión final que una mejor gestión del mantenimiento incorporando TMP incide en mejorar la disponibilidad en los equipos usadas en el desarrollo del estudio.

Huari (2018) tuvo como objetivo desarrollar programa para mantenimiento usando el Mantenimiento centrado en confiabilidad a fin de incrementar la disponibilidad de equipos, el cual permite tener una gestión más eficiente y tener un mejor mantenimiento, detectando modos de fallas, usando como instrumento el AMFE, así mismo, se incluye un programa de mantenimiento basado en un cronograma y un plan de cambios. Dentro de los resultados, luego de aplicar la gestión de mantenimiento se obtuvo un aumento del 92.2% a 94.7% en la disponibilidad en base a una buena gestión del mantenimiento, y que ayudó a que las unidades sean usadas en el momento que estas sean requeridas, sin retraso del resto de las operaciones que la organización realiza en forma continua.

En otro estudio, (Alba & Chinchay, 2019). Estos autores efectuaron en su investigación un diagnóstico para poder determinar los equipos críticos que ocasionan los inconvenientes de una disponibilidad baja en una empresa, el estudio fue basado en un sin números de registros ante las fallas existentes Por lo cual determinaron la necesidad de aplicar un análisis de Pareto para posteriormente identificar los equipos con mayor porcentaje de fallas frecuentes, por ello creyeron conveniente implementar un plan de mejora ante un mantenimiento preventivo el cual constituyó una serie de acciones correctivas, irresponsables que puedan ejecutar e inspeccionar

adecuadamente los ocho equipos en estudio. Para el desarrollo de su propuesta aplicaron el PHVA para el desarrollo de las mejoras. Los resultados obtenidos fueron provechosos ante el incremento del indicador de la disponibilidad de un 86% a un 94% después de haber realizado la implementación se concluye que el plan de mejora fue beneficioso en este estudio ya que se tuvo un incremento de una variación del 8% en el indicador siendo un aporte significativo en el que determina su beneficio para la organización

Bilgin (2020) Por otro lado tenemos el estudio, quienes plasma una investigación en cuanto a la capacidad que tienen los equipos en una empresa para funcionar sin tener inconvenientes en los cuales se enfoca acerca de sus operaciones interrumpidas. Realiza una implementación en cuanto actividades de mantenimiento que deben ser gestionadas con la única finalidad de hacer mejoras para la empresa dedicada a la producción, esta manera realizar la eficientemente ya que afecta el rendimiento de sus activos físicos, enfatizan su estudio la planificación acerca de los costos elevados al realizar las actividades de mantenimiento lo cual es deben ser incorporados correctamente para tener un análisis costo beneficio que no sea tan costosa concluyendo de esta manera que las acciones de mantenimiento son de Vital importancia para el éxito del Progreso productivo por eso realizar mejoras en la gestión y lograr resultados en cuanto a sus costos más bajos

Las bases **teóricas relacionadas en el estudio presente** son las siguientes, según las variables estudiadas. Así tenemos que para **gestión de mantenimiento**, según Castillo et al (2020), menciona que vienen hacer todas aquellas acciones fundamentales que son direccionadas a un objetivo qué parte del mantenimiento en cuanto a los activos de una organización, mediante planes y funciones específicas a Cada trabajador, obteniendo todos los elementos que le proporcionen la facilidad en cuanto al planeamiento, programación, el control y la ejecución de Estas actividades del mantenimiento, buscan establecer una mejora continua en cuanto a los procesos de mantenimiento que ayuden a que las operaciones se realicen sin incidencias o paralizaciones intempestivas. Esto quiere decir qué la gestión de mantenimiento es

protagonista para obtener la competitividad como parte primordial en una organización la cual le permitirá el crecimiento y establecerse en el mercado, se necesita incorporar en los procesos y recurso, metodologías que pueda desarrollar una correcta gestión de mantenimiento.

Pérez (2021), el autor incorpora que el **mantenimiento** abarca las funciones que son realizadas por medio de los responsables del área con el único objetivo de que las máquinas equipos herramientas y todos aquellos elementos que forman parte de la infraestructura en un proceso obtengan buenas condiciones en cuanto a su funcionamiento y operatividad. Esto quiere decir que toma como punto inicial desde el diseño de la empresa en el cual se incluyen los equipos que forman parte del proceso y para lo que fueron adquiridos y puestos en marcha para llegar a cubrir las necesidades de una organización permitiendo alcanzar sus metas.

(Burduk, 2017). El autor señala que la gestión de mantenimiento es aquel campo que posee información necesaria en cuanto al sistema que vincula el mantenimiento con la producción en cuánto a las operaciones de sus máquinas que se realizan actividades que puedan se retroalimentadas por los clientes, el cual está conformado por aquellas aplicaciones empresariales que proporcionen incorporen apoyo.

(Crespo, 2018). Hace referencia que es necesario ejecutar de forma ordenada, es decir sistemática y principalmente organizada ante la gestión de mantenimiento, que se sienta en un compuesto de solicitudes que debe obtener componentes comunes en cuanto a la administración de sus recursos, planificación y control. Su fundamento se basa en el objetivo de cualquier organización que lo conlleva a realizar los trabajos y recursos de todos los colaboradores.

El mantenimiento se presenta como una estrategia en cuanto a la estructura de trabajo que debe seguir un orden y un sistema de gestión adecuados el cual se debe desarrollar mediante un proceso que sea de soporte ante los componentes de cada estrategia por ello se sostiene en las siguientes etapas. (Mora, 2017)

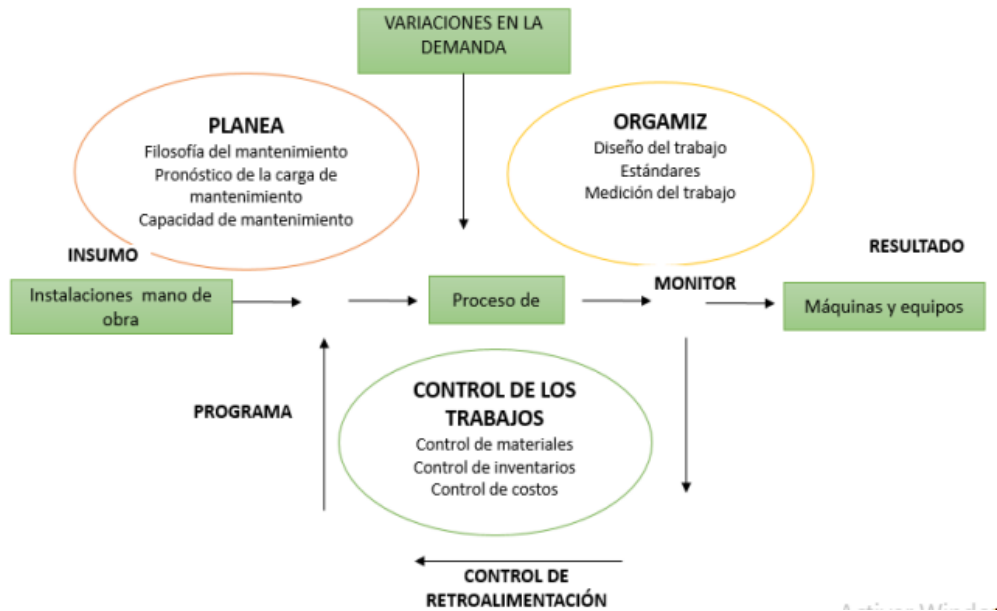


Figura 1. Etapas de la Gestión de Mantenimiento

Fuente: Mora, 2017

Se tiene la metodología de Deming que ayuda en la gestión de mantenimiento, como lo indica Nguyen (2020), constituyendo un círculo de calidad; es conocido como ciclo PHVA y permite lograr una mejora continua de un proceso para ayudar a mejorar la productividad y también la calidad de los productos o servicios desarrollados por la organización. Está constituido por 4 fases (Menéndez, 2018)



Figura 2. Ciclo de Deming

Fuente: (Chiuchi, 2021)

Para la variable **disponibilidad**, según (Lavado, 2020). Es un indicador que se mide para conocer el tiempo en que se emplea un proceso productivo en la que se determina horas en paradas por mantenimiento realizados horas en tiempos inoperativos de los diferentes equipos o maquinarias, está en función a los tiempos por mantenimiento, de trabajo y los fallos que presenta

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

MTBF: Tiempo medio para poner en marcha equipo

MTTR: Tiempo medio entre paradas

MTBF (Mean Time Between Failures). El indicador que mide el tiempo promedio entre las paradas es aquel indicador que tiene la finalidad de medir aquellas horas, minutos o segundos medios en el que puede ocurrir una falla entre otra (Iribeiroa y Godinab, 2019)

El MTBF tiende a su utilización en el área de mantenimiento para tipos de equipos reparables la cual deja de lado aquellos equipos que se desactivan ante la ejecución de mantenimientos preventivos o por realizar un reemplazo en un tipo de mantenimiento preventivo en cualquier Sistema o componente que se desgastan por su uso normal (Peyman y Farshid, 2019)

La fórmula del indicador MTBF se presente según la siguiente forma, (Rodrigo, 2017):

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

Por otro lado, tenemos que el tiempo medio de paradas el cual es conocido como el MTTR indicador del, es un indicador métrico que nos permite realizar un cálculo tomando el tiempo promedio que se requiere al operar una reparación por alguna falla generada en cualquier equipo maquinaria. Su cálculo está presentado ante una fórmula que se encuentra en función al tiempo en el que se usa para efectuar una

reparación y la cantidad de fallas que existen en ese periodo de tiempo determinado (Torell y Avela, 2020)

$$MTTR = \frac{\textit{Horas totales del Perido}}{\textit{Número de Paradas}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: es aplicada, según Lozada (2017), proporcionan datos usando métodos que al aplicarse al problema ayudarán a buscar técnicamente una solución adecuada a lo requerido

Este estudio se basa en proporcionar una base conocimiento para lograr los objetivos que el presente estudio requiere. Para el estudio, la base de conocimiento científico de las cuales tenemos fuentes confiables de los libros, tesis, revistas, artículos, papers referentes a temas de plan de gestión de mantenimiento y disponibilidad.

Enfoque de investigación: Según Hernández y Mendoza (2018). El presente informe de investigación toma la recolección y el análisis de los datos para de esta manera poder realizar el planteamiento del problema de un estudio, en este contexto utilizando métodos estadísticos para corroborar la veracidad y disimulo de la hipótesis. En este estudio la hipótesis viene a ser sometida a medir las variables analizadas mediante pruebas que el diseño de investigación y su recolección de datos son analizados y procesados mediante la estadística descriptiva.

Nivel de la investigación

Hernández y Mendoza (2018) expresa que un estudio explicativo es aquel que al constituir hipótesis (esta viene a ser conjeturas o posibilidades teóricas que pasan a ser comprobados empíricamente) que componen el marco teórico que será sometida a determinar su veracidad o falsedad con respecto a las mediciones de las variables.

Diseño de la investigación

Para este estudio posee un diseño experimental de tipo pre experimental, según Salas (2017), menciona que todo estudio que manipule de forma premeditada al menos una variable es de diseño aplicada es decir posee causas – efecto, de

esta manera al ser analizadas, se prepara para obtener los resultados como efecto ante la manipulación en un determinado espacio y tiempo.

La presente investigación será aplicada en la parte práctica con el diseño pre prueba /pos prueba en un mismo grupo, se pretende manipular la variable “Gestión de mantenimiento” y ver los efectos que tiene en la variable “disponibilidad”, que tuvo un periodo de revisión de datos por 3 meses antes de aplicar la gestión de mantenimiento O1(pre prueba) y una segunda observación que denotamos como O2 (post prueba) que tuvo un periodo de revisión de los datos por 2 meses después de implementar la gestión de mantenimiento.



Figura 3. Diseño del Proyecto de Investigación

3.2. Variables y operacionalización

Las variables a desarrollar estarán presentes en la matriz de operacionalización, el cual definimos de manera conceptual y cómo lo vamos a operar en este estudio.

Variable Independiente

Gestión de mantenimiento:

Es la parte fundamental en cualquier organización para certificar la persistencia de todas las actividades operativas, previniendo paralizar el proceso debido a fallas o averías que poseen las máquinas y equipos. En este sentido el mantenimiento debe ser constituido eficazmente ya que viene hacer un elemento primordial para generar competitividad y operatividad empresarial. (García, 2017).

AR: Cantidad de Actividades realizada

AR: Cantidad de Actividades realizada

Dimensión 1: Mantenimiento Preventivo

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

Donde: MP = Tasa de mantenimiento preventivo

NMPE= Numero de mantenimiento preventivos ejecutados

NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados.

Dimensión 2: Plan de Mantenimiento de mejora

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

IC: índice de cumplimiento

AR: Cantidad de actividades realizadas

AP: Cantidad de actividades planificadas

Variable 2: Dependiente

Disponibilidad:

Es un indicador cuya función principal está vinculado al mantenimiento, el cual indica la acotación de los parámetros de la capacidad de la producción. Se define como aquella función en el que las máquinas se encuentren en óptimas condiciones para poder realizar la producción de un proceso en un tiempo determinado, es decir que no posea alguna parada por avería o falla. Buelvas et al (2014).

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

Donde: MTBF = Tiempo medio entre fallas (horas)

MTTR = Tiempo medio entre reparaciones

Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas

Este indicador se encarga de medir los promedios de los tiempos en el cual una máquina se encuentra funcionando de manera óptima, su representada función se encarga de establecer el tiempo promedio transcurrido en el que sucede una falla tras otra. Salazar (2017).

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

Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas)

n = cantidad de fallas

Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones

Este es un KPI de mantenimiento que ayuda obtener la medición en cuanto al tiempo que acontece un equipo cuando se Está realizando alguna actividad de mantenimiento, es decir el tiempo medio en qué necesita de la atención de algún tipo de mantenimiento ya será correctivo o preventivo. Salazar (2017).

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

Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas)

n = cantidad de fallas.

En este estudio la matriz de operacionalización de las variables tanto la dependiente como la independiente están en el **Anexo N° 01**, conteniendo su definición conceptual, operacional, las dimensiones de cada variable con su respectivo indicador y formula siendo la escala de medición a razón por ser un tipo de investigación cuantitativa, que recolecta datos números para ser analizados estadísticamente.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población está conformada por un grupo de ítems con similares propiedades, y permiten lograr los objetivos diseñados (Hernandez & Mendoza, 2018). En esta investigación se tomó como población los 5 equipos fumigadoras, en operación en los meses de mayo a julio del 2023.

- **Criterios de inclusión:** Equipos de tipo fumigadoras, producción en meses sin campaña, reportes semanales.
- **Criterios de exclusión:** Los meses que se encuentran en campaña

Muestra:

Según (Hernandez & Mendoza, 2018), la muestra es una parte representativa de la población, es el objeto de estudio para el investigador; la muestra está conformada por 5 equipos fumigadoras, siendo equivalente a la población por la cantidad que representa.

Muestreo:

El muestreo es de tipo no probabilístico, considerando un muestreo por conveniencia ya que la población y la muestra son iguales. Porras (2017)

Unidad de análisis:

Para la unidad de análisis en este estudio está considerada (1) equipo fumigadora

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

En todo estudio netamente investigativo la información que se debe proporcionar debe tomar una técnica ante el recojo de información en un primer momento donde se utiliza distintos métodos para ser desarrollados en los diferentes contextos problemáticos, las técnicas que se ejecutan va a depender del diseño y tipo de investigación a tomar y esta sea adaptada al logro de los objetivos y en función a las variables que se utilizan, de ellos se puede construir las herramientas necesarias para poder ser analizadas y aprobadas según el contenido de su información (Carbajal, 2019).

Análisis Documental: Está definida como aquel proceso de análisis que pretende identificar aquellos medios de un todo para lograr ser apartados ante la inspección que va de acuerdo al logro y la noción de sus demás elementos. Alarcón (2019).

Observación directa: Rouse (2021), menciona que es el procedimiento donde el investigador se limita a observar y tomar nota de todos los fenómenos que acontecen en una determinada variable, siendo estos datos registrados para después ser contratados

Instrumentos de recolección de datos

Para el autor Hernández y Mendoza (2018). Define que los instrumentos vienen a ser los medios donde se puede recolectar información necesaria con la única finalidad de obtener y depositar información relevante ante una necesidad investigativa lo cual es considerado como una herramienta.

