



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación de TPM para mejorar la productividad en el área de
producción en una empresa agroindustrial, Olmos 2024.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Quevedo Montejo, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-6085-1224)

ASESOR:

Dr. Barandiarán Gamarra, José Manuel (orcid.org/0000-0002-9666-5888)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BARANDIARAN GAMARRA JOSE MANUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de TPM para mejorar la productividad en el área de producción en una empresa agroindustrial, Olmos 2024.", cuyo autor es QUEVEDO MONTEJO JORGE LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20%, 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.

CHICLAYO, 09 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BARANDIARAN GAMARRA JOSE MANUEL DNI: 16475949 ORCID: 0000-0002-9666-5888	Firmado electrónicamente por: BGAMARRAJM el 14- 07-2024 15:25:40

Código documento Trilce: TRI - 0807441



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, QUEVEDO MONTEJO JORGE LUIS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de TPM para mejorar la productividad en el área de producción en una empresa agroindustrial, Olmos 2024.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JORGE LUIS QUEVEDO MONTEJO DNI: 76776906 ORCID: 0000-0002-6085-1224	Firmado electrónicamente por: JQUEVEDOM el 09-07- 2024 08:25:10

Código documento Trilce: TRI - 0807442

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios y a mis seres más queridos, mi madre, esposa e hija, quienes me han dado el impulso y la inspiración necesarias para finalizar esta tesis. Agradezco a mis colegas de trabajo por su conocimiento, información y apoyo a lo largo de este proceso.

Agradecimiento

A los docentes de la Universidad César Vallejos, por proporcionarme el conocimiento y la asistencia necesarios para desarrollar esta tesis. También quiero expresar mi gratitud a aquellos que me brindaron apoyo a lo largo de este proceso, que ha sido tanto gratificante como satisfactorio para mi crecimiento profesional.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	ii
Declaratoria de originalidad del autor	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	8
III. RESULTADOS.....	19
IV. DISCUSIÓN	65
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS.....	70
ANEXOS.....	75

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e Instrumentos	12
Tabla 2. Matriz de correlación.....	20
Tabla 3. Ponderación total	21
Tabla 4.Tabulación de Datos.....	21
Tabla 5.Estratificación de causas por áreas.....	23
Tabla 6. Matriz de priorización de causas a resolver.	23
Tabla 7. Prueba de normalidad.....	24
Tabla 8. Rangos de eficiencia	24
Tabla 9. Estadístico para eficiencia.....	25
Tabla 10. Rangos de eficacia.....	25
Tabla 11. Estadístico para eficacia	26
Tabla 12. Rangos para productividad.....	26
Tabla 13. Estadístico para productividad.....	27
Tabla 14. Eficiencia_pre.....	27
Tabla 15. Eficacia_pre.....	28
Tabla 16. Productividad_pre.....	29
Tabla 17. Variable independiente_pre.....	30
Tabla 18. Variables_pre.....	31
Tabla 19 Asignación de responsabilidades	34
Tabla 20. ¿Conoce el significado de TPM?	36
Tabla 21. ¿Ayuda el TPM a mejorar la productividad?	37
Tabla 22. ¿Tiene el TPM ocho pasos?	37
Tabla 23. ¿Es el mantenimiento correctivo una acción reactiva?	38
Tabla 24. ¿Es el mantenimiento preventivo programado regularmente?	39
Tabla 25. ¿Debe el mantenimiento preventivo realizarse mensualmente?.....	39
Tabla 26. ¿Significa que una máquina confiable opera sin fallos?	40
Tabla 27. ¿Incluye la inspección de máquinas una revisión visual?	41
Tabla 28. ¿Son comunes las fallas en los componentes de sellado de la máquina llenadora de bolsas?	41
Tabla 29. ¿Tiene la máquina llenadora de bolsas más de tres dispositivos de seguridad?	42
Tabla 30. Datos de evaluación de TPM.....	43
Tabla 31. Datos de la primera capacitación de TPM.....	47
Tabla 32. Datos de la segunda capacitación de TPM	48
Tabla 33. Datos de la tercera capacitación del TPM.....	49
Tabla 34 Plan de acción de las fallas de la máquina.....	50
Tabla 35 Plan de comunicación.....	51
Tabla 36. Reportes de ocurrencias de la variable independiente Post Test.....	59
Tabla 37. Eficiencia_post.....	61
Tabla 38. Eficacia_post.....	62
Tabla 39. Productividad_post	63
Tabla 40. Presupuesto.....	64
Tabla 41. Matriz de operacionalización de variables.....	75
Tabla 42. Check List de máquinas.....	76
Tabla 43. Cuestionario sobre el TPM.....	77
Tabla 44. Hoja de campos.....	78