Fichas de recolección de datos: Es aquel documento que incorpora un histórico de datos en el que Su contenido posee información diaria, semanal en cuanto a un proceso de registro en un tiempo determinado

Tabla 1. Técnicas e instrumentos a utilizar

VARIABLE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Gestión de Mantenimiento (Anexo 2)	Observación directa	Encuesta de la Gestión de Mantenimiento
	Análisis documental	Ficha de registro de Mantenimientos
Disponibilidad (Anexo 3)	Análisis documental	Ficha de recolección de datos de la Investigación para medir la Disponibilidad, MTBF, MTTR

Fuente: Elaboración propia

Validez del instrumento

La validez en esta investigación según el autor Hernández y Mendoza (2018) el cual Define Qué es aquel grado en el que una teoría se evidencia bajo la sustentación y una fundamentación que tenga un grado de criterio específico ante su medición con valores cuantitativos y sea calificado para poder determinar que la variable es adecuada en un estudio. Para la investigación se realiza la validez de los instrumentos de medición ante el juicio de tres expertos especialistas en la materia y el campo investigativo, cuyos resultados son aceptables y calificados ante su aprobación proporcionada en el **Anexo N° 04**.

Tabla 2. Resultados de validez del Juicio de Expertos

N°	Especialidad	Grado/ Nombres y apellidos	Resultado
1	Ing. Industrial	Mg. Lino Rolando Rodríguez Alegre	Aplicable
2	Ing. Industrial	Mg. Jaime Enrique Molina Vílchez	Aplicable
3	Ing. Industrial	Mg. José La Rosa Zeña Ramos	Aplicable

Fuente: Certificado de Valides de Instrumentos

Confiabilidad del instrumento de medición

Determinar la confiabilidad para los resultados que se obtienen en los instrumentos de medición en una investigación debe ser veraz y coherente, la cual debe abordar un método de medición en cuanto a su estabilidad. Por ello en este estudio se utiliza el método de confiabilidad por tes - retest, test ya que mediante la misma herramienta Es sujeta a utilizarse en más de dos momentos en un periodo de tiempo corto (Hernandez & Mendoza, 2018)

3.5. Procedimientos

Los procedimientos se realizarán según la siguiente figura:

DIAGNOSTICAR

Se realizara el diagnostico de los procesos que realiza la empresa, la medición de los indicadores de la variable dependiente disponibilidad y un checklist de diagnostico sobre la gestión de mantenimiento actual en la empresa y la determinación de las causas al problema

DETERMINAR

Se determinara el efecto entre las variables, para constatar la hipótesis de esta investigación en el cual se medirá si posee significancia con respecto a las pruebas de estadística inferencial



IMPLEMENTAR

Se realizara la implementación de acuerdo a los pasos a seguir para realizar un plan de mejora utilizando como ejecución de actividades al mantenimiento preventivo y el mantenimiento centrado en la confiabilidad

EVALUAR

Se realizaran las evaluaciones en cuanto a la variable disponibilidad después de haber implementado el plan de mejora de gestión de mantenimiento para realizar la comparación del antes y después

Figura 4. Procedimientos del Proyecto de Investigación

3.6. Método de análisis de datos

Porta Chanco (2018), manifestó que “El análisis de datos se efectúa sobre la matriz de datos utilizando un programa computacional”. “Una vez que los datos se han codificado, transferido a una matriz, guardado en un archivo y “limpiado” los errores, el investigador procede a analizarlos”. Se medirá la disponibilidad de las maquinas fumigadoras, respecto al **análisis estadístico descriptivo** en el cual nos agenciamos del software SPSS, describiendo la mejora de la variable antes y después de la implementación con un análisis de la media, moda, varianza, mediana y desviación estándar.

Para el método **estadístico inferencial**, es el que utiliza una muestra aleatoria en el que se realiza inferencias en la población, para realizar la contrastación de la prueba de hipótesis se recurre a la ayuda del SPSS. El que se encuentran dos estadísticos de prueba de normalidad de los datos; Shapiro Wilk, en el que utiliza muestras pequeñas $n < 50$, y Kolmogórov-Smirnov para muestras grande $n > 50$, si tienen una distribución normal, se realizará el uso de prueba de T de Student en caso de que los datos sean

paramétricos y Kolmogorov-Smirnov en caso de ser no paramétrico, es decir no posean una distribución normal.

3.7. Aspectos éticos

Durante el diseño del estudio se tuvieron en cuenta los principios éticos señalados en la guía del programa de la Universidad César Vallejo para el desarrollo de proyectos de investigación, los cuales integran: la beneficencia, puesto que el investigador busca incrementar conocimientos científicos; Autonomía, ya que se referenciará por medio de la normativa ISO, lo mencionado por otros autores reconocimiento los aportes científicos de los mismos; Justicia, puesto que no se tratara de manera indiferente a las personas que se relacionen con la investigación o el desarrollo de la misma, a la vez se tomara los artículos establecidos por el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo para realizar una investigación que nos permita la obtención del título profesional. Finalmente se respetará la normativa establecida del porcentaje de turnitin menor o igual al 20%.

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico de la situación actual de la empresa y evaluar la disponibilidad inicial de las Maquinas fumigadoras en la empresa.

4.1.1. Acerca de la empresa

La empresa en estudio pertenece al sector agroindustrial la cual se dedica al cultivo producción y exportación de productos del sector alimenticio. La empresa tiene como actividades económicas a la agricultura por extracción primaria de los recursos naturales como son mediante el cultivo de hortalizas y frutas, como son el esparrago, palto y arándano. Estas actividades se extienden desde la plantación y cultivo, hasta la extracción y procesamiento de productos terminados. Por lo que se le atribuye el concepto de Agroindustria.

Dicha empresa como cualquier otra en el rubro se ve en la necesidad de optimizar sus procesos para lo que necesita de profesionales calificados que estén comprometidos con la mejora continua y el crecimiento de la organización. Por ende, los ingenieros industriales son los que tienen mayor demanda laboral de las agroindustrias, por ser quienes tienen uno de los objetivos en la optimización de los procesos. La empresa está ubicada en el departamento de la Libertad, Virú.



Figura 5. Ubicación de la Empresa agroindustrial

La empresa inicio sus actividades en el año 1991, su proceso inicia con el cultivo se sus productos, los cuales son exportados a diferentes países europeos gracias a su alta demanda, sus ventas llegan aproximadamente a los 10 millones de dólares anuales, la empresa en estudio inicio sus actividades en la costa peruana, esparciéndose con el tiempo en otras regiones del país.

Su crecimiento rápidamente en cuanto a la expansión de sus tierras como parte de sus cultivos en otras regiones del Perú debido a la diversidad climática que posee nuestro país, tomando en cuenta la atomización de las áreas agrícolas como parte inicial de su proceso que es el cultivo de estos productos.



Figura 6. Productos de la Empresa agroindustrial

El propósito de la empresa en estudio es transformar realidades para mejorar vidas, con la aspiración de ser el aliado más confiable y eficiente para nuestros clientes, trabajadores, comunidad y proveedores

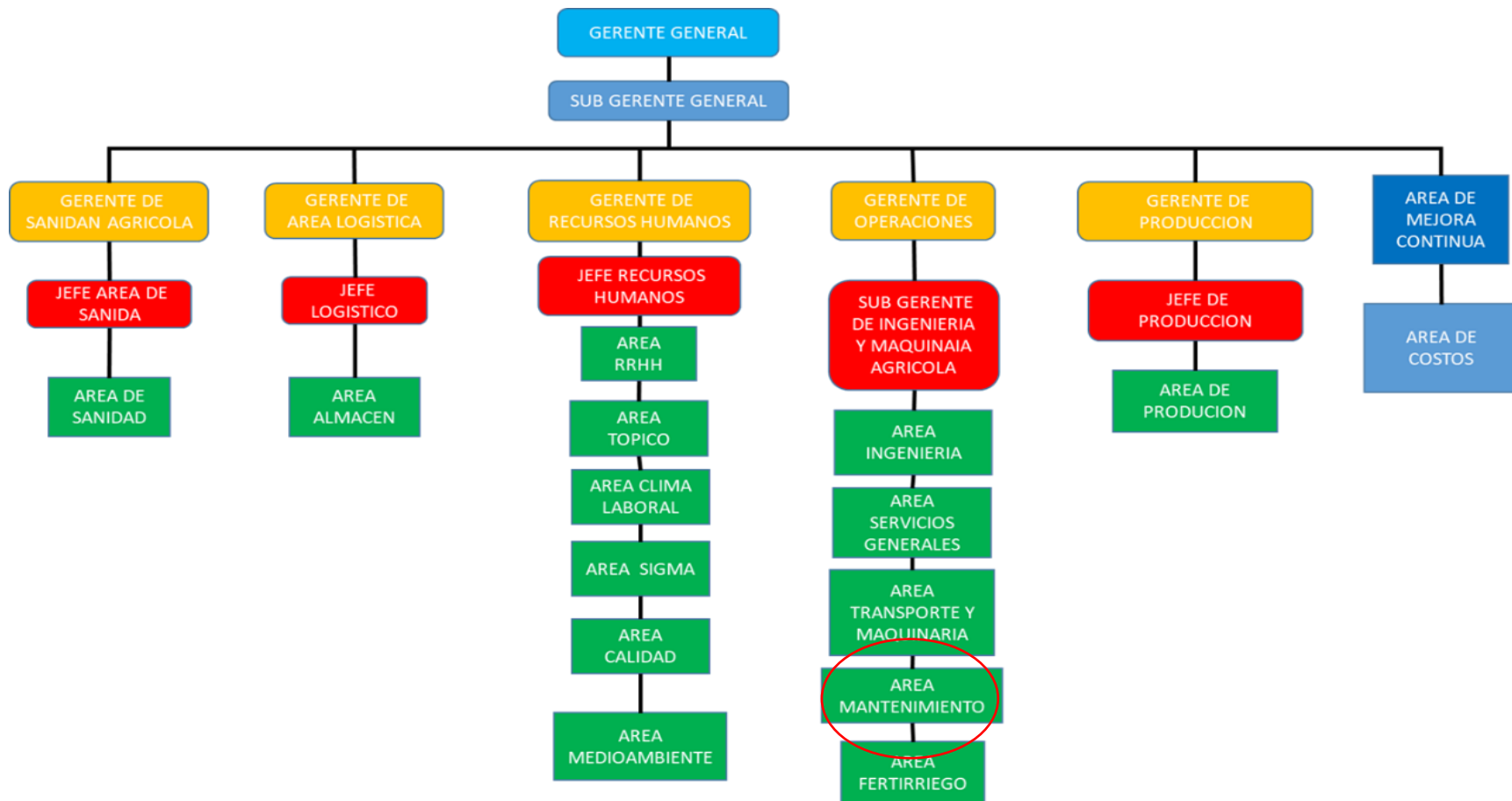


Figura 7. Organigrama de la Empresa agroindustrial

Según la figura 7 se presenta el organigrama de la empresa en la cual este estudio se enfatiza en el área de mantenimiento, la estructura organizacional según su jerarquía se tiene al gerente general al subgerente y las gerencias por parte de sanidad agrícola, operaciones, de y de mejora continua la cual procede su jerarquía con sus jefaturas y sus

respectivas áreas por cada gerencia. El área de mantenimiento es donde se enfatiza la problemática en ese trabajo exhaustivo el cual se tienen los problemas identificados ante las máquinas fumigadoras pertenecientes al área de fertirriego

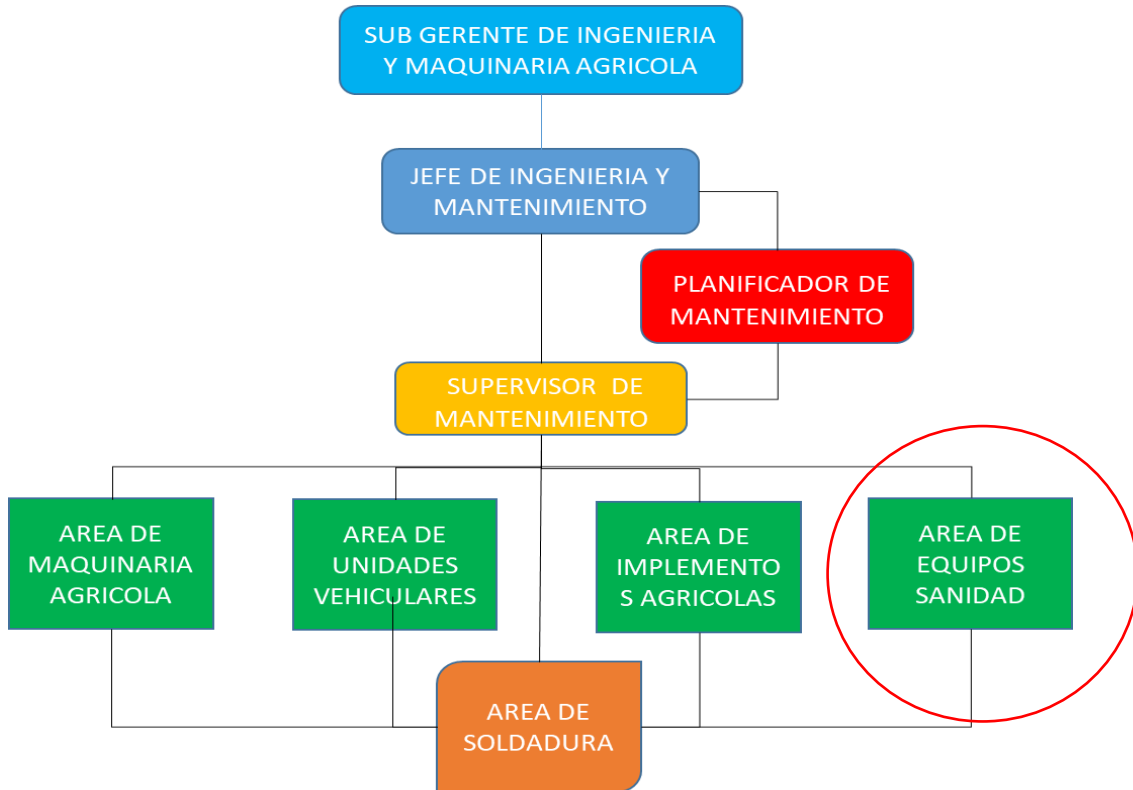


Figura 8. Organización del área de mantenimiento

Con la finalidad de especificar el estudio se tiene del área de mantenimiento ante su jefatura de ingeniería en la figura 8 se identifica el área de equipos de sanidad, la cual es de Vital importancia debido al protocolo sanitario sectorial de la actividad económica en este estudio al realizarse en una empresa que efectúa la extracción de la materia prima ante su cultivo y para realizar las medidas preventivas se efectúan ante la producción del proceso de siembra por lo que se rige a gestionar eficientemente aquellos equipos que intervienen ante la aparición de plagas o enfermedades que afecten su cultivo y cosecha, por eso es necesario mantener activos de la empresa disponibles para así no afectar la productividad de la organización.