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de clasificación del mantenimiento	8
Figura 2. Diagrama de Ishikawa	19
Figura 3. Diagrama de Pareto	22
Figura 4. Eficiencia_pre	28
Figura 5. Eficacia_pre	29
Figura 6. Productividad_pre	30
Figura 7. Disponibilidad_pre	31
Figura 8. Correo de compromiso para la implementación de TPM	32
Figura 9. Reunión de comunicado de TPM	33
Figura 10. Comienzo formal del TPM	34
Figura 11. ¿Conoce el significado de TPM?	36
Figura 12. ¿Ayuda el TPM a mejorar la productividad?	37
Figura 13. ¿Tiene el TPM ocho pasos?	38
Figura 14. ¿Es el mantenimiento correctivo una acción reactiva?	38
Figura 15. ¿Es el mantenimiento preventivo programado regularmente?	39
Figura 16. ¿Debe el mantenimiento preventivo realizarse mensualmente?	40
Figura 17. ¿Significa que una máquina confiable opera sin fallos?	40
Figura 18. ¿Incluye la inspección de máquinas una revisión visual?	41
Figura 19. ¿Son comunes las fallas en los componentes de sellado de la máquina llenadora de bolsas?	42
Figura 20. ¿Tiene la máquina llenadora de bolsas más de tres dispositivos de seguridad?	42
Figura 21. Datos de evaluación de TPM.	43
Figura 22. Evidencia de evaluación básica de TPM.	44
Figura 23. Aplicación de 5S.	45
Figura 24. Datos de la primera capacitación del TPM.	48
Figura 25. Datos de la segunda capacitación del TPM.	49
Figura 26. Datos de la tercera capacitación del TPM.	50
Figura 27. Diapositiva del mantenimiento planificado.	52
Figura 28. Fotos de Ejecución del Plan de acción	53
Figura 29. Datos minutos de ocurrencia MTBF Y MTTR.	60
Figura 30. Datos de porcentaje de disponibilidad.	60
Figura 31. Eficiencia_post	61
Figura 32. Eficacia_post	62
Figura 33. Productividad_post	63
Figura 34. Evaluaciones de juicios de expertos.	79

Resumen

Este estudio se enfoca en la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la eficiencia en el departamento de producción de una empresa agroindustrial ubicada en Olmos durante el año 2024., En línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9, centrado en Industria, Innovación e Infraestructura, el objetivo principal fue implementar el TPM para incrementar la productividad de una máquina llenadora de bolsas, identificando y abordando las paradas inesperadas de planta. Los objetivos específicos incluyeron realizar un análisis o evaluación del departamento de producción, aplicar TPM, calcular la mejora en la productividad y evaluar el beneficio costo. La investigación se basó en un estudio cuantitativo con una población centrada en una máquina llenadora de bolsas

Los resultados evidenciaron que la implementación del TPM incrementó la productividad de la máquina del 27.4% al 84.5%, logrando una mejora del 57.1%. La eficiencia aumentó del 55.0% al 96.5%, y la eficacia mejoró del 49.8% al 87.5%. Con una ratio beneficio-costo de 5.78, se concluye que el TPM no solo mejora los indicadores operativos, sino que también es altamente rentable. Estas conclusiones indican que el TPM facilita una mejora continua en los procesos productivos, optimiza la disponibilidad de las máquinas y fortalece la reputación de la empresa.

Palabras clave: Mantenimiento Productivo Total, productividad, eficiencia, agroindustrial, beneficio.

Abstract

This study focuses on the application of Total Productive Maintenance (TPM) to improve efficiency in the production department of an agroindustrial company located in Olmos during the year 2024., In line with Sustainable Development Goal (SDG) 9, focused in Industry, Innovation and Infrastructure, the main objective was to implement TPM to increase the productivity of a machine

The results showed that the implementation of TPM increased machine productivity from 27.4% to 84.5%, achieving an improvement of 57.1%. Efficiency increased from 55.0% to 96.5%, and effectiveness improved from 49.8% to 87.5%. With a benefit-cost ratio of 5.78, it is concluded that TPM not only improves operational indicators, but is also highly profitable. These conclusions indicate that TPM facilitates continuous improvement in production processes, optimizes machine availability and strengthens the company's reputation.

Keywords: Total Productive Maintenance, productivity, efficiency, agro-industrial, benefit.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día nos encontramos en una constante búsqueda de competitividad de las empresas eventualmente, esto nos conducirá a reconsiderar el sistema de mantenimiento. La competitividad en las empresas no puede lograrse sin una gestión efectiva de la producción y una adecuada gestión de la conservación de los equipos es fundamental para lograr los estándares deseados de calidad, eficiencia y desempeño esperados. Es importante tener en cuenta que el TPM ha surgido como resultado del desarrollo de los sistemas de gestión de mantenimiento. (CUATRECASAS, y otros, 2010).

En esta empresa al no existir un mantenimiento tipo preventivo. El mantenimiento correctivo se dispara lo que nos deja menos tiempo para hacer todo tipo de análisis con respecto a mantenimientos preventivos y vida útil de operaciones. Conllevándonos también a paradas de planta inesperadas ocasionando pérdidas dentro de la empresa.

Por eso mismo, nos encontramos en la importancia de implementar un enfoque de mantenimiento preventivo integral, con la finalidad de asegurar el óptimo funcionamiento y sobre todo proteger los equipos, asegurar que los técnicos involucrados en los equipos se mantengan atentos a la funcionalidad de las máquinas.

En base a todo lo mencionado, en este trabajo estamos planteando La siguiente pregunta sería: ¿Cómo la implementación del TPM mejoró la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial? De esta manera, el objetivo principal de este trabajo fue aplicar el TPM para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial. Debido a que existen muchas paradas de planta inesperadas, este tipo de mejora continua nos permitirá elevar el crecimiento productivo generando una eficiente utilización de recursos y equipos como también la eficiencia en los trabajadores. Así mismo se plantea los siguientes objetivos específicos:

Vamos a realizar un diagnóstico para obtener una visión actualizada del área de producción en la empresa, implementar el TPM con el objetivo de mejorar la productividad en la empresa agroindustrial, y calcular la mejora en la productividad, Y dar a conocer la evaluación del beneficio costo.

El objetivo de este proyecto es crear un sistema de gestión para el mantenimiento eléctrico, adaptado para cumplir con las necesidades específicas de los sistemas industriales, en conformidad con las normativas ISO y facilitando la interrelación de procesos, actividades y departamentos dentro de las organizaciones que buscan mejorar la eficiencia energética. Para la creación del modelo, se analizó una serie de modelos de mantenimiento industrial propuestos en las últimas dos décadas y se analizaron aspectos como el factor de potencia, armónicos, temperatura, vibraciones y desalineaciones, para establecer acciones que faciliten la identificación de problemas en los sistemas eléctricos. El modelo propuesto consta de dos partes complementarias. La primera parte consiste en un esquema que se fundamenta en los requisitos de parámetros eléctricos centrados en mejorar la eficiencia y optimización del uso de la energía. La segunda parte del modelo es el sistema de gestión en sí, el cual incluye la integración de todas las partes involucradas, así como la planificación y programación de actividades de acuerdo con las normativas estándar ISO 9001:2000. Este enfoque de gestión de mantenimiento se centra en la organización y planificación de actividades preventivas y predictivas, lo cual facilita la anticipación a posibles fallas, interrupciones y perturbaciones en los sistemas eléctricos. Su implementación conducirá a una reducción de pérdidas y a una mayor eficiencia. (Verena, 2019).

El principal propósito de este artículo es investigar la viabilidad de implementar la metodología TPM en Lean Manufacturing en empresas de tamaño pequeño y mediano especializadas en la fabricación de piezas metalmecánicas. Estas empresas están experimentando un aumento en la demanda dentro del sector, pero su Eficiencia General de Equipos (OEE) es baja, lo que les impide aprovechar plenamente esta oportunidad.

El objetivo es ampliar el conocimiento sobre la técnica de implementación para minimizar los residuos en las industrias de procesos. Mediante el análisis de los datos de rendimiento o producción, se busca identificar los inconvenientes que dificultan que estas empresas sean eficientes. Luego, se seleccionan, desarrollan e implementan de Lean Manufacturing se utilizan para guiar a las empresas pequeñas y medianas (pymes) en la ejecución de mejoras en un sistema de manufactura a un costo menor. (Canahua, 2021).

El TPM en gran parte nos permite la conservación y mitigación de distintos impactos negativos que llegan a influir en los factores del mantenimiento, que nos puede llegar a ayudar a desarrollar capacidades técnicas y operativas, que a la vez nos permita desarrollar investigación científica y tecnológica. (BARRON, 2018).

La aplicación de uno de los pilares de TPM a la empresa Zollner Electronics Costa Rica Ltda. Le llegaron a aumentar sus índices de eficiencia, disponibilidad y calidad. Aplicando esta herramienta ya que buscaba una reducción de pérdidas, desperdicios y averías que se venía frecuentando en búsqueda de convertirse una gran empresa manufacturera se acogió este pilar como parte filosófica de la empresa. (BLANCO, 2017).

Globalmente, el TPM, es ampliamente reconocido como una herramienta de gestión muy valorada en los sectores productivos, la cual nos ayuda enormemente con la disponibilidad de maquinarias y equipamiento de producción, así como los beneficios financieros que nos lleva su buena aplicación. (GARCIA, y otros, 2022).

En la actualidad las empresas nacionales se han visto perjudicadas por la falta de compromiso en el departamento de mantenimiento, hay que tener.

Es importante recordar que cualquier sistema es considerado productivo siempre y cuando funcione con un mínimo de fallos. (ALAVEDRA, y otros, 2016).