Figura 9. Máquina fumigadora

4.1.2. Mapa de Procesos

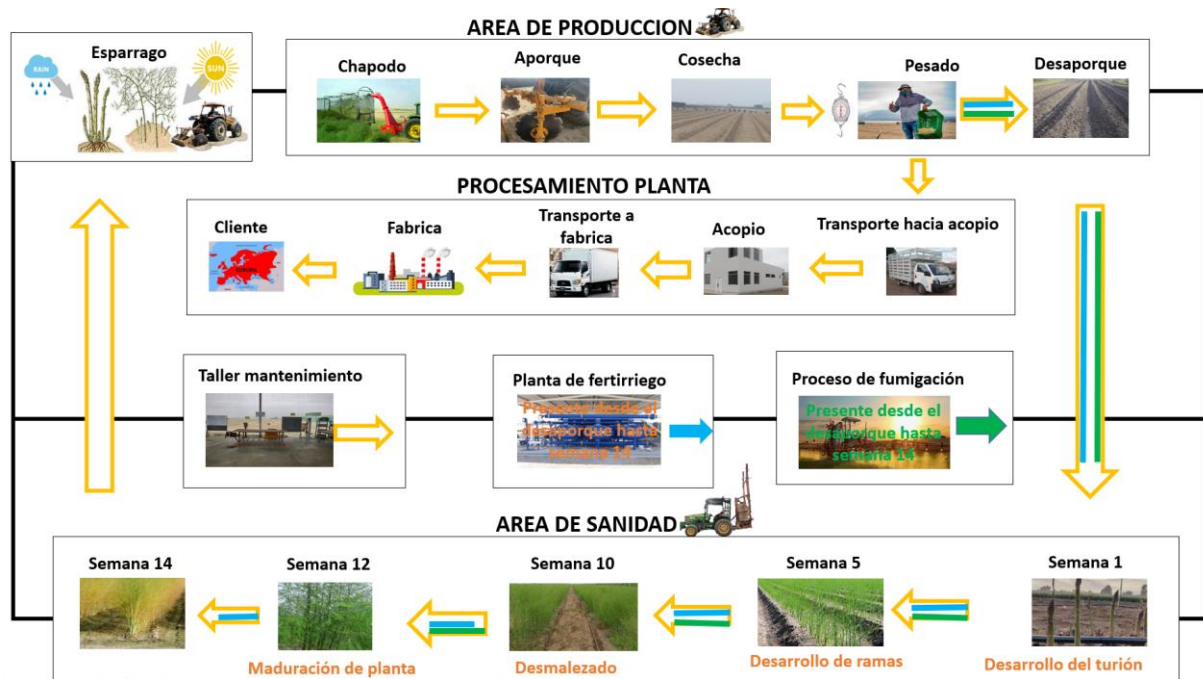


Figura 10. Mapa de Procesos de la Empresa

4.1.3. Inventario de Máquinas

Tabla 3. Inventario de Maquinas Fumigadoras

Equipo	Máquina Fumigadora	Año Fabricación
JACTO JP #05	JACTO JP150 800L #05	2018
JACTO JP #06	JACTO JP150 800L #06	2016
VALENCIA #01	VALENCIA JP 300 #01	2017
FEDE FUT #01	FEDE FUTUR 2000 #01	2018
OCTOPUS #05	OCTOPUS #05	2017

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Cálculo de la disponibilidad

a. Detalle Mensual

Con la finalidad de calcular los valores MTBF y MTTR, de la tabla anterior, se realizó la revisión de las hojas de incidencias del cada uno de las máquinas en estudio, donde a partir de los datos que fueron recolectados se determinó el cálculo de los indicadores mencionados

Tabla 4. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad – mayo 23

may-23		JACTO JP #05	JACTO JP #06	VALENCIA #01	FEDE FUT #01	OCTOPUS #05
Horas de trabajo		186.000	186.000	186.000	186.000	186.000
Numero de fallas		7	9	8	10	6
Horas de parada		26.500	35.500	27.020	39.500	25.000
DISPONIBILIDAD POR EQUIPO		0.890	0.858	0.809	0.855	0.788
MTBF - Hrs	Por Equipos	22.786	16.722	19.873	14.650	26.833
	Por Flota	19.754		20.452		
DISPONIBILIDAD POR FLOTA		0.836		0.842		
MTTR - Hrs	Por Equipos	3.786	3.944	3.378	3.950	4.167
	Por Flota	3.865		3.831		
DISPONIBILIDAD DEL MES		0.8399				

Fuente: Elaboración propia

Según los valores que se obtuvieron, el promedio de la disponibilidad fue de 83.99% en el mes de mayo.

Tabla 5. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad - junio 23

jun-23		JACTO JP #05	JACTO JP #06	VALENCIA #01	FEDE FUT #01	OCTOPUS #05
Horas de trabajo		180.000	180.000	180.000	180.000	180.000
Numero de fallas		7	16	6	11	7
Horas de parada		28.000	42.500	13.130	56.300	24.930
DISPONIBILIDAD POR EQUIPO		0.844	0.764	0.927	0.687	0.862
MTBF - Hrs	Por Equipos	21.714	8.594	27.812	11.245	22.153
	Por Flota	15.154		20.403		
DISPONIBILIDAD POR FLOTA		0.820		0.849		
MTTR - Hrs	Por Equipos	4.000	2.656	2.188	5.118	3.561
	Por Flota	3.328		3.623		

Fuente: Elaboración propia

Según los valores que se obtuvieron, el promedio de la disponibilidad fue de 83.93% en el mes de junio.

Tabla 6. Pre test MTTR, MTBF y Disponibilidad – julio 23

jul-23		JACTO JP #05	JACTO JP #06	VALENCIA #01	FEDE FUT #01	OCTOPUS #05
Horas de trabajo		186.000	186.000	186.000	186.000	186.000
Numero de fallas		6	10	6	10	7
Horas de parada		21.000	40.000	21.500	47.150	24.000
DISPONIBILIDAD POR EQUIPO		0.913	0.887	0.785	0.884	0.747
MTBF - Hrs	Por Equipos	27.500	14.600	27.417	13.885	23.143
	Por Flota	21.050		21.482		
DISPONIBILIDAD POR FLOTA		0.883		0.849		
MTTR - Hrs	Por Equipos	3.500	4.000	3.583	4.715	3.429
	Por Flota	3.750		3.909		
DISPONIBILIDAD DEL MES		0.8471				

Fuente: Elaboración propia

Según los valores que se obtuvieron, el promedio de la disponibilidad fue de 84.71% en el mes de julio.

b. Disponibilidad por equipos

Ahora de acuerdo a los 3 meses revisados, se presenta un resumen promedio de la disponibilidad por cada uno de los equipos

Tabla 7. Disponibilidad por Equipos

Equipo	Horas Trabajadas	Horas Parada	Nro Fallas	MTBF	MTTR	Disponibilidad
JACTO JP #05	184.00	25.17	6.67	23.83	3.78	86.32%
JACTO JP #06	184.00	39.33	12.00	12.06	3.28	78.62%
VALENCIA #01	184.00	20.55	6.67	24.52	3.08	88.83%
FEDE FUT #01	184.00	47.65	10.33	13.20	4.61	74.10%
OCTOPUS #05	184.00	24.64	6.67	23.90	3.70	86.61%

Disponibilidad Promedio: 82.90%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar todos los equipos tienen una disponibilidad menor a 90% y donde el equipo FEDE FUT #01 es el que llega a 74.10% y la disponibilidad promedio fue de 82.90%

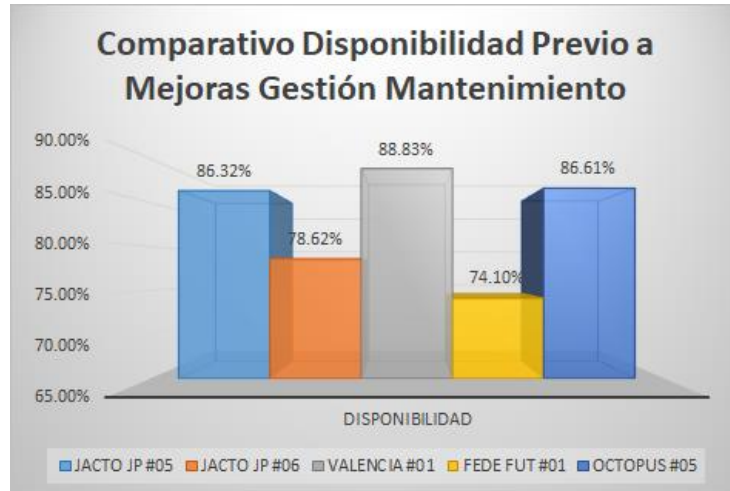


Figura 11. Comparativo de la disponibilidad por Equipo

También, se tiene la evolución mensual de la disponibilidad

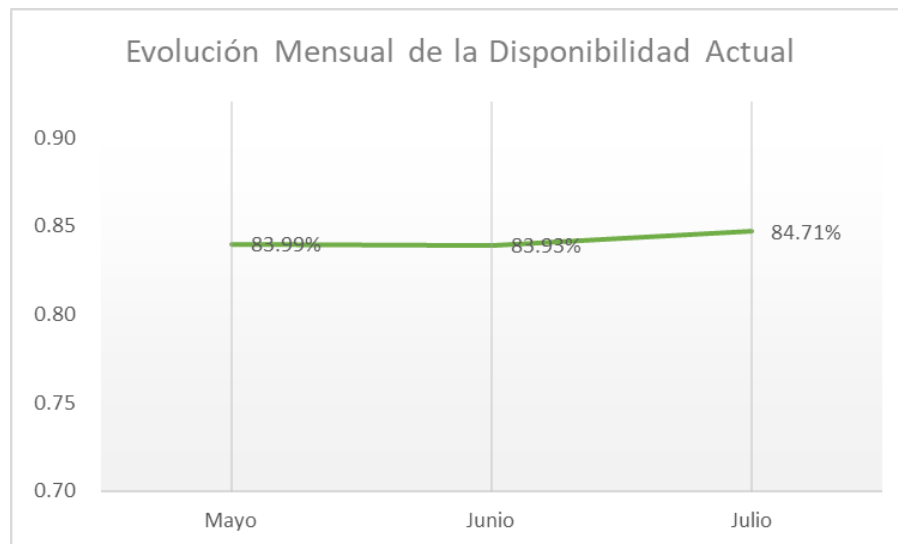


Figura 12. Evolución de la disponibilidad actual mensual

Note que la disponibilidad, se mantiene en un rango que fluctúa los valores comprendidos entre el 83 al 85%

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

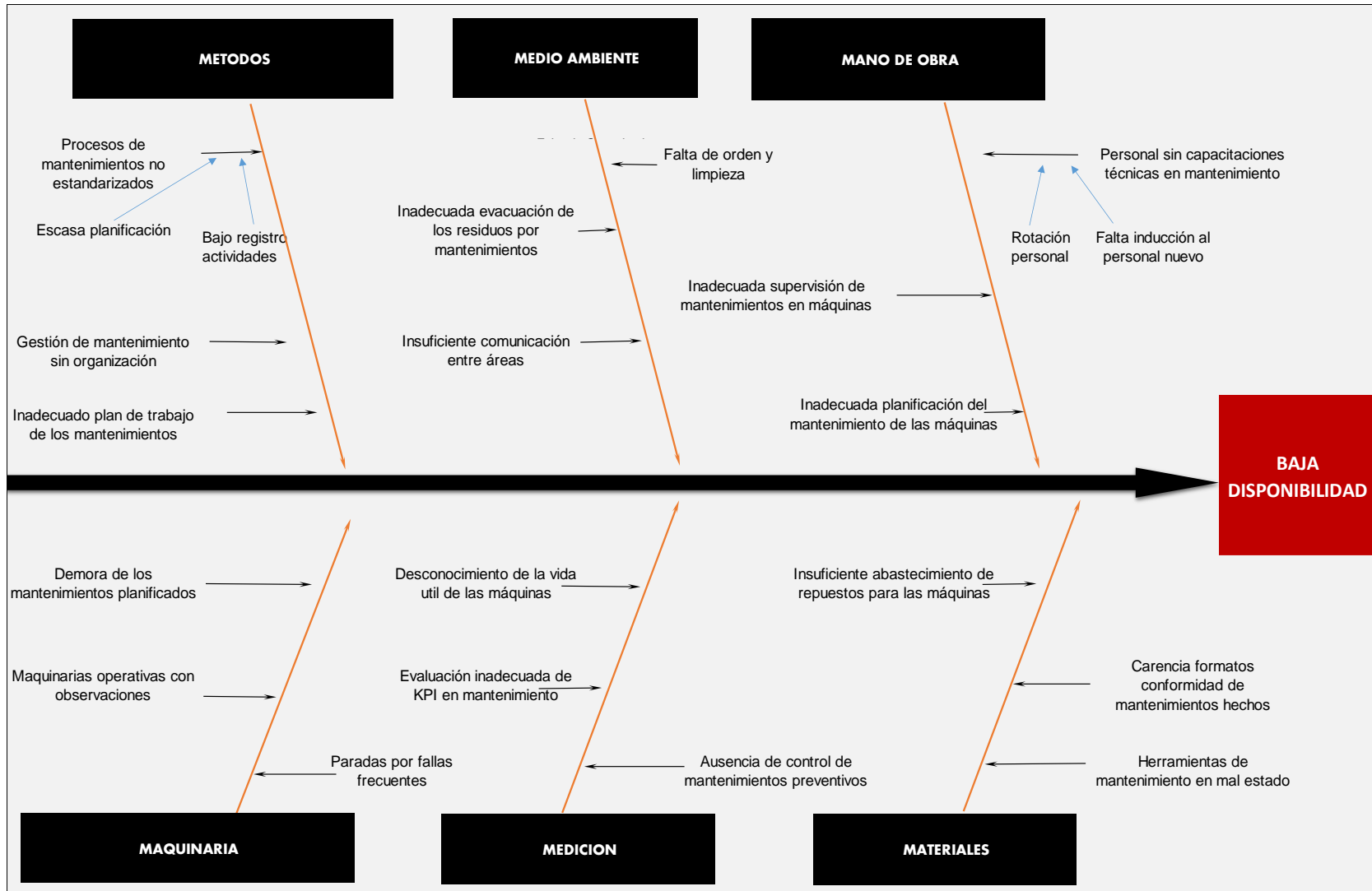


Figura 13. Diagrama de Causa efecto de la baja disponibilidad en las maquinas fumigadoras

Según el diagrama causa efecto presentado, se identificaron 18 causas que origina la baja disponibilidad, las que se agruparon en 6 categorías y en base a la reunión tenida, se procedió a la valorización de cada una de ellas, la misma que se muestra a continuación:

Tabla 8. Valoración de causas

CR	CAUSA	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	Total
C1	Insuficiente abastecimiento de repuestos para las máquinas	5	5	5	3	5	3	3	3	5	3	3	3	3	5	5	1	1	3	59
C2	Herramientas de mantenimiento en mal estado	3	5	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	15
C3	Personal sin capacitaciones técnicas en mantenimiento	5	5	5	5	5	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	3	5	5	75
C4	Inadecuada supervisión de mantenimientos en máquinas	3	1	3	5	1	3	3	1	1	1	3	3	1	1	0	0	1	1	27
C5	Inadecuada planificación del mantenimiento de las máquinas	5	3	5	5	5	3	3	3	1	5	5	5	5	1	1	5	5	1	61
C6	Carencia formatos conformidad de mantenimientos hechos	5	5	5	3	3	5	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3	51
C7	Desconocimiento de la vida útil de las máquinas	1	0	1	1	0	0	5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	6
C8	Ausencia de control de mantenimientos preventivos	3	3	1	1	3	5	3	5	5	5	5	5	5	3	3	1	3	5	59
C9	Evaluación inadecuada de KPI en mantenimiento	5	5	3	3	3	3	3	5	5	5	5	3	3	3	1	1	3	3	57
C10	Procesos de mantenimientos no estandarizados	1	1	3	5	5	5	5	3	5	5	5	3	5	5	3	3	5	5	67
C11	Gestión de mantenimiento sin organización	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	1	3	1	73
C12	Inadecuado plan de trabajo de los mantenimientos	5	5	5	5	3	3	1	5	3	3	3	5	3	3	3	3	1	5	59
C13	Insuficiente comunicación entre áreas	3	3	1	1	1	3	1	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3	19
C14	Inadecuada evacuación de los residuos por mantenimientos	1	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	5	1	1	0	0	11
C15	Falta de orden y limpieza	3	3	3	3	0	1	1	3	3	3	1	1	3	3	5	1	1	1	34

C16	Demora de los mantenimientos planificados	5	5	5	5	3	5	3	3	3	5	5	5	3	5	5	3	1	69
C17	Maquinarias operativas con observaciones	5	5	3	5	5	3	5	3	5	5	3	3	5	5	1	3	3	67
C18	Paradas por fallas frecuentes	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	85

Fuente: Elaboración propia

Para luego establecer su priorización, tal como se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 9. Priorización de causas

Ítem	Causa	Puntaje	%	Puntaje Acumulado	%Acum
1	Paradas por fallas frecuentes	85	9.5%	85	9.5%
2	Personal sin capacitaciones técnicas en mantenimiento	75	8.4%	160	17.9%
3	Gestión de mantenimiento sin organización	73	8.2%	233	26.1%
4	Demora de los mantenimientos planificados	69	7.7%	302	33.8%
5	Procesos de mantenimiento no estandarizados	67	7.5%	369	41.3%
6	Maquinarias operativas con observaciones	67	7.5%	436	48.8%
7	Inadecuada planificación del mantenimiento de las máquinas	61	6.8%	497	55.6%
8	Insuficiente abastecimiento de repuestos para las máquinas	59	6.6%	556	62.2%
9	Ausencia de control de mantenimientos preventivos	59	6.6%	615	68.8%
10	Inadecuado plan de trabajo de los mantenimientos	59	6.6%	674	75.4%
11	Evaluación inadecuada de KPI en mantenimiento	57	6.4%	731	81.8%
12	Carencia formatos conformidad de mantenimientos hechos	51	5.7%	782	87.5%
13	Falta de orden y limpieza	34	3.8%	816	91.3%
14	Inadecuada supervisión de mantenimientos en máquinas	27	3.0%	843	94.3%
15	Insuficiente comunicación entre áreas	19	2.1%	862	96.4%
16	Herramientas de mantenimiento en mal estado	15	1.7%	877	98.1%
17	Inadecuada evacuación de los residuos por mantenimientos	11	1.2%	888	99.3%
18	Desconocimiento de la vida útil de las máquinas	6	0.7%	894	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, 11 causas, representan alrededor del 80% de causas aproximadamente. En base a estas causas priorizadas se realizará la gestión del mantenimiento.

Lo descrito anteriormente, se puede observar en el diagrama de Pareto

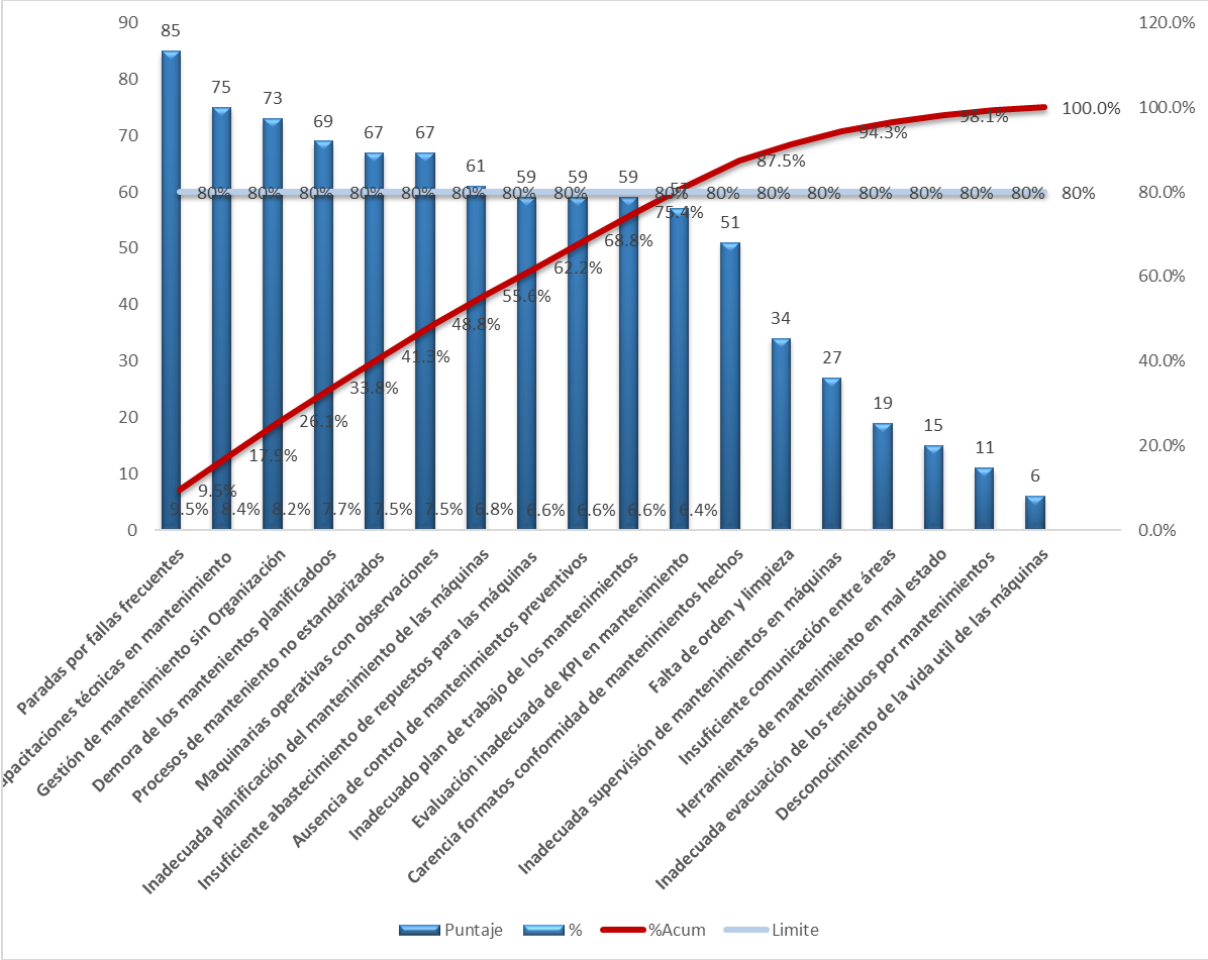


Figura 14. Diagrama de Pareto

Se cuantificaron los costos de cada una de las causas, las mismas que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 10. Costos para las causas priorizadas

Cantidad (meses)	Causa	Costo por Hora	Pérdida en Horas	Costo Horas Perdidas
2	Paradas por fallas frecuentes	7.81	157.34	2,457.70
2	Personal sin capacitaciones técnicas en mantenimiento	6.77	13	176.02
2	Gestión de mantenimiento sin Organización	7.81	20	312.40
2	Demora de los mantenimientos planificados	7.81	25	390.50
2	Procesos de mantenimiento no estandarizados	6.77	15	203.10
2	Maquinarias operativas con observaciones	6.77	39.34	532.66
2	Inadecuada planificación del mantenimiento de las máquinas	7.81	20	312.40
2	Insuficiente abastecimiento de repuestos para las máquinas	6.77	15.73	212.98
2	Ausencia de control de mantenimientos preventivos	1.56	15.73	49.08
			TOTAL(S/.)	4,646.85

Fuente: Elaboración propia

c. Evaluación de la gestión de mantenimiento

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

- IC: Indicador de Cumplimiento de mantenimiento preventivo
- MP: Indicador de Ejecución de mantenimiento preventivo

Indicador de Cumplimiento (IC)

Se tuvo como datos:

- Cantidad de Actividades realizadas
- Cantidad de Actividades planificadas

Tabla 11. Indicador de Cumplimiento

Mes	Cantidad Actividades Realizadas	Cantidad Actividades Planificadas	OTM
Mayo	9	15	60.00%
Junio	8	16	50.00%
Julio	9	16	56.25%
Total	26	47	55.32%

Fuente: Elaboración propia

El promedio en los meses procesados corresponde a 55.32%, del indicador de cumplimiento.

Indicador Tasa de Mantenimiento Preventivo (MP)

Para este indicador, se obtuvieron los datos de la:

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

Los resultados se pueden ver:

Tabla12. Tasa de Mantenimiento Preventivo

Mes	Cantidad Mantenimiento Preventivo Realizados	Cantidad Mantenimiento Preventivo Programados	ETM
Mayo	28	40	70.00%
Junio	29	45	64.44%
Julio	25	41	60.98%
Total	82	126	65.08%

Fuente: Elaboración propia

La tasa de mantenimiento obtenida fue de 65.08%, lo cual deja un alto margen de atenciones no efectuadas oportunamente

4.2 Diseño de un plan de gestión de Mantenimiento para las maquinas fumigadoras

Luego de realizar la reunión con los responsables del área y de informar los valores de los indicadores de la disponibilidad, se procedió a realizar la propuesta de mejoras con el compromiso asumido por los responsables de su diseño y ejecución, tomando como base el ciclo de Deming y sus 4 fases, para el diseño del plan de (Planificar) y para la Implementación las otras 3 (Hacer, Verificar y Accionar).

Tabla13. Determinación de solución y herramientas en la Gestión de mantenimiento

CAUSA A PRIORIZAR	SOLUCIÓN	MEJORA PROPUESTA
Paradas por fallas frecuentes	Se establece un programa de mantenimiento basado en un cronograma establecido	AMEF
Personal sin capacitaciones técnicas en mantenimiento	Plasmar adecuadamente de acuerdo a las condiciones de trabajo.	Programa de Capacitación
Gestión de mantenimiento sin organización	Plasmar adecuadamente las actividades acordes a las condiciones de trabajo para efectuar los mantenimientos	Creación de Procedimiento
Inadecuado plan de trabajo de los mantenimientos		
Demora de los mantenimientos planificados	Establecer las actividades del mantenimiento preventivo y documentar en procedimiento	Programa de Mantenimiento
Procesos de mantenimiento no estandarizados		
Maquinarias operativas con observaciones	Conocer el progreso de las actividades de mantenimiento para evitar fallas o paradas.	Check List
Inadecuada planificación del mantenimiento de las maquinas	Se establece un programa de mantenimiento basado en un cronograma establecido y además se incluye un Tablero Comando para seguimiento con KPIs	Programa de Mantenimiento y Tablero de Comando
Inadecuado Plan de trabajo de los mantenimientos		
Ausencia de control de mantenimientos preventivos	Se establece un conjunto de KPIs para control de mantenimiento	Tablero de comando en Excel y Power BI
Evaluación inadecuada de KPI en mantenimiento		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Las 5 W- 2H para mejoras

#	Mejora de propuesta	5W					2H	
		What?	Why?	Who?	When?	Where?	How?	How much?
		¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Cómo?	¿Cuánto?
1	Implementar Procedimiento	Definir actividades y responsables para cada uno de ellas.	Evitar tareas repetitivas	Patrick Gutiérrez	30/10/2023	Área de mantenimiento,	Revisando actividades que se desarrollan	40 horas
2	Programa de mantenimiento	Establecer un programa de mantenimiento preventivo que incluya actividades, fechas y responsables	Alcanzar tiempo establecidos	Josue Ruiz	02/11/2023	Área de mantenimiento	Cuantificando actividades	32 horas
3	Plan de Capacitación	Elaborar un programa de capacitación, en base a temas de mayor impacto en la mejora de las operaciones de mantenimiento	Mejorar operaciones	Expertos del proceso Patrick Gutiérrez	28/10/2023	Sala de Capacitaciones	Contratando un experto en atención	16 horas
4	Programa de Mantenimiento	Determinar acciones que requieran un control, y verificación del cumplimiento	Ayudar a la ejecución correcta de mantenimiento	Josue Ruiz	28/10/2023	Área de Mantenimiento	Evaluando propuestas de empresas	16 horas
5	Implementar Tablero Comando en Excel y Power BI	Gestionar en base a KPIs el proceso de mantenimiento	Supervisar rendimiento del proceso	Patrick Gutierrez, Josue Ruiz	03/11/2023	Área de Mantenimiento.	Realizando medición de objetivos	20 horas

Fuente: Elaboración propia

Cronograma de Mejoras

Este es el cronograma propuesto para la ejecución de las mejoras propuestas

Tabla 15. Cronograma de mejoras propuestas

Mejora	Actividades	Set		Octubre				Nov				Dic	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Implementar Procedimiento				■	■	■	■						
	Proponer alcance			■									
	Especificar contenido			■									
	Definir Actividades				■	■							
	Preparar Flujo					■							
	Elaborar Documento						■						
AMEF				■	■	■	■						
	Definir fallas funcionales			■									
	Identificar modo de fallas			■									
	Determinar el efecto de las fallas					■							
	Identificar causas					■	■						
	Cuantificar; gravedad, ocurr y detecc						■	■					
	Proponer acción proactiva							■					
Plan de Capacitación						■	■						
	Temas a tratar				■								
	Definir programación					■							
	Especificar perfil de Trainer					■							
						■							
						■							
						■							
						■							
						■							
						■							
	Preparar Programa							■					
Programa de mantenimiento						■	■						
	Identificar alcance					■							
	Identificar responsables					■							
	Definir contenido						■						
	Preparar Check List						■						
Implementar Tablero Comando en Excel y Power BI				■	■	■	■						
	Determinar objetivos			■									
	Preparar indicadores					■							
	Elaborar Tablero						■						
	Configurar KPI							■					

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se elaboró el presupuesto para las mejoras establecidas, considerando, los rubros de los materiales y el número de horas hombre que demanda cada una de las mejoras. Tal como se muestra a continuación.

Tabla 16. Presupuesto del Plan de Mejoras

Mejora	ítem	Cantidad	Prec Unitario	Subtotal	Total
Implementar Procedimiento					800.00
	Materiales	1	350.00	350.00	
	Horas Hombre	15	30.00	450.00	
AMEF					770.00
	Materiales	1	320.00	320.00	
	Horas Hombre	15	30.00	450.00	
Plan de Capacitación					800.00
	Materiales	1	350.00	350.00	
	Horas Hombre	15	30.00	450.00	
Programa de Mantenimiento					710.00
	Materiales	1	350.00	350.00	
	Horas Hombre	12	30.00	360.00	
Implementar Tablero Comando					665.71
	Alquiler	12	38.12	457.38	
	Horas Hombre	20	10.42	208.33	
				Total	3,745.71

Fuente: Elaboración propia

4.3 Implementación de acciones para el cumplimiento del plan de gestión de mantenimiento.

4.3.1. Implementación de procedimiento

a. Planificar

Las actividades a desarrollar para la elaboración del procedimiento se indican a continuación.

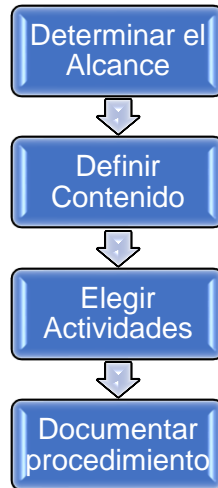


Figura 15. Actividades preparar procedimiento

Ahora se muestra las actividades y fechas programadas de ejecución de las actividades.

Tabla 17. Cronograma elaboración de procedimiento.

Actividad Planificada	Fecha
Determinar Alcance	15/09/2023
Definir Contenido	17/09/2023
Elegir Actividades	22/09/2023
Documentar procedimiento	29/09/2023

Fuente: Elaboración propia

b. Hacer

Determinar alcance:

El procedimiento que se desarrolló tuvo como alcance la aplicación de una serie de actividades para preparar el Mantenimiento en máquinas fumigadoras de la empresa Agroindustrial Viru

Definir contenido

Incluye los elementos siguientes, y que formarán parte de la documentación:

- Introducción
- Alcance
- Actividades y Responsables
- Diagrama de Actividades
- Consideraciones

Elegir actividades

Se consideraron 15 actividades

Muestra del Diagrama

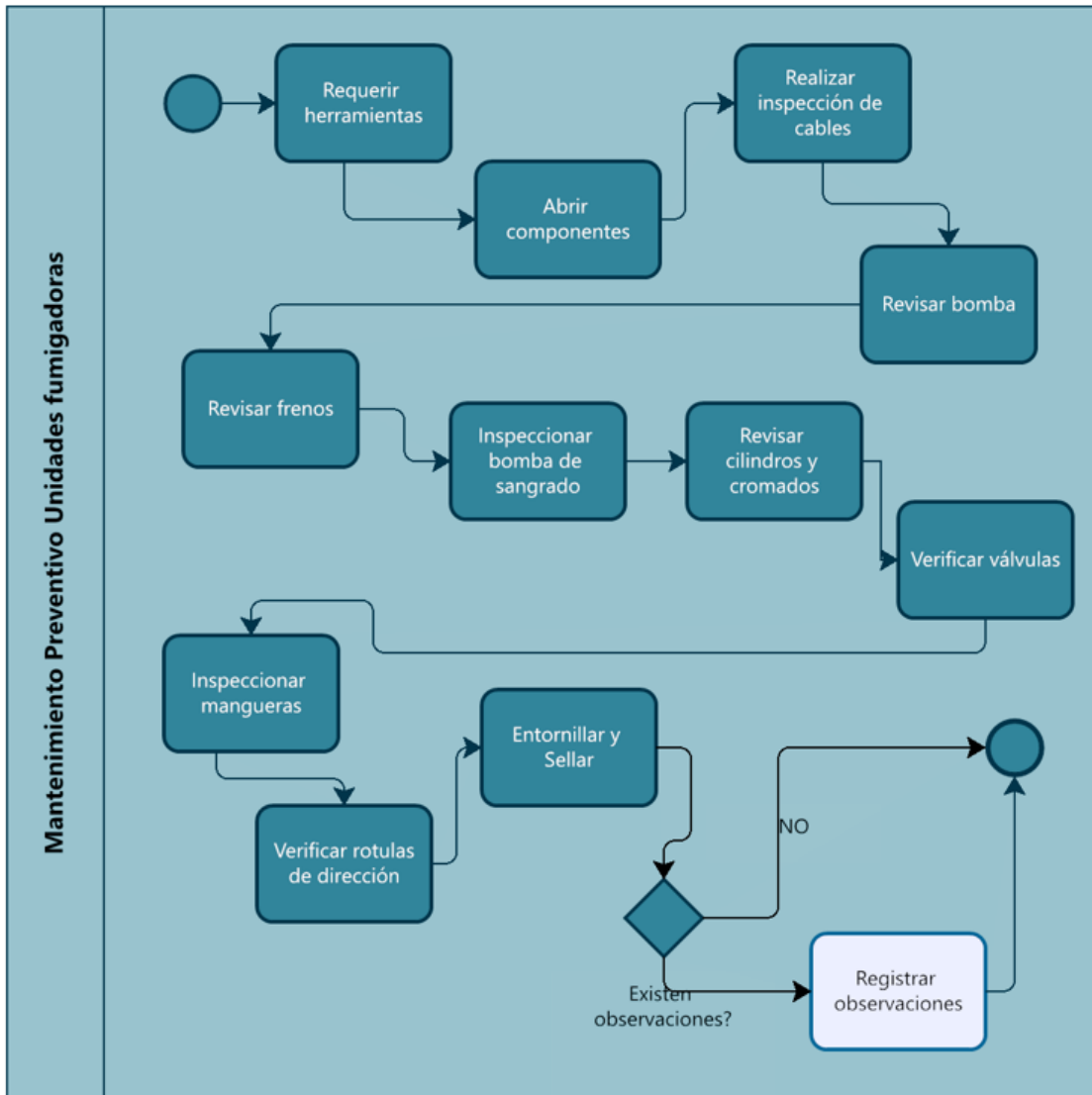


Figura 16. Diagrama de MP

Documentar Procedimiento

CÓDIGO	VERSION	PÁGINAS	VIGENCIA	PRÓX. REVISIÓN
TMA-PLN-167	000	4	08-agosto-2023	08-agosto-2024