Gracias a la implementación del TPM, se logró mejorar y acortar el

tiempo de entrega de pedidos y con los distintos tipos de mantenimientos se dio una notable reducción de tiempos de mantenimiento en los equipos con una medida de 4.12 días, y con una eficiencia del 92% de las tareas de mantenimientos propuestos solucionando así en gran medida la problemática de entrega de pedidos a tiempo a sus clientes. (GARAY, y otros, 2020)

El aplicar la metodología de TPM nos da como resultado, el aumento del rendimiento de la planta y el incremento productivo de un 32.86% a 85.58% esto sucedido en una empresa del sector minero según. (CANAHUA, 2021).

Con la aplicación del TPM, se observó un incremento del 6% en la productividad operativa (de 15 a 17 sacos por hora), gracias a la notable disminución de las fallas y los tiempos de inactividad asociados. Además, el OEE aumentó en un 0.68%, con una proyección de crecimiento del 16.32% anual, lo cual demuestra la efectividad del TPM y su funcionalidad para mejorar la eficiencia del equipo, esto según. (OBESO, y otros, 2019)

Para comprender los precedentes del mantenimiento productivo total, Es esencial explorar sus raíces en la fase que siguió a la segunda guerra mundial. Durante los años 1946 – 1952 los Japón estaba inmersos en su proceso de reconstrucción y desarrollo. Como parte de sus esfuerzos de investigación y mejora, buscaron la participación de especialistas en el ámbito de los controles estadísticos, como Walter Andrew y William Deming. El Dr. Deming, en particular, comenzó a impartir conferencias sobre calidad y control estadístico de procesos a partir de 1950. (MOREIRA, 2022).

Durante el curso de la investigación se descubrieron precedentes en el ámbito internacional, Dándonos así a conocer que el TPM es muy eficaz en las empresas que cuentan con muchos procesos automáticos y secuenciales ya que existe la combinación de un conjunto de estrategias y tácticas para lograr una potenciación más óptima de los recursos de la planta sin que se requiera mucha inversión, el TPM no solo es una gran idea para implementar si no que es el paso inicial a la evolución a las buenas prácticas del mantenimiento. (GARCIA, 2021).

La metodología que se caracteriza por mejorar la eficiencia y eficacia en la administración de mantenimiento, Es el TPM. En este artículo los autores pudieron dar a conocer el impacto positivo de esta metodología dentro de las organizaciones y la utilización tan amplia que se le puede dar en grandes corporaciones. Manifestando de esta manera un incremento muy notable en la eficiencia y eficacia en la gestión de mantenimiento. Generalmente la ejecución del TPM es de la mano con la administración de calidad ya que se busca un mejor rendimiento de proceso y medios de producción. (SOLIS, y otros, 2021).

Sin más los grandes beneficios del TPM es la mejora de la productividad esto gracias a la eliminación de tiempos muertos y paradas de los equipos, Dando paso a poder incrementar el rendimiento con los mismos recursos existentes en las plantas. Los equipos y maquinaria también tienen grandes ventajas al elevar la efectividad de los equipos por medio del mantenimiento justo a tiempo que se le logra dar a lo largo de su vida útil. (LOPEZ, 2019)

De esta manera también se puede hacer la referencia a la gran importancia que pueden llegar a tener los colaboradores, puesto que con su compromiso y ese apoyo a esa implementación de medidas de TPM se logra generar ese ambiente generoso y proactivo que logra esa gran eficacia desempeñada y así originar esos beneficios tan imprescindibles anhelados por el modelo del TPM. De esta manera se afirma que uno de los factores esenciales es la colaboración con otros conceptos relacionado en la gestión de calidad para lograr la optimización de la eficiencia. (SUDHIR, y otros, 2021)

En esta investigación una de mis variables consideradas es la producción dado que es uno de los procesos más influyentes dentro de la economía. Que implica la transformación de distintos tipos de recursos tanto mano de obra, Materia prima y capital, en bienes y servicios que logran la respuesta a las necesidades y deseos de la sociedad ya que se puede llevar a cabo en una variedad de entornos, desde la fabricación de bienes hasta la prestación de distintos servicios. (MANKIW, 2022)

El TPM Es una técnica donde el compromiso es a nivel de organización

y no solo del área que incurren los problemas, a través de los trabajos encomendados según sus actividades a cada trabajador técnicos. Además, las empresas que trabaja en estos rubros industriales deben llevar siempre presente en acoger este sistema como una filosofía para la empresa si este tiene en mente mejorar día a día el nivel de eficiencia dentro de la empresa, puesto que acoge a toda el área y los colaboradores que está asociada a la organización. (SUDHIR, y otros, 2021).