ALCANCE: Mantenimiento - Máquinas Fumigadoras

**PROCEDIMIENTO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Índice Nº Páginas

c. Verificar

Se determinó el seguimiento del cumplimiento de actividades que componen el procedimiento, el cual se aprecia, en el comparativo de la tabla siguiente

Tabla 18. Cronograma de actividades realizadas y no realizadas

Fecha	Total actividades	Actividades realizadas	Actividades no realizadas	% correctas
5/10/2023	12	9	3	75%
7/10/2023	12	10	2	83%
9/10/2023	12	10	2	83%
12/10/2023	12	12	0	100%
14/10/2023	12	12	0	100%

Fuente: Elaboración propia

El cumplimiento total en forma progresiva, se llegó alcanzar el 100% de acuerdo a lo planificado

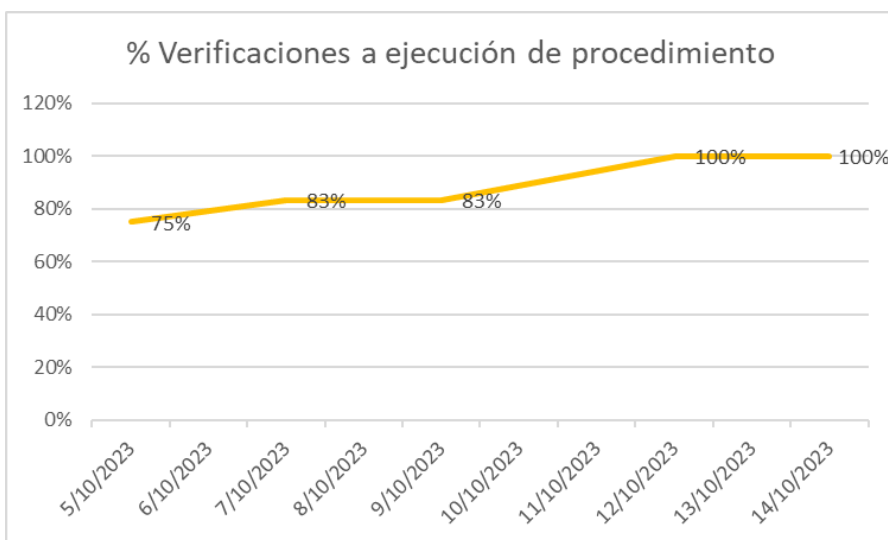


Figura 17. Verificación de procedimiento

Ahora se muestra parte de la ejecución del procedimiento establecido, en la gráfica siguiente:



Figura 18. Aplicación del procedimiento

d. Actuar

- a. Realizar supervisiones de forma aleatoria para determinar el nivel de cumplimiento del procedimiento establecido.
- b. La aplicación que se realice al procedimiento debe ser siguiendo la secuencia establecida.
- c. Efectuar revisiones periódicas al procedimiento actual a fin de lograr una mejora continua al proceso.

4.3.2. Análisis AMEF

Se procedió a realizar el AMEF a cada una de las 5 unidades, las mismas que pueden verse a continuación.

Tabla 19. AMEF JACTO JP #05

		ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)							Área:	
									Mantenimiento de Equipos	
									Fecha:	
AREA:		CAMPO								
DPTO:		MANTENIMIENTO								
EQUIPO:		JACTO JP #05								
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Baja presión de la bomba	Vibración de Manguera	Obstrucción de filtro en línea y prefiltros	Mecánicas	Exceso de impurezas (premezcla)	7	5	6	210	Establecer procedimiento de abastecimiento.
		Falla de bomba	Incremento vibración, ocasionando diversos daños en otros componentes.	Mecánicas	Desgaste, Soltura mecánica	8	4	5	160	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
		Rotura de cardan	Culmino de operación inmediatamente	Mecánicas	Falta de lubricación	7	6	6	168	Inspeccionar componentes
		Rotura de pernos	Pernos desunidos de la base de bomba	Mecánicas	Pernos mal ajustados o vencidos	7	4	4	112	Revisar ajuste de pernos al finalizar actividad
	Falla estructural	Rotura de aguilonos	Parada de Operación	Mecánicas	Por tardío en esquivación de obstáculos	7	5	5	175	Capacitar al personal en una operación sincronizada
		Desgaste de bocinas	Incremento de deterioro de componentes	Mecánicas	Por desgaste	6	5	4	120	Realizar cambios cada tiempo determinado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. AMEF JACTO JP #06

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)						Área:				
						Mantenimiento de Equipos				
						Fecha:				
AREA:		CAMPO								
DPTO:		MANTENIMIENTO								
EQUIPO:		JACTO JP #06								
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Fuga en sistema de Aspersión	Rotura de mangueras	Por el roce de mangueras en vibración	Mecánicas	Por filtros obstruidos	6	5	5	150	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
		Rotura de pernos	Pernos desunidos de la base de bomba	Mecánicas	Pernos mal ajustados o vencidos	6	5	6	180	Revisar ajuste de los pernos
		Rotura de porta boquillas	Perdida innecesaria de producto	Mecánicas	Pernos mal ajustados	6	5	7	210	Establecer inspección de ajuste
	Se detiene de improviso	Baja revoluciones	La bomba deja de operar y detiene el funcionamiento del equipo	Mecánicas	Por rotura de chaveta	6	4	7	196	Realizar mediciones de temperaturas por termografía.
	Caída de Manómetro	Perdida de glicerina	Impide el control de la presión correcta	Operativas	Mala operación	7	4	5	140	Capacitar al personal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. AMEF VALENCIA #01

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)		Área:								
		Mantenimiento de Equipos								
		Fecha:								
AREA:	CAMPO									
DPTO:	MANTENIMIENTO									
EQUIPO:	VALENCIA #01									
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Dificultad en desplazamiento	Rotura de fajas	Por elevadas temperaturas	Mecánicas	Atoro y desgaste	6	4	6	144	Establecer una frecuencia de inspección y lubricación.
		Rotura manguera	Por reseca das mangueras	Mecánicas	Por estar expuestas al sol	6	4	6	144	Establecer una frecuencia de recambio.
		Rotura de ejes	Al quebrarse el eje esta sale de operación inmediatamente y afecta la operación que estaba realizando	Mecánicas	Fisura, fatiga	6	5	6	168	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
	Se detiene de improviso	Por el cardan	Operatividad anormal en equipo y retrasa operaciones	Operativa	Uso fuera de parámetros	6	5	6	180	Capacitar al personal en parámetros de uso
	Comando hidráulico	Descalibración	Impide el control de la presión correcta de aplicación	Mecánicas	Desgaste de cerámicas	6	4	5	120	Recambio preventivo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. AMEF FEDE FUT #01

		ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)				Área:				
						Mantenimiento de Equipos				
						Fecha:				
AREA:		CAMPO								
DEPARTAMENTO:		MANTENIMIENTO								
EQUIPO:		FEDE FUT #01								
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Dificultad en desplazamiento	Falla en boca masa	Aumenta la vibración, esto ocasiona daños en sus partes y puede generar un corrimiento en el eje lo que impide su operación y con esto afecta el proceso productivo.	Mecánicas	Soltura mecánica, atoro y desgaste	4	4	5	80	Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones.
		Rotura de pernos	Deja de unir los acoplamientos	Mecánicas	Pernos sueltos o mal ajustados	3	4	4	48	Revisar ajuste de los pernos
	Perdida de Fluido de aire	Rotura de ventilador	Paraliza toda la operación de aplicación	Mecánicas	Sobrecarga y desgaste de rodamientos	3	4	4	120	Realizar mediciones periódicas
	Comando hidráulico	Descalibración	Impide el control de la presión correcta de aplicación	Operativas	Desgaste de cerámicas	4	5	5	100	Recambio preventivo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. AMEF OCTOPUS #05

ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLO (A.M.E.F)						Área:				
						Mantenimiento de Equipos				
						Fecha:				
AREA:		CAMPO								
DEPARTAMENTO:		MANTENIMIENTO								
EQUIPO:		OCTOPUS #05								
Descripción del proceso	Falla Funcional	Modo de Fallas	Efecto de las fallas	Consecuencia	Causas de las fallas	N° AMEF:				Acciones Proactivas
						Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Labores diversas de Campo	Dificultad en desplazamiento	Rotura de acople hidráulico	Perdida de aceites	Mecánicas	Por mala operación	6	4	5	120	Capacitar al personal sobre parámetros de giro
		Rotura de pernos	Pernos desunidos a la base de bomba	Mecánicas	Pernos mal ajustados o vencidos	6	4	5	120	Establecer inspección de ajuste de pernos
	Bombeea menos del caudal o presión requeridos	Holgura excesiva en anillos de desgaste	Paro por alta temperatura del fluido enfriado	Operativas	Inducida - solidos en exceso en el fluido causando desgaste prematuro	4	2	4	32	Monitoreo diario de flujo, presión y análisis mensual de datos o en caso de detectar condiciones anormales.
	Des continuidad de aire	Rotura de difusores	Perdida de presión de aire	Operativas	Roces en obstáculos (Planta)	6	3	5	90	Realizar una inspección de difusores

Fuente: Elaboración propia

Un resumen del IPR (índice de prioridad de riesgo) puede ser observado en la tabla y gráfico siguiente:

Tabla 24. IPR por Equipo

EQUIPOS	IPR	ESTADO
JACTO JP #05	945	ALTO RIESGO DE FALLA
JACTO JP #06	876	ALTO RIESGO DE FALLA
VALENCIA #01	756	ALTO RIESGO DE FALLA
FEDE FUT #01	348	RIESGO DE FALLA MEDIA
OCTOPUS #05	362	RIESGO DE FALLA MEDIA

Fuente: Elaboración propia

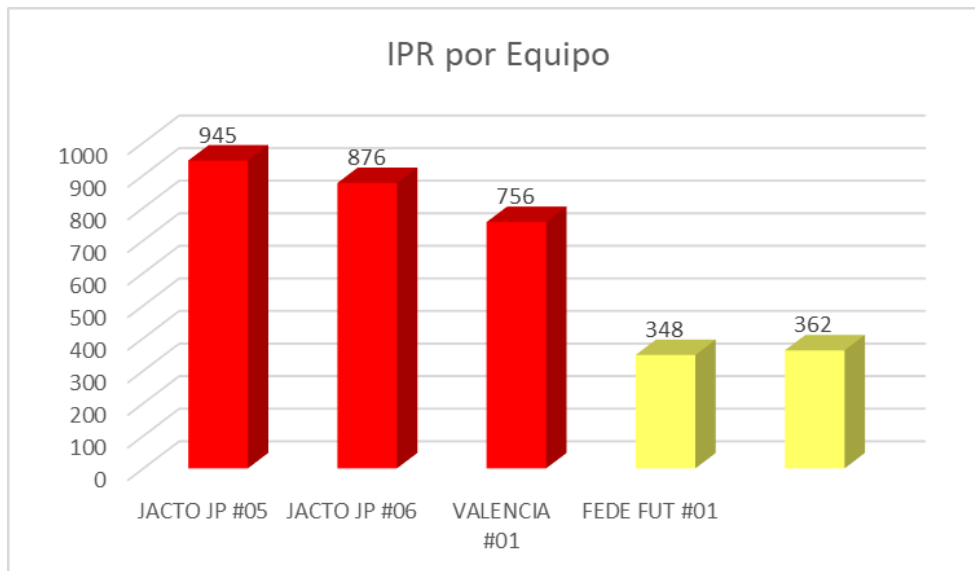


Figura 19. Comparativo IPR

De acuerdo a los gráficos presentados, se puede observar que existen 3 equipos críticos y estos son el JACTO JP #05, JACTO JP #06 y el VALENCIA #01, sobre los cuales se realizan las mejoras a la gestión.

4.3.3. Plan de Capacitación

Planear

Se prepararon programas de entrenamiento en las actividades siguientes:



Figura 20. Actividades Plan

Hacer

1) Definir Alcance

Alcance

Incluye al personal del área de mantenimiento de la empresa en estudio.

Objetivos

- Tener una mejor eficiencia de las tareas que realiza el personal de mantenimiento
- Comunicar el nuevo procedimiento propuesto y los pasos en que consiste.

Temas y Cronograma

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

- Herramienta de mejora de proceso
- Nuevo procedimiento

Tabla 25. Temas y Programación

Nº	GESTIÓN MANTENIMIENTO	CANTIDAD HORAS	FECHA
1	Introducción.	1	20-26 octubre
2	Mediciones	2	
3	Supervisiones	4	
4	Mejora continua	3	
		10	
Nº	PROCEDIMIENTO NUEVO	CANTIDAD HORAS	FECHA
1	Introducción	1	02- 04 octubre
2	Descripción de actividades	2	
3	Seguimiento de procedimiento	3	
		6	

Fuente: elaboración propia

Documentar Plan

Se preparó el plan de capacitación, el cual puede se puede observar en el anexo 07

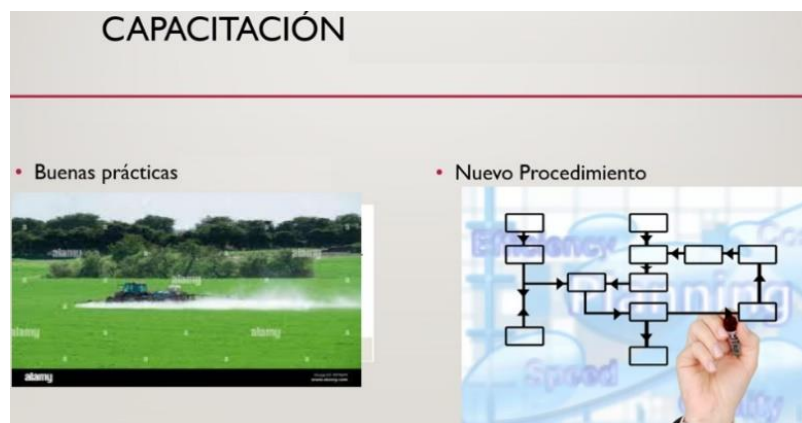


Figura 21. Capacitación

Verificar

Se procede a la verificación de la ejecución del plan, mediante una constancia en el cual tuvo una participación de los colaboradores de acuerdo a lo planificado, tal como se aprecia a continuación.

Tabla 26. Asistencias Programada y Asistencias Ejecutadas

Fecha	Asistencias Programadas	Asistencias Ejecutadas	% correctas
20/10/2023	5	4	80%
26/10/2023	5	5	100%
2/11/2023	5	5	100%
4/11/2023	5	5	100%

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra un momento del entrenamiento realizado.



Figura 22. Capacitación del Personal

Tabla 27. Cronograma de Mantenimiento

Actividades	16-Oct	17-Oct	18-Oct	19-Oct	20-Oct	21-Oct	22-Oct	23-Oct	24-Oct	25-Oct	26-Oct	27-Oct	28-Oct	29-Oct	30-Oct	31-Oct	1-Nov	2-Nov	3-Nov	4-Nov	5-Nov	6-Nov	7-Nov	8-Nov	9-Nov	10-Nov	11-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov
Establecer procedimiento de abastecimiento: JACTO JP #05	■																													
Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones: JACTO JP #05							■																							
Inspeccionar componentes: JACTO JP #05					■																									
Revisar ajuste de pernos al finalizar actividad: JACTO JP #05		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Capacitar al personal en una operación sincronizada: JACTO JP #05							■						■								■						■			
Realizar cambios cada tiempo determinado: JACTO JP #05			■												■										■					
Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones: JACTO JP #06							■						■								■						■			
Revisar ajuste de los pernos: JACTO JP #06		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Establecer inspección de ajuste: JACTO JP #06					■						■						■						■						■	
Realizar mediciones de temperaturas por termografía: JACTO JP #06			■							■							■						■							
Capacitar al personal: JACTO JP #06							■						■								■						■			
Establecer una frecuencia de inspección y lubricación: VALENCIA #01		■								■								■								■				
Establecer una frecuencia de recambio: VALENCIA #01				■					■					■				■					■						■	
Establecer frecuencias de los análisis de vibraciones: VALENCIA #01							■						■							■							■			
Capacitar al personal en parámetros de uso: VALENCIA #01							■						■							■							■			
Recambio preventivo: VALENCIA #01				■																									■	

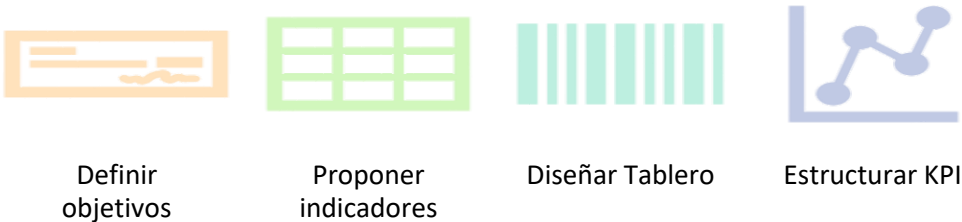
Fuente: Elaboración propia

Se programaron las actividades de cada uno de los 3 equipos con alto riesgo de fallas, las mismas que se deben desarrollar en los plazos establecidos para así poder tener el mantenimiento preventivo al día.

4.3.4. Implementación de tablero de comando

a. Planear

- Se identificaron las actividades siguientes



- Se estableció un cronograma para cada actividad

Tabla 28. Actividades para la capacitación

Ítem	Actividad Planificada	Fecha
1	Definición de objetivos	01/09/2023
2	Propuesta de indicadores	18/09/2023
3	Diseño Tablero	20/09/2023
4	Desarrollo de KPI	02/10/2023

Fuente: elaboración propia.

b. Hacer

- Definir objetivos

Se puede observar en la tabla siguiente, los cuatro indicadores propuestos por el equipo de trabajo.

Tabla 29. Tabla de KPIs

<i>Ítem</i>	<i>Objetivo</i>
O1	Mejorar el nivel de satisfacción de los clientes
O2	Cumplir el Lead Time Planificado
O3	Mejorar la disponibilidad
O4	Mejorar el MTTR

Fuente: elaboración propia

Hay 4 objetivos para el proceso de mantenimiento, sobre los cuales se armó el tablero de comando.

Ahora se presenta el tablero de comando

Tabla 30. Tablero de Comando

Ítem	Objetivo	Indicador (KPI)	Medidas	Estado	
1	Mejorar el nivel de satisfacción de los clientes	Nivel Satisfacción	$\frac{Nro\text{MantenimEjecutad}}{Total\ de\ Mantenimiento}$	>95%	😊
				70 -85%	😐
				<70%	😞
2	Cumplir el Lead Time Planificado	Lead Time	$\frac{Tiempo\ Proceso\ Estándar}{Tiempo\ Proceso\ Ejecución}$	>1	😊
				=1	😐
				<1%	😞
3	Mejorar la disponibilidad	Disponibilidad	$D\% = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	>92%	😊
				88-92%	😐
				>88%	😞
4	Mejorar el MTTR	MTTR	$MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$	>95%	😊
				90 -95%	😐
				<90%	😞

Fuente: elaboración propia

La tabla de indicadores permite realizar un seguimiento del proceso de mantenimiento, y fue diseñada en Power BI

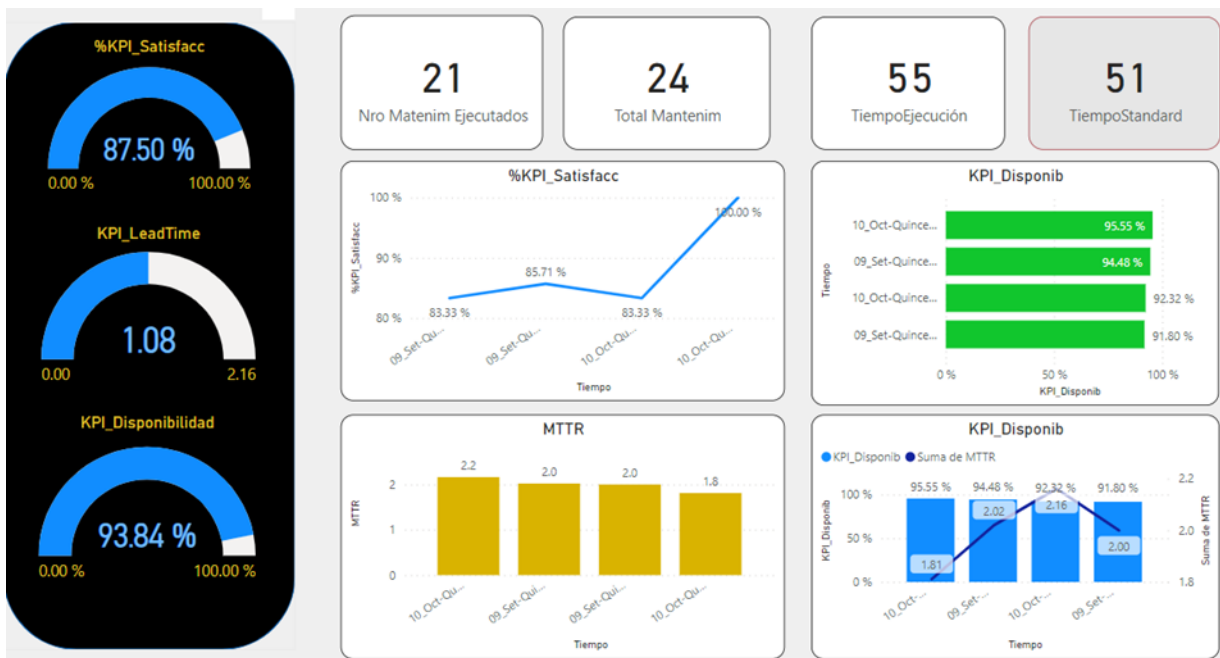


Figura 23. Aplicación con KPIs en Power BI

c. Verificar

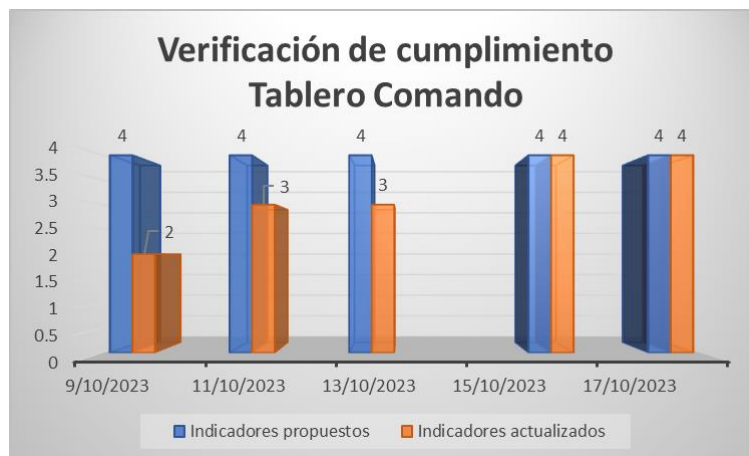


Figura 24. Verificación del cumplimiento

Cumplimiento de actualización de KPIs



Figura 25. Visualizando KPIs

Supervisor de mantenimiento, visualizando tablero de comando

d. Actuar

Se deben incorporar más KPI para un mejor seguimiento de las diversas actividades que se desarrollan

4.4 Evaluación de la disponibilidad de las maquinas fumigadoras posteriores a la implementación de acciones en la empresa agroindustrial

4.4.1 Evaluación descriptiva

a. Disponibilidad Posterior a la gestión de mantenimiento

Se presentan los datos obtenidos luego de aplicar las mejoras en la gestión de mantenimiento

Tabla 31. Disponibilidad posterior a la aplicación de la gestión de mantenimiento

Equipo	Horas Trabajaj	Horas Parada	Nro Fallas	MTBF	MTTR	Disponibilidad
JACTO JP #05	183.00	10.10	5.00	34.58	2.02	94.48%
JACTO JP #06	183.00	15.00	7.50	22.40	2.00	91.80%
VALENCIA #01	183.00	8.15	4.50	38.86	1.81	95.55%
FEDE FUT #01	183.00	14.05	6.50	25.99	2.16	92.32%
OCTOPUS #05	183.00	10.00	4.50	38.44	2.22	94.54%
PROMEDIO				32.05	2.04	93.74%

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar el promedio de la disponibilidad es 93.74% en los equipos estudiados.

b. Evaluación de la disponibilidad

Tabla 32. Impacto de la Gestión de Mantenimiento en los Indicadores

Medición	MTBF	MTTR	Disponibilidad
PreTest	19.50	3.69	82.90%
PosTest	32.05	2.04	93.74%
Impacto	12.56	1.65	10.84%

Fuente: elaboración propia

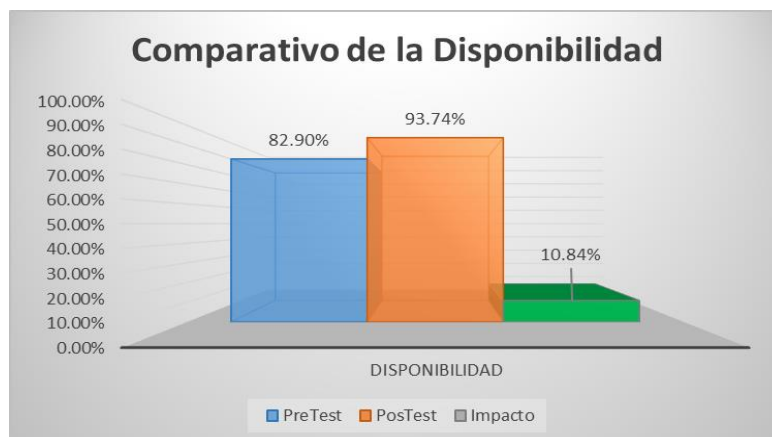


Figura 26. Comparativo de la disponibilidad

Como se puede apreciar, luego de la aplicación de la gestión de mantenimiento, se observa un incremento en la disponibilidad de los equipos del 10.84%.

c. Evaluación de la gestión de mantenimiento

Indicador de Cumplimiento (IC)

Se obtuvo los datos siguientes:

Tabla 33. Indicador de Cumplimiento

Mes	Cantidad Actividades Realizadas	Cantidad Actividades Planificadas	OTM
Octubre	13	15	86.67%
Noviembre	15	16	93.75%
Total	28	31	90.32%

Fuente: elaboración propia

El promedio en los meses procesados corresponde a 90.32%, del indicador de cumplimiento.

Indicador Tasa de Mantenimiento Preventivo (MP)

Para este indicador, se obtuvieron los

Tabla 34. Tasa de Mantenimiento Preventivo

Mes	Cantidad Mantenimiento Preventivo Realizados	Cantidad Mantenimiento Preventivo Programados	ETM
Octubre	25	26	96.15%
Noviembre	24	24	100.00%
Total	49	50	98.00%

Fuente: elaboración propia

La tasa de mantenimiento obtenida fue de 98.00%, lo cual indica que se realizaron casi en su totalidad los mantenimientos programados.

En la tabla siguiente se muestra la incidencia de la aplicación de gestión de mantenimiento en los indicadores establecidos.

Tabla 35. Comparativo de Indicadores de Gestión de Mantenimiento

Indicador	PreTest	PosTest	Incidencia
Indicador de Cumplimiento (IC)	65.08%	98.00%	32.92%
Indicador Tasa de Mantenimiento Preventivo (MP)	55.32%	90.32%	35.00%

Fuente: elaboración propia

Se observa una mejora del 32.92% en el IC y de 35% en el MP luego de la aplicación de las mejoras de gestión de mantenimiento.

4.4.2 Evaluación Inferencial

a. Prueba de Normalidad

Luego de aplicar la prueba de Shapiro-Wilk por ser la muestra menor a 50, se obtuvo:

Tabla 36. Normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Disponib_Pre	,878	5	,301
Disponib_Post	,895	5	,382

De acuerdo a los valores de sig. de ambas mediciones (0,301, 0,382) estos son mayores que 0,05 lo que significa que los datos siguen una distribución normal, lo que determina que se aplicará el estadístico del t-student

b. Prueba Inferencial

Hipótesis

Ho: La implementación en la gestión de Mantenimiento disminuye la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en el área de Sanidad en una empresa Agroindustrial, Viru 2023

Ha: La implementación en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en el área de Sanidad en una empresa Agroindustrial, Viru 2023

Prueba aplicada

Tabla 37. Prueba t-student

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviac estándar	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
			de error estándar	Inferior	Superior			
Disponib_Pre - Disponib_Post	-,10840	,04812	,02152	-,16815	-,04866	-5,038	4	,007

El valor de sig. obtenido (0,007) es < (0,05) por lo que se ubica en la región de rechazo, por lo que al rechazar la Ho, se acepta la Ha: La implementación en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en el área de Sanidad en una empresa Agroindustrial, Viru 2023

V. DISCUSIÓN

En estos tiempos nuevos, muchos procesos dentro de las empresas se realicen usando una serie de equipos, a partir de los que se realizan las operaciones claves del negocio. Es implica que los equipos se encuentren siempre disponibles, cuando estos sean requeridos, pero en muchos casos, no sucede los esperado y hay fallas o incidencias que no permiten una correcta operación de estos equipos, donde las causas se ven atribuidas a una gestión negativa del departamento de mantenimiento, donde se evidencian un control y medición inadecuados de sus actividades, donde las decisiones que se toman son incorrectas (Álvarez, 2020)

Ahora, se discuten los resultados:

En cuanto a la discusión del objetivo específico uno: que fue el diagnosticar la situación actual de la empresa y evaluar la disponibilidad inicial de las Máquinas fumigadoras en la empresa, el instrumento usado para la recolección de datos y que proporcionado por la institución en las reuniones que se llevaron a cabo, correspondió a la hoja de incidencias, desde la cual se evaluaron cinco unidades y luego de procesar la información contenida los cálculos arrojaron un valor en el promedio de la disponibilidad inicial, antes de aplicar la gestión de mantenimiento, un valor de 82.90%, adicionalmente se calcularon los dos indicadores, el MTBF y el MTTR, logrando obtener como valores: 19.50 y 3.69 respectivamente, en los tres meses de datos recolectados. Hay coincidencias con los antecedentes investigados inicialmente, por ejemplo en el caso de propuesta realizada por el autor Canahua (2021), quien luego de realizar el cálculo de la disponibilidad inicial, usando técnica la revisión documentaria, como técnica similar, obtuvo un valor promedio de 86.7%; adicionalmente hay coincidencias con la investigación desarrollada por el autor Gonzales (2017), quien tomó como instrumento las averías e incidencias registradas por el área de mantenimiento, luego tabuló los datos y al procesar los datos, obtuvo una disponibilidad inicial promedio de 87.4%, sin ningún tipo de mejora. En cuanto a las teorías, en las cuales se sustenta la presente investigación, y que fueron

consultadas desde revistas especializadas, se tiene para Pérez (2021), el autor incorpora que el **mantenimiento** abarca las funciones que son realizadas por medio de los responsables del área con el único objetivo de que las máquinas equipos herramientas y todos aquellos elementos que forman parte de la infraestructura en un proceso obtengan buenas condiciones en cuanto a su funcionamiento y operatividad. Esto quiere decir que toma como punto inicial desde el diseño de la empresa en el cual se incluyen los equipos que forman parte del proceso y para lo que fueron adquiridos y puestos en marcha para llegar a cubrir las necesidades de una organización permitiendo alcanzar sus metas; en cuanto a la variable **disponibilidad**, según Lavado (2020) la conceptualiza como un indicador que se usa para conocer el tiempo en que se emplea un proceso productivo en la que se determina horas en paradas por mantenimiento realizados horas en tiempos inoperativos de los diferentes equipos o maquinarias, está en función a los tiempos por mantenimiento, de trabajo y los fallos que presenta.