Entre los objetivos del TPM tanto principales como fundamentales se tiene: Lo que es disminución de averías en los equipos, Amenorar el tiempo de espera y arreglo de las maquinarias. Mejorar en la utilización de los equipos disponibles, inspección de correctitud de las herramientas y equipos, Sostenibilidad y ahorro de recursos naturales y eficiencia energética, Adiestramiento y preparación del personal.

Hay que tener siempre presente que al aplicar esta metodología las organizaciones pueden llegar a tener diferentes resultados esto según nos indica en su investigación. (ROCHA, 2017).

Dentro de este sistema integrado de gestión podemos encontrar los 8 pilares fundamentales del TPM cada una de ellas nos brindan las pautas a seguir para lograr los resultados requeridos de cada una de ellas que son tanto la reducción o eliminación de perdidas como son: mantenimientos programados, cambios en producción planificada, dificultades en el desempeño de los equipos, problemas de calidad y retrabajos. Es por ello por lo que se debe analizar las perdidas dentro de la empresa y saber con cuales y cuantos pilares podemos trabajar. (BSG Institute, 2020)

Dentro de esta filosofía podemos identificar los mejores elementos para tomar la decisión más adecuada y de esta manera cumplirá esa eficiencia tan esperada en las plantas industriales, estas son identificadas en seis grades perdidas y ala ves identificadas según la representación económica que esta representa al proceso productivo. (CUATRECASAS, y otros, 2010).

Esta gestión eficaz tiene por finalidad la eliminación de 6 grandes

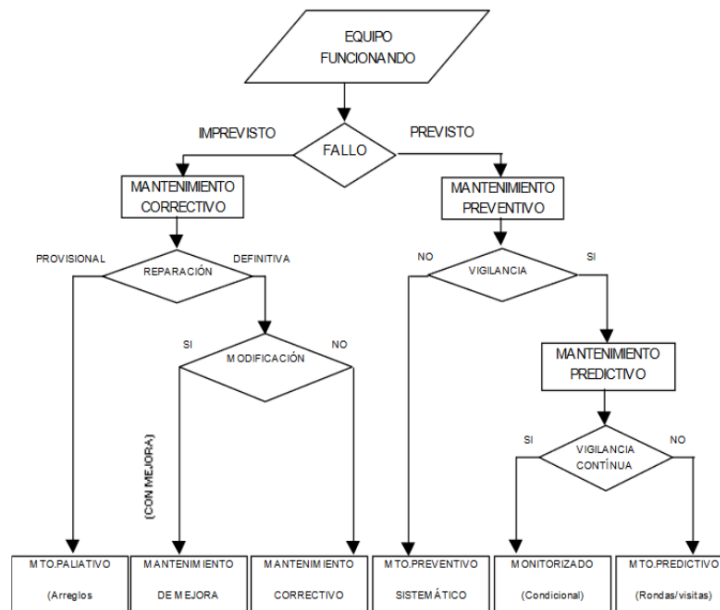
pérdidas dentro de las organizaciones: como primera perdida a tomar en cuenta tenemos las perdidas por fallas en equipos las cuales nos producen grandes pérdidas de tiempo y el objetivo a tomar en cuenta es eliminar estas pérdidas. Como segunda perdida tenemos los tiempos en reparación las cuales se ven reflejadas por la realización de ajustes a algún equipo o mudanzas de estos que nos producen grandes pérdidas de tiempo el cual debemos buscar el reducir el máximo tiempo posible. También tenemos las pérdidas provocadas por paradas cortas estas pérdidas son pequeñas obstrucciones dentro del mismo proceso o también problemas de instrumentación de equipos estas pérdidas se deben anular. Las perdidas por funcionamiento a velocidades reducidas se encuentran en la posición 4 dentro de este listado, Esta perdida se da cuando los equipos no funcionan a su capacidad máxima esto produce perdidas al seguir con el plan de producción y eliminar es hacia donde debemos apuntar. En quinto lugar, tenemos las perdidas por defectos de calidad y reprocesos estas se producen al tener que realizar un proceso defectuoso o inconcluso con una correcta gestión se debe de eliminar. Y por último tenemos Perdidas de funcionamiento por puestas en marcha de equipos puesto que periodos de prueba son perdidas para considerar, así como también procesos nuevos o marchas en vacío y debemos de minimizar estas pérdidas esto según. (CUATRECASAS, y otros, 2010). La importancia en la actualidad de mantener una alta productividad en la industria, Dada la creciente competitividad y la necesidad de fabricar productos de alta calidad a bajos costos en tiempos específicos. Para lograr esto, Se propone una metodología del TPM para medir la productividad en el sistema de fabricación, Incluyendo sistemas dedicados y flexibles, Se destaca que la productividad es fundamental para evaluar el rendimiento de estos sistemas. (GOVIND, y otros, 2019).

El TPM busca aumentar la máxima duración operativa de los quipos. De esta manera nos dice que el TPM se divide en las pérdidas de tiempo equipos y maquinas. (ALVAREZ, 2018).