En cuanto al objetivo específico dos se tiene: que para el diseño de un plan de mejora de gestión de mantenimiento para la empresa, fue aplicada la metodología de Deming, la misma que involucró el desarrollo de cada una de las cuatro fases que la conforman como herramienta de mejora continua de proceso; la investigación realizada incluyó el desarrollo de 4 mejoras, las mismas que recurrieron las fases de planificación de actividades, para luego sean ejecutadas las actividades planificadas, tras ello, se realizó la verificación del cumplimiento, las mejoras correspondieron a las siguientes: aplicación del AMEF, preparación de un procedimiento del proceso de mantenimiento, diseño y desarrollo de un tablero de comando (conteniendo KPIs para evaluar gestión) y un programa de entrenamiento para proporcionar habilidades a los participantes y puedan elevar su rendimiento. En cuanto a la revisión de los resultados que brindaron otras investigaciones, resalta la realizada por Alba y Chinchay (2019) quienes coinciden en la propuesta metodológica de mejora de procesos como es el uso del PHVA, implementando tres mejoras. También hay

diferencias, en cuanto a la propuesta metodológica propuesta por Gonzáles (2017), quien aplicó la propuesta del TMP, con el desarrollo de los 8 pilares que la incluye, también hay coincidencias con Huari (2018) quien para determinar la criticidad de los equipos aplicó AMFE, al igual que la presente investigación. Las bases teóricas indican que la metodología de Deming ayuda en la gestión de mantenimiento, como lo indica Nguyen (2020), constituyendo un círculo de calidad; es conocido como ciclo PHVA y permite lograr una mejora continua de un proceso para ayudar a mejorar la productividad y también la calidad de los productos o servicios desarrollados por la organización. Está constituido por 4 fases (Menéndez, 2018). El mantenimiento se presenta como una estrategia en cuanto a la estructura de trabajo que debe seguir un orden y un sistema de gestión adecuados el cual se debe desarrollar mediante un proceso que sea de soporte ante los componentes de cada estrategia por ello se sostiene en las siguientes etapas. (Mora, 2017)

En cuanto al objetivo específico tres: se tiene que, para la implementación de acciones para el cumplimiento del plan de gestión de mantenimiento, se incluyó un programa de mantenimiento, el mismo que estuvo basado en un cronograma de actividades con las respectivas fechas y acciones, con un plan de supervisiones y cambios a realizar. Esto coincide con la propuesta que desarrolló Huari (2018), donde en su programa de mantenimiento detalló las acciones que deben aplicarse a los equipos materia de estudio, y mejorar asíó la disponibilidad. En cuanto a las bases teóricas de acuerdo a Crespo (2018) hace referencia qué es necesario ejecutar de forma ordenada, es decir sistemática y principalmente organizada ante la gestión de mantenimiento, qué se sienta en un compuesto de solicitudes qué debe obtener componentes comunes en cuanto a la administración de sus recursos, planificación y control. Su fundamento se basa en el objetivo de cualquier organización que lo conlleva a realizar los trabajos y recursos de todos los colaboradores.

En cuanto al objetivo específico cuatro: que consistió en la evaluación de la disponibilidad de las maquinas fumigadoras posteriores a la implementación de acciones en la empresa agroindustrial. Evaluar la disponibilidad inicial de las Máquinas fumigadoras en la empresa, el instrumento usado para la recolección de datos y que proporcionado por la institución en las reuniones que se llevaron a cabo, correspondió a la hoja de incidencias, desde la cual se evaluaron cinco unidades y luego de procesar la información contenida los cálculos arrojaron un valor en el promedio de la disponibilidad inicial, luego de aplicar la propuesta de gestión de mantenimiento, el valor obtenido fue 93.74% (obteniendo una mejora de 10.84% en la disponibilidad), adicionalmente se calcularon los dos indicadores, el MTBF y el MTTR, logrando obtener como valores: 32.05 y 2.04 respectivamente. Hay coincidencias con los antecedentes investigados inicialmente, por ejemplo en el caso de propuesta realizada por el autor Canahua (2021), quien luego de realizar el cálculo de la disponibilidad inicial, usando técnica la revisión documentaria, como técnica similar, obtuvo un valor promedio de 96.8%; adicionalmente hay coincidencias con la investigación desarrollada por el autor Gonzales (2017), quien tomó como instrumento las averías e incidencias registradas por el área de mantenimiento, luego tabuló los datos y al procesar los datos, obtuvo una disponibilidad inicial promedio de 92.4%, sin ningún tipo de mejora, así mismo resalta la propuesta de Huari (2018) quien obtuvo un 94.7% luego de las mejoras aplicadas. En cuanto a las teorías, en las cuales se sustenta la presente investigación, y que fueron consultadas desde revistas especializadas, se tiene la **disponibilidad**, según Lavado (2020) la conceptualiza como un indicador que se usa para conocer el tiempo en que se emplea un proceso productivo en la que se determina horas en paradas por mantenimiento realizados horas en tiempos inoperativos de los diferentes equipos o maquinarias, está en función a los tiempos por mantenimiento, de trabajo y los fallos que presenta.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó el efecto de la gestión de mantenimiento en la disponibilidad de las máquinas fumigadores en una empresa Agroindustrial, obteniéndose un aumento en la disponibilidad de las máquinas estudiadas de 10.84%.

Se diagnosticó la actual situación de la empresa en estudio, encontrándose 18 causas raíz que afectaban a la productividad, de las cuales 11 de ellas concentraban cerca del 80% del total; así mismo se realizó la evaluación de la disponibilidad inicial de las máquinas fumigadoras obteniendo una disponibilidad inicial promedio de 82.90%, adicionalmente se determinaron los valores del MTBF y MTTR, obteniendo un 19.50 y 3.69 respectivo como dato calculado promedio.

Se diseñó e implementó un Plan de mejora de gestión de mantenimiento en la institución en estudio, donde el plan se conformó con 4 mejoras (Implementar Procedimientos, AMEF, Plan de Capacitación y Tablero de Comando), y estuvo basado en el círculo de Deming, estas mejoras fueron verificadas para determinar su cumplimiento.

Se determinó la disponibilidad después de implementar la mejora en la gestión de mantenimiento donde el valor obtenido promedio de la disponibilidad fue 93.74%, que significó una mejora del 10.84%, para el MTTR se mejoró, reduciendo en 1.65, pasando de 3.69 a 2.04 y el MTBF mejoró en 12.55 pasando el tiempo de reparación de 19.50 hacia 32.05.

VII. RECOMENDACIONES

Al jefe de mantenimiento, se le sugiere, la asignación de responsabilidades, a un analista, para el seguimiento de los indicadores de gestión propuesto con la finalidad de tomar decisiones correctivas, de ser el caso, para la mejora de la gestión del mantenimiento.

Al jefe de mantenimiento, se le recomienda la difusión de los resultados que los indicadores muestren, a todo el personal involucrado, con una frecuencia semanal, donde se puedan incorporar KPIs adicionales a fin de tener un mejor y mayor control del proceso.

Al supervisor, efectuar visitas aleatorias, con una frecuencia no menor de quince días, elaborando reportes para los directivos, con las respectivas interpretaciones.

Al Supervisor encargado de la gestión, se recomienda realizar evaluaciones constantes del tablero de comando, así mismo discutir los resultados obtenidos y realizar mejoras, en base a los datos obtenidos.

REFERENCIAS

- Alba, F. y. (2019). Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos - unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia. Disponible en :
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41227>.
- Alvares, S. (2020) ¿Qué es la productividad?. Disponible en:
<https://www.elblogsalmon.com/autor/onesimo-alvarez-moro>
- Bilgin, E. (2020). Equipment Maintenance Management in Manufacturing Companies: An Application for Total Maintenance Costs Model. *Atatürk. Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34 (2), 335-350. , Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/340656644_Equipment_Maintenance_Management_in_Manufacturing_Companies_An_Application_for_Total_Maintenance_Costs_Model.
- BURDUK, Anna. Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance – ISPEM 2017. Poland : Springer.2017. 320pp. ISBN: 2194-5357.
- Carbajal, L. (2019). Técnicas e instrumentos de recolección de datos . Departamento de Estadística, Demografía, Humanidades y Ciencias Sociales
- Castillo, D., Hernandez, P. H., Torres, V. & Torres, F. Gestión del mantenimiento para máquinas agrícolas utilizando el software “SGMANTE 2.0”. *Revista ingeniería agrícola*. 10(4), e05, 2020.
- CRESPO, Adolfo. Advanced Maintenance Modelling for Asset Management: Techniques and Methods. seville-Spain : Springer. 2018. 455pp. ISBN: 978-3319-580449
- Galarza, J. (2017). Plan de Mantenimiento Basado en el Análisis de Aceite para Mejorar la Disponibilidad de la Excavadora Caterpillar 390FL de STRACON GYM.
- Canahua, N. (2021). Implementation of the TPM-Lean Manufacturing Methodology to Improve the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Spare Parts Production at a Metalworking Company. *Production and Management*, ISSN: 1810-9993.

- Gonzales, E. &. (2017). Diseño del sistema de gestión de mantenimiento preventivo, para incrementar la disponibilidad de los equipos de laboratorio clínicos de la empresa Jampar Multiplest Internacional S.R.L- 2017. *Repositorio de la Universidad Privada del Norte*. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/11310>.
- Hauril, N. (2017). Programa de Mantenimiento basado en la Confiabilidad para mejorar la Disponibilidad de un Colector Parabólico Cilíndrico Solar. *Universidad Nacional Del Centro del Perú*.
- HUARI, Nataly Madeleine. Programa de Mantenimiento basado en la Confiabilidad para mejorar la Disponibilidad de un Colector Parabólico Cilíndrico Solar. Huancayo: s.n., 2017.
- Iribeiroa, I. &. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38(1), 574-1581., Disponible en: [doi:https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128).
- JIHONG, Yan. Machinery Prognostics and Prognosis Oriented Maintenance Management. Spain : Wiley, 2015. 286pp. ISBN: 97811-18-63-782.9.
- Lavado, C. (2020). mprovements to enhance the availability of the light aquatic units. *Ingeniería Mecánica, ISSN 1815-5944*.
- Mora, A. (2017). Mantenimiento. planeamiento, ejecucion y control. *Alfaomega. 2000*. 390pp. *ISBM: 9586827690*.
Management System An essential Tool for World Class Maintenance”.
Disponible en: <https://bit.ly/2OzxHHb>
- Parra Márquez, Carlos, Prida Díaz Vicente González, Crespo Márquez, Juan Francisco Gómez Fernández, Fredy Kristjanpoller Rodríguez, Pablo Viveros Gunckel, 2017. *Industria química, ISSN 2340-2113, N°. 48, 2017, págs. 52-63*.
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6134069>
- Peyman, A. &. (2019). A new model for reliability centered maintenance prioritisation of distribution feeder. *Energy*, 171(15), 701-709. , Disponible en: [doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040](https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040).

- Pinto, G. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study. Science Direct, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>
- Peñaranda, C. (2019). Andina. Sector agroindustria generó más de 58,200 empleos formales en 2018, olumen (1), [1- 1]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticiasector-agroindustria-genero-mas-58200-empleos-formales-2018-762585.aspx>
- Pérez, F. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Universidad Santo Tomas. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Olivares Olivares, Angel. Excelencia operacional en la gestión del mantenimiento en planta concentradora. Tesis (Título en Ingeniería Industrial). Chile: Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2017. 58pp.
- Rodrigo, D. (2017). Multiechelon Repairable Spare Parts Inventory Simulator. . *Ingeniería Industrial*, 223-232. ISSN 1815-5936.
- Soler, K. Kennet, L. y Smith, G. (2017) “The Computerized Maintenance
- Torell, W. &. (2020). Mean Time Between Failure: Explanation and Standard. *Researchgate. Schneider Electric*, 2-10.

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES/FORMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente Gestión de Mantenimiento	La gestión del mantenimiento es esencial para garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando rupturas en el proceso por Averías de máquinas y equipos. Por lo tanto, la existencia de un mantenimiento eficaz constituye uno de los elementos más importantes para la consecución de la competitividad y operatividad Empresarial (García, 2017, p.41).	Identifica las actividades a mejoras mediante los planes y herramientas de apoyo con la utilización de mantenimiento preventivo y mantenimiento centrado en la confiabilidad	Mantenimiento Preventivo	<p>MP = Ejecución de mantenimiento preventivo</p> $MP = \frac{NMPE}{n}$ <p>NMPE= Numero de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados.</p>	Razón
			Plan de Mejora de Mantenimiento	<p>IC= Índice de Cumplimiento</p> $IC = \frac{AR}{AP} \times 100\%$ <p>AR: Cantidad de Actividades realizada AP: Cantidad de actividades planificadas</p>	
Variable Dependiente Disponibilidad	Buevas y otros (2014). Es el parámetro fundamental asociado al mantenimiento, dado que tiene la capacidad de limitar la producción. Está definida como la probabilidad de que una máquina esté en óptimas condiciones para producir en un período de tiempo establecido, o sea que no esté parada por averías o fallas	Es el factor del tiempo operacional de las maquinas fumigadoras para medir el desempeño de las maquinas a través de las fallas y paradas por reparaciones en la empresa agroindustrial	Tiempo medio para poner en marcha (MTBF)	$MTBF = \frac{TBF}{n}$ <p>TBF: Horas Totales Paradas n: Número de paradas</p>	Razón
			Tiempo medio entre Paradas (MTTR)	$MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ <p>TTR: Totales Horas trabajadas n: Cantidad de Paradas</p>	
			Disponibilidad	$D\% = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ <p>MTBF: Tiempo medio para poner en marcha equipo MTTR: Tiempo medio entre paradas</p>	

Fuente: Elaboración propia de los autores

ANEXO 02: Instrumentos de recolección de datos de la variable dependiente Disponibilidad

DIMENSIÓN TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

CALCULO DE INDICADOR DE TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS						
RESPONSABLE:				FECHA:		
CARGO:				ACTIVIDAD		
NOMBRE DEL INDICADOR			TÉCNICA	FÓRMULA		
Tiempo Medio de Falla (MTBF)			Revisión documental			
SEMANA/MES	MÁQUINA	CANTIDAD DE MÁQUINA	TIEMPO (H) PROGRAMADO DE PRODUCCIÓN	TIEMPO(H) REAL (TIEMPO DISPONIBLE)	FRECUENCIA DE FALLAS	CÁLCULO DEL MTBF
TOTAL						
Fuente:						
Elaborado por:				Revisado y Aprobado por:		
Cargo:				Cargo:		

DIMENSIÓN TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES

CALCULO DE INDICADOR DE TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIONES						
RESPONSABLE:				FECHA:		
CARGO:				ACTIVIDAD		
NOMBRE DEL INDICADOR			TÉCNICA	FÓRMULA		
Tiempo Medio de Reparación (MTTR)			Revisión documental			
SEMANA/ MES	MÁQUINA	CANTIDAD DE MÁQUINA	TIEMPO (H) DE PARADA POR MC	TIEMPO (H) DE PARADA POR MC	CANTIDAD DE PARADAS	CÁLCULO DEL MTTR
TOTAL						
Fuente:La Empresa						
Elaborado por:				Revisado y Aprobado por:		
Cargo:				Cargo:		

DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

CALCULO DE INDICADOR DE DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINAS						
RESPONSABLE:			FECHA:			
CARGO:			ACTIVIDAD			
NOMBRE DEL INDICADOR			TÉCNICA	FÓRMULA		
Diponibilidad			Revisión documental			
SEMANA/ MES	MÁQUINA	CANTIDAD DE MÁQUINA	TIEMPO (H) DE PARADA POR MC	MTBF	MTTR	CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD
PROMEDIO						
Fuente:						
Elaborado por:				Revisado y Aprobado por:		
Cargo:				Cargo:		

ANEXO 03: Instrumentos de recolección de datos de la variable independiente Gestión de Mantenimiento

CHECK LIST - GESTIÓN DE MANTENIMIENTO					
Nombre del Equipo:					
Cantidad de Equipos:					
Operario que Inspecciona:					
Área:					
Turno:					
ETAPA	ACTIVIDADES DE GESTION DE MANTENIMIENTO	Ejecución		PUNTUACIÓ	
		Si	No	Si	No
PLANEAR					
ORGANIZAR					
CONTROLAR					
TOTAL					
Observaciones:					

ANEXO 04: Validación de expertos de los instrumentos de recolección de datos



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

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Dimensión 1: Mantenimiento Preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ Donde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo NMPE= Número de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados	x		x		x		Ninguno
Dimensión 2: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad $IPR = SxOxD$ Donde: IPR = Índice prioritario de riesgo S=severidad, O= ocurrencia, D=detección	x		x		x		Ninguno
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$ Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		Ninguno
Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones $MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		Ninguno

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable | Aplicable después de corregir | No aplicable |

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

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial / Docente investigador

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

07 de Diciembre del 2022

Firma del Experto Informante.



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

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Dimensión 1: Mantenimiento Preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ Donde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo NMPE= Número de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados	x		x		x		No existe Sugerencia
Dimensión 2: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad $IPR = SxOxD$ Donde: IPR = Índice prioritario de riesgo S=severidad, O= ocurrencia, D=detección	x		x		x		No existe Sugerencia
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$ Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		No existe Sugerencia
Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones $MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas) n = cantidad de fallas	x		x		x		No existe Sugerencia

Observaciones (precisar si hay suficiencia): es pertinente Si No

Opinión de aplicabilidad: Aplicable | Aplicable después de corregir | No aplicable

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

Especialidad del validador: Ingeniero industrial CIP 100497

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

9 de diciembre del 2022

Firma del Experto Informante.

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

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Dimensión 1: Mantenimiento Preventivo $TCMP = \frac{NMPE}{n}$ Donde: TCMP = Tasa de mantenimiento preventivo NMPE= Número de mantenimiento preventivos ejecutados NMPP= Número de mantenimiento preventivos programados	X		X		X		Ninguna
Dimensión 2: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad $IPR = S \times O \times D$ Donde: IPR = Índice prioritario de riesgo S=severidad, O= ocurrencia, D=detección	X		X		X		Ninguna
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
Dimensión 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$ Donde: TBF = Tiempo entre fallas (horas) n = cantidad de fallas	X		X		X		Ninguna
Dimensión 2: Tiempo medio entre reparaciones $MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: TBF = Tiempo total por reparaciones (horas) n = cantidad de fallas	X		X		X		Ninguna

Observaciones (precisar si hay suficiencia): es pertinente SI


Opinión de aplicabilidad: Aplicable | Aplicable después de corregir | No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Lino Rolando Rodriguez Alegre DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ingeniero pesquero tecnólogo / Docente Investigador

08 de diciembre del 2022

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


 Firma del Experto Informante.

ANEXO 05: Carta de autorización de la empresa

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Marcos Chiok Salas identificado con DNI 41935991 en mi calidad de Gerente General de la empresa TAL S.A. con R.U.C N°20131565659, ubicada en la ciudad de Trujillo – La Libertad – Perú

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A los señores Josue Ruben Ruiz Ramos identificado con DNI N°46812705, y Patrick Harrinson Gutiérrez Meza identificado con DNI N°70295629 de la Carrera profesional de Ingeniería Industrial, para que utilicen la siguiente información de la empresa sobre la disponibilidad de las maquinas fumigadoras, las fichas de registro de las fallas en los equipos, para el proyecto de Investigación **“Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Virú 2023”**.

con la finalidad de que puedan desarrollar su () Informe estadístico, () Trabajo de Investigación, (x) Tesis para optar el Título Profesional.

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

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

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

Los estudiantes declaran 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



Josue Ruben Ruiz Ramos
DNI 46812705



Patrick Harrinson Gutierrez Meza
DNI 70295629



Marcos Chiok Salas
Gerente General

DNI: 41935991

ANEXO 06. Procedimiento completo

CÓDIGO TMA-PLN-167	VERSION 000	PÁGINAS 4	VIGENCIA 08-agosto-2023	PRÓX. REVISIÓN 08-agosto-2024
ALCANCE: Mantenimiento - Máquinas Fumigadoras				

PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Índice	N° Página
1. OBJETIVOS	2
2. ALCANCE Y APLICACIÓN	2
3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	2
4. PERSONAL	3
5. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES	3
6. PROCEDIMIENTO..... Z.....	4
7. RESTRICCIONES.....	4

BITÁCORA DE CAMBIOS		
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS Y/O MODIFICACIONES
000	20 / 08 / 2023	Se implementa procedimiento de acuerdo a formato del D.S. N° 024-2016 EM: Reglamento de Seguridad y salud ocupacional

PREPARADO POR	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Supervisor Mantenimiento	Gerente de Mantenimiento	Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional.	Gerente General
FECHA DE ELABORACIÓN: 20-08-2013			FECHA DE APROBACION:

Revisión N° 000	Código	TMA- 167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Fecha de Aprobación	22 /08 /23
	Fecha de Vigencia	22 /09 /23
	Página	2 de 4

1. OBJETIVOS

Describir los pasos adecuados a seguir para el mantenimiento preventivo de máquinas fumigadores considerando la identificación de peligros y la implementación de medidas de control para minimizar los riesgos, prevención en seguridad;

- Realizar el mantenimiento eficientemente y de manera segura para el operario.
- Prevenir y/o evitar sobrecostos al realizar labores de emergencia.

2. ALCANCE Y APLICACIÓN

El alcance y aplicación de éste instructivo abarca a todas las actividades realizadas en el mantenimiento preventivo de equipos fumigadores, para todo el personal involucrado

3. DOCUMENTOS O NORMAS DE REFERENCIA:

D.S. N° 024-2016 EM: Reglamento de Seguridad y salud ocupacional en minería
 Reglamento Interno de Seguridad y salud ocupacional – Lagunas Norte.
 Manual de Operación y Mantenimiento de equipos fumigadoras.
 TMA-PLN-144 Procedimiento de Bloqueo y Señalización.

4. PERSONAL:

- **TMF-ME:** Técnico multifuncional de mantenimiento
- **SM-MM:** Supervisor de Mantenimiento
- **Operador de equipo fumigador.**



5. EQUIPO / HERRAMIENTAS Y MATERIALES.

- Taller
- Materiales (Acorde para cada instructivo)
- Herramientas (Acorde para cada instructivo)
- Equipos auxiliares.

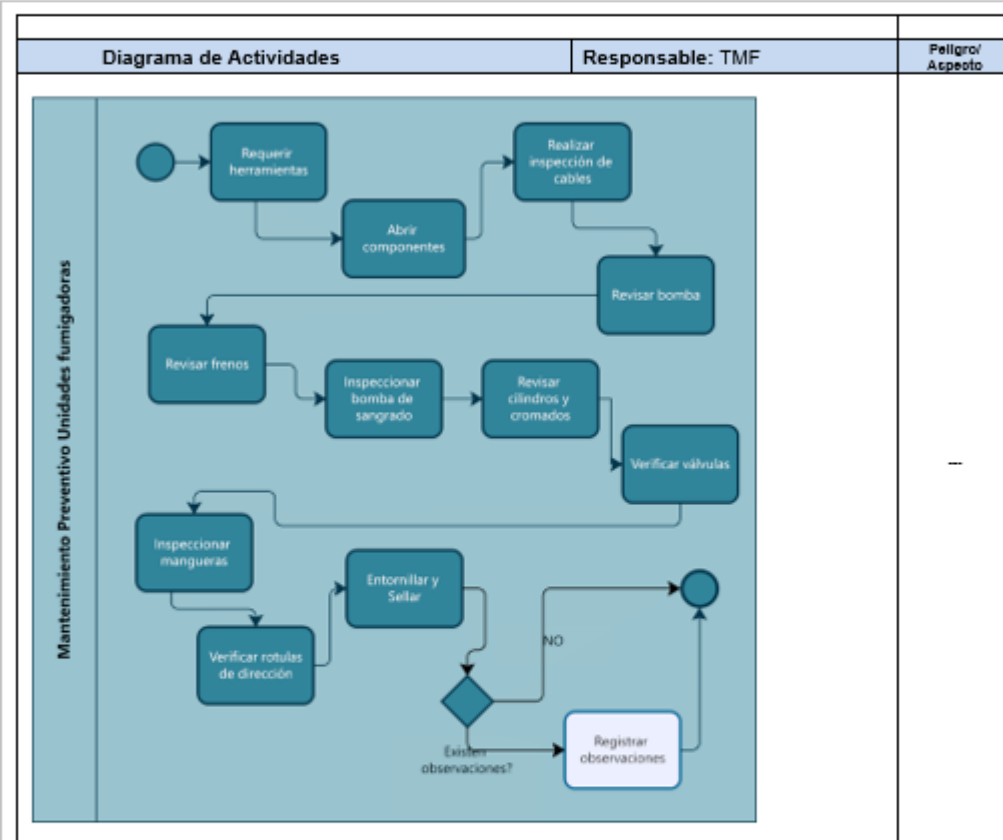
6.- PROCEDIMIENTO

Revisión N° 000	Código	TMA- 167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Fecha de Aprobación	22 /08 /23
	Fecha de Vigencia	22 /09 /23
	Página	3 de 4

6.1. DESCRIPCIÓN

Actividades	Responsable: Supervisor	Peligro/ Aspecto																																
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Actividad</th> <th style="text-align: left;">Responsable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inicio Simple</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Requerir herramientas</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Abrir componentes</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Realizar inspección de cables</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Revisar bomba</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Revisar frenos</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Inspeccionar bomba de sangrado</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Revisar cilindros y cromados</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Verificar válvulas</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Inspeccionar mangueras</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Verificar rotulas de dirección</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>Entornillar y Sellar</td> <td>TMF-ME</td> </tr> <tr> <td>¿Existen observaciones?</td> <td>SM-MM</td> </tr> <tr> <td>Registrar observaciones</td> <td>SM-MM</td> </tr> <tr> <td>Fin Simple</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Actividad	Responsable	Inicio Simple		Requerir herramientas	TMF-ME	Abrir componentes	TMF-ME	Realizar inspección de cables	TMF-ME	Revisar bomba	TMF-ME	Revisar frenos	TMF-ME	Inspeccionar bomba de sangrado	TMF-ME	Revisar cilindros y cromados	TMF-ME	Verificar válvulas	TMF-ME	Inspeccionar mangueras	TMF-ME	Verificar rotulas de dirección	TMF-ME	Entornillar y Sellar	TMF-ME	¿Existen observaciones?	SM-MM	Registrar observaciones	SM-MM	Fin Simple			
Actividad	Responsable																																	
Inicio Simple																																		
Requerir herramientas	TMF-ME																																	
Abrir componentes	TMF-ME																																	
Realizar inspección de cables	TMF-ME																																	
Revisar bomba	TMF-ME																																	
Revisar frenos	TMF-ME																																	
Inspeccionar bomba de sangrado	TMF-ME																																	
Revisar cilindros y cromados	TMF-ME																																	
Verificar válvulas	TMF-ME																																	
Inspeccionar mangueras	TMF-ME																																	
Verificar rotulas de dirección	TMF-ME																																	
Entornillar y Sellar	TMF-ME																																	
¿Existen observaciones?	SM-MM																																	
Registrar observaciones	SM-MM																																	
Fin Simple																																		
Orden y limpieza del área de trabajo	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto																																
<p>Luego de la entrega de equipo a operaciones se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpiar y guardar las herramientas. - Devolver materiales si no fueron usados. - Segregar en forma correcta residuos. 																																		

PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Revisión N° 000	Código	TMA- 167
		Fecha de Aprobación	22 /08 /23
		Fecha de Vigencia	22 /09 /23
		Página	4 de 4



Si se tiene necesidad de algún repuesto, se hace un pedido al supervisor de turno para que emita un vale electrónico para poder retirar la pieza del almacén.

8.-RESTRICCIONES.

- Personal sin inducción específica de Mantenimiento.
- Cursos mantenimiento realizados previamente.
- No se permitirá realizar trabajar bajo los efectos de alcohol y drogas.
- Tomar posturas adecuadas para evitar problemas ergonómicos.
- Realizar la difusión del mismo a todos los técnicos involucrados

ANEXO 07. Plan de capacitación

CAPACITACIÓN

- Buenas prácticas



- Nuevo Procedimiento



PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

1. INTRODUCCION

Luego de aplicar una encuesta de nivel de satisfacción a los usuarios, en donde se detectaron una serie de insatisfacción por parte de los usuarios, para lo cual como equipo de investigación. Una de las mejoras a efectuar es llevar a cabo una Capacitación a los colaboradores a fin de ayudar en el incremento de la satisfacción de los usuarios de área.

2. OBJETIVOS DEL PLAN

- Lograr potenciar las capacidades técnicas y habilidades de los involucrados en una correcta operación.
- Incrementar los niveles de conocimiento de las personas que realizan las operaciones diarias de mantenimiento.
- Conocer y aplicar el nuevo procedimiento a la organización

3. CAPACITACIONES A EFECTUAR

Se efectuarán bajo los términos siguientes:

Dirigido a : Operadores y personal de Mantenimiento

Responsable : Área de mantenimiento

Nro. Participantes: 7

4. CONTENIDO

Nº	GESTIÓN MANTENIMIENTO	CANTIDAD HORAS	FECHA
1	Introducción.	1	20-26 octubre
2	Mediciones	2	
3	Supervisiones	4	
4	Mejora continua	3	
		10	
Nº	PROCEDIMIENTO NUEVO	CANTIDAD HORAS	FECHA
1	Introducción	1	02- 04 octubre
2	Descripción de actividades	2	
3	Seguimiento de procedimiento	3	
		6	

5. PROGRAMACION

Capacitación	Fecha	Hora Inicio	Horas Diarias
Buenas prácticas	03/10/2023 05/10/2023 07/10/2023	3pm	3
Procedimiento de mantenimiento	10/10/2023 12/10/2022	3pm	3

6. PRESUPUESTO:

Es el siguiente:

Charla/Taller	Ítem	Costo Unitario (S/.)	Total(S/.)
Nuevo Procedimiento	Snacks	5	35
	Constancias	5	35
Gestión Mantenimiento	Expositor externo	250	250
	Snacks	5	35
	Constancias	5	35
TOTAL, S/.			390

7. PERFIL DEL TRAINER

- Experiencia profesional: 5 años
- Formación: Ingeniero

8. EVALUACIÓN

A cargo del trainer

ANEXO 08. Desarrollo de actividades

DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE MEJORA

Sirva la presente para saludarles y a la vez indicarles que los señores:

Ruiz Ramos Josue Ruben

Gutierrez Meza Patrick Harrinson

Vienen desarrollando un estudio de:

Gestión de Mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las maquinas fumigadoras en una empresa Agroindustrial, Viru 2023

Y de acuerdo al cuadro de mejoras propuesto, iniciarán el desarrollo de actividades para cada una de ellas, el mismo que se visualiza a continuación

Mejoras	Actividades	Nro. actividades	Fecha Inicio
Implementar Procedimiento	Supervisar los pasos que debe seguir el procedimiento	15	05/10/2023
AMEF	Supervisión	5	30/09/2023
Plan de Capacitación	Asistencias programadas	4	20/09/2023
Tablero de Comando	Actualización de KPIs propuestos	3	05/09/2023

Agradecería brindar el apoyo respectivo, que redundará en beneficio de nuestra institución

Trujillo, 01 de setiembre del 2023



Ing. Emilio Alvarez Polo

DNI: 70476768

Sub Gerente de Ingeniería Y Maquinaria

Anexo 09. Aplicación Power BI

a. Base de Datos

Tiempo	NroMantenimEjecutados	TotalMantenim	TiempoStandar	TiempoEjecuc	MTBF	MTTR
09_Set-Quincena1	5	6	12	14	34.58	2.02
09_Set-Quincena2	6	7	12	13	22.40	2.00
10_Oct-Quincena1	5	6	14	14	38.86	1.81
10_Oct-Quincena2	5	5	13	14	25.99	2.16

b. Conexión a Base de Datos (Hoja de Cálculo)

Libro de Excel

Básico Uso avanzado

Ruta de acceso de archivo

Abrir archivo como

c. Elección de Hoja de Excel

Navegador

Opciones de presentación

DATA_indicadores_Patrick.xlsx [18]

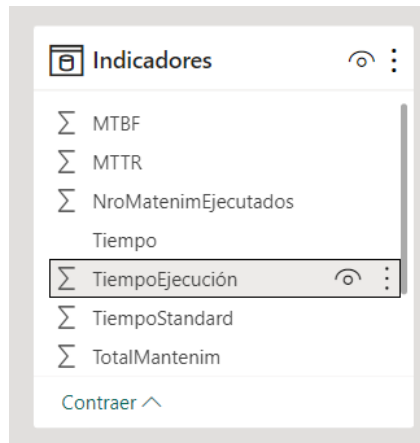
- AMEF
- Causa1
- Causas
- Costos
- Data_REs
- Disp_Post
- Disponib
- Eval_1
- Eval_2
- Hoja2
- Indicadores

Indicadores

Vista previa descargada el Lunes, 27 de noviembre de 2023

Tiempo	NroMantenimEjecutados	TotalMantenim	TiempoStandard	T
09_Set-Quincena1	5	6	12	
09_Set-Quincena2	6	7	12	
10_Oct-Quincena1	5	6	14	
10_Oct-Quincena2	5	5	13	

d. Tabla de indicadores (dataset)



e. Creación de formulas

$$\%KPI_Satisfacc = \text{sum}(\text{Indicadores}[\text{NroMantenimEjecutados}]) / \text{sum}(\text{Indicadores}[\text{TotalMantenim}])$$

$$KPI_Disponib = \text{sum}(\text{Indicadores}[\text{MTBF}]) / (\text{sum}(\text{Indicadores}[\text{MTBF}]) + \text{sum}(\text{Indicadores}[\text{MTRR}]))$$

f. Visualizador KPI