Disponibilidad es el tiempo perdido por imperfecciones de las máquinas y equipos en espera.

Y en tanto la confiabilidad es el tiempo perdido debido a interrupciones breves y momentos de menor velocidad de funcionamiento, además aplica la reducción de la eficiencia y está relacionado directamente con la necesidad de contar con ayuda de algún experto para la recopilación de datos del equipo de manera automática. (ALVAREZ, 2018).

Figura 1. Diagrama de clasificación del mantenimiento



Nota: Este diagrama proporciona una representación práctica sobre cómo identificar el tipo de mantenimiento que se está implementando. Se enfoca en las técnicas de mantenimiento industrial y clasificación del mismo.

Hipótesis la aplicación del TPM mejora la productividad en el área de producción en una empresa agroindustrial.

II. METODOLOGÍA.

2.1 Tipo, enfoque y diseño de investigación.

Tipo de investigación:

Esta investigación es de tipo **aplicada**, caracterizada por centrarse en obtener conocimientos nuevos con el objetivo de encontrar soluciones para problemas

específicos. (ALVAREZ, 2020).

En este caso esta investigación busca resolver problemas relacionados con la problemática social o el área productiva en una empresa agroindustrial a través de la aplicación del TPM.

Nuestra investigación es de naturaleza, **Cuantitativa** debido a que involucra la recopilación de información numérica.

Buscamos identificar un problema y, una vez que hemos establecido un objetivo de investigación que define el propósito y la extensión del estudio, es necesario identificar variables cruciales para la investigación. Creamos preguntas o enunciados que forman parte de los instrumentos de investigación, los cuales, después de ser administrados a un conjunto específico de datos, generan datos numéricos que se analizan.

estadísticamente. El propósito último de este proceso es alcanzar conclusiones que se orienten hacia la generación de nuevos conocimientos. (TORRES, 2018).

La investigación es de nivel explicativo, dado que buscará realizar mejoras en el proceso de producción de una empresa agroindustrial mediante la implementación del TPM, con el objetivo de lograr mejoras en la productividad en la zona de estudio.

Diseño de investigación:

El diseño de este proyecto es no experimental, dado que involucra el estudio de dos variables en el contexto actual del trabajo.

Un diseño experimental implica la manipulación de variables no confirmadas de antemano, sin tomar precauciones excesivas, con el propósito de explicar la causa en una situación o evento en particular. (CANALES, y otros, 2017).

Además, Se trata de un estudio de tipo pre-experimental, debido a que no existe la oportunidad de realizar comparaciones con otro grupo de comparación en la empresa agroindustrial. Esto significa que se implementará en una única máquina que es LLENADORA DE BOLSAS, la cual será mi grupo experimental de estudio.

2.2 variables y operacionalización.

Variable independiente TPM.

El propósito principal del (TPM) es incrementar la eficacia total de las maquinas, Esto se evalúa mediante el indicador de Eficiencia Global de los Equipos (OEE). (SOLIS, y otros, 2021).

Dimensiones de la variable independiente: TPM.

Disponibilidad. Un nivel elevado de disponibilidad indica que la máquina está funcionando la mayor parte del tiempo, lo cual generalmente es preferible de producción. un 90% de disponibilidad mecánica, Tal como se menciona, significa que la máquina se encuentra en operación al menos el 90% del tiempo, lo que sugiere una sólida confiabilidad. (ALVAREZ,2018).

Su fórmula es: $Disponibilidad = \left(\frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \right) \times 100$

Confiabilidad. La ejecución de una estrategia de mantenimiento fundamentada en el estado de las condiciones técnicas es tácticamente factible siempre que se pueda identificar situaciones en las que el rendimiento se deteriore, se establezca un programa de inspección regular y exista un periodo suficientemente amplio entre la inspección y el momento en el que se produce una falla operativa, lo que permitirá la implementación de medidas correctivas o reparaciones. (RIOS, y otros, 2022).

Su fórmula es:

$$Confiabilidad = \left(\frac{\text{tiempo de funcionamiento}}{\text{Numero de averias}} \right)$$

Mantenibilidad. Es la disponibilidad operativa que se refiere a la alta probabilidad de que un equipo pueda ser reparado y vuelva a funcionar normal en un periodo de tiempo breve, siempre que sigan procedimiento de mantenimiento predefinidos. (RIOS, y otros, 2022).

Su fórmula es:

$$Mantenibilidad \left(\frac{\text{Tiempo de averias}}{\text{Numero de averias}} \right)$$

Variable dependiente: Productividad.

Cuando hablamos de eficiencia, nos referimos a la correlación entre los resultados (productos) y los medios empleados (entradas). El rendimiento, como medida económica, se emplea para medir la efectividad de un recurso productivo cuando todos los demás elementos involucrados con las mismas condiciones del proceso que se mantiene invariables y el método de producción es el mismo. (RIOS, y otros, 2022).

Su fórmula es:

$$\left(\frac{\textit{Producción lograda}}{\textit{Factores de producción}} \right) \times 100\% = \textit{Productividad}$$

**Dimensiones de la variable:
Eficiencia.**

La eficiencia se describe como la proporción de recursos planificados y los materiales realmente utilizados. El indicador de eficiencia muestra cómo se utilizan de manera efectiva los elementos de la fabricación de un artículo durante un período específico. (FONTALVO, y otros, 2018).

Su fórmula es:

$$\left(\frac{\textit{Tiempo utilizado}}{\textit{Tiempo programado}} \right) \times 100\% = \textit{Eficiencia}$$

Eficacia.

La eficacia se define como la correspondencia entre los resultados finales alcanzados obtenidos en la producción real y lo que se tenía previsto en la planificación de la producción. (FONTALVO, y otros, 2018).

Su fórmula es:

$$\left(\frac{\textit{Unidades Producidas}}{\textit{Unidades Programadas}} \right) \times 100\% = \textit{Eficacia}$$

2.3 Población, muestra y muestreo.

Población:

En una investigación la población se refiere al conjunto de personas, objetos o elemento que son el enfoque o el grupo de interés sobre los cuales se busca obtener información o datos para el estudio. (LUIS, 2004).

Entendiendo los principios de la teoría mencionada, se establece que la población constituye el foco central del análisis en este estudio, a partir del cual se extraerá la información esencial para esta investigación. En este contexto, la población se define como los datos relacionados con el rendimiento y eficacia de la máquina, **LLENADORA DE BOLSAS**, del área de llenado. Se recolectarán los datos para la presente investigación.

Muestra:

Al ser los mismos elementos de la población solo se tomará la máquina, LLENADORA DE BOLSAS. Del área de llenado de pulpas.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Tabla 1. Técnicas e Instrumentos

Variable.	Técnica.	Instrumento.	Fuente de verificación.
TPM	Análisis documental	Check list Hoja de registro	Ficha de evaluación de máquinas
	Encuesta	Cuestionario	Cuestionario realizado a los trabajadores
Productividad	Análisis documental	Hoja de registro diario de campo	Registro de producción diario

Elaboración propia.

Validez

La universidad César Vallejos ha validado los instrumentos de medición, Estos

fueron autenticados a través de la evaluación de profesionales con experiencia por 3 ingenieros colegiados ()

Confiabilidad

La validez se refiere a la medida en que un experimento o un elemento experimental es precisamente válido o adecuado logra evaluar con precisión lo que se pretende medir. Esto constituye la característica principal de una prueba. Al hablar de la validez con relación a un criterio, se describe como la medida en que el resultado de una prueba se correlaciona con una nueva medición con igual probabilidad. (MORENO, 2017).

Los datos que serán proporcionados en esta aplicación hacia la empresa agroindustrial Olmos 2024, los datos recopilados serán verídicos y proporcionados por la empresa con la intención de ser utilizados en investigaciones y aplicaciones de estudio.

2.4 Técnica de recolección de datos.

Recolección de datos.

Con el fin de alcanzar los objetivos establecidos, se llevará a cabo Un análisis exhaustivo de la metodología de implementación propuesta en el método de recopilación de datos. (CISNEROS, y otros, 2022). Esta técnica se utiliza para identificar los momentos en que ocurre Cada incidencia de fallo en la máquina en análisis también facilita el control del tiempo de inactividad asociado a cada fallo

Encuesta

El análisis de documentos es un método de recolección de información que representa una forma específica y precisa de aproximarse a la investigación. Se integra en la perspectiva no empírica del estudio de caso dentro de la investigación cuantitativa. Este proceso implica un análisis intelectual que resulta de la generación de productos secundarios, actuando como un enlace necesario entre el texto original y la persona que busca información. (CISNEROS, y otros, 2022).

2.5 Instrumentos de recolección de datos.

Check list.

Es una herramienta muy beneficiosa en la investigación, destinada a mitigar errores derivados de la falta de memoria y atención de la persona (POOT, 2020). En este estudio, se emplearán 17 ítems de esta herramienta para evaluar la calidad del mantenimiento previamente de implementar mejoras mediante la metodología del TPM.

Cuestionario

Se define como una herramienta de investigación compuesta por un conjunto de preguntas o instrucciones diseñadas para recopilar información de los encuestados. (POOT, 2020).

En este cuestionario consta de una combinación de preguntas abiertas que permitirán respuestas más detalladas y en palabras del encuestado. La cual será evaluado con un puntaje de calificación, lo cual nos permitirá tener datos cuantitativos.

Registro diario de campo.

Este formato preimpreso contiene los ítems necesarios para recopilar datos de manera rápida y consistente (POOT, 2020). Por esta razón, se utilizará este formato para recolectar, estructurar y gestionar los documentos de la empresa en el marco de esta investigación en desarrollo.

Procedimientos.

Se llevará a cabo la elaboración de un informe de productividad en el área de producción, el cual detallará el porcentaje de productividad en el área de llenado de pulpas de la máquina **Llenadora de Bolsas**.

Aplicación de la mejora.

A continuación, se procederá con la elaboración del plan para la implementación del TPM.

Determinación por parte de la gerencia.

Ante las exigencias de producción y con el objetivo de mejorar el servicio, la gerencia ha optado por implementar La implementación TPM, en la empresa se realizará en las áreas de producción y mantenimiento., instando a cada miembro del equipo a respaldar la ejecución de esta herramienta. Por lo tanto, se propone lo siguiente.

La dirección general a tomar la decisión de desarrollar el mantenimiento productivo en la empresa mediante una comunicación extensa en toda la organización, se llevará a cabo una reunión general para informar a los colaboradores de todos los sectores, con especial énfasis en producción y mantenimiento. Además, se establecerá la fecha para anunciar formalmente el programa.

La aplicación del PTM se realizará de forma progresiva, buscando una transformación progresiva que resulte en beneficios económicos, organizativos y productivos. Esta implementación se plantea con una visión a futuro, anticipando que los cambio se traducirán a lo largo del tiempo en mejoras sostenibles y significativas en la eficiencia y la calidad operativa en la empresa. Informar acerca de la implementación del TPM.

Una vez que la compañía ha optado por introducir el TPM en los sectores de producción y mantenimiento, se notifica a los empleados correspondientes de dichas áreas. Se organiza una reunión general para informar sobre la importancia de introducir estas herramientas, y se detallan los puntos esenciales que los colaboradores deben comprender. A continuación, se presentan los aspectos claves:

Políticas:

Optimiza la disponibilidad y fiabilidad de los equipos utilizados, inspirando a todos los empleados de la organización a trabajar hacia la meta de cero fallas y defectos en sus actividades.

Garantizar la extensión de la vida útil de las máquinas para garantizar su operatividad y la entrega de trabajos de calidad.

Motivar la participación, incluir a todos los empleados en los procesos de mejoras mediante la implementación del TPM.

Objetivos y metas: Minimizar la cantidad de averías.

Incrementar la producción en la compañía.

Comienzo formal del TPM.

En esta fase, la ejecución del TPM se integra al proceso, involucrando a todas las personas desde los niveles más altos hasta los más bajos, se unen para entender la importancia del nuevo enfoque de trabajo. Con este propósito, se llevará a cabo una presentación en las que explicaran los conceptos, principios y el uso de la herramienta seleccionadas, además de ofrecer una evaluación de la situación actual de la empresa y los objetivos esperados después del desarrollo del TPM.

Formación y capacitación.

Es crucial que los trabajadores de los departamentos de producción y mantenimiento y sectores relacionados adquieran conocimientos sobre el mantenimiento de la máquina LLENADORA DE BOLSAS. Esto les permitirá comprender y desempeñar eficazmente las funciones dentro del departamento de mantenimiento. Por este motivo, este proceso se enfoca en mejorar la gestión del equipo de trabajo, con el objetivo de optimizar el mantenimiento continuo para cumplir con las necesidades del servicio de la empresa agroindustrial Olmos 2024. En este sentido, el personal pertinente recibirá capacitación y estará bajo la supervisión de un ingeniero mecánico con especialización en mantenimiento. Y el investigador Quevedo Montejo Jorge Luis.

Características del programa de formación:

La estrategia de formación se enfocará en resolver los problemas principales de la empresa, con el objetivo de potenciar el conocimiento, las habilidades y las capacidades de los empleados.

La participación voluntaria de los trabajadores será un factor determinante para alcanzar los objetivos del programa de formación. Es esencial que el equipo demuestre interés y disposición para aprender, lo que contribuirá a mejorar su productividad.

La capacitación del personal debe ser continua y de largo alcance, garantizando así que la empresa pueda mantener su crecimiento de manera sostenida.

Mejoras de la aplicación del TPM.

En este proceso, se evaluarán los resultados posteriores a la implementación del TPM.

Método de análisis de datos.

Una vez obtenidos los datos, se llevará a cabo el análisis correspondiente para obtener la respuesta a la pregunta inicial, lo que determinará la aprobación o el rechazo de las hipótesis planteadas en el trabajo.

Esta estadística descriptiva se utilizará para generar gráficos y tablas que permitan comparar cómo se comporta la variable dependiente y sus diferentes dimensiones.

Además, al emplear medidas de tendencia central, se destacará la diferencia entre la fase previa y posterior de la mejora.

Análisis inferencial.

También conocida como estadística inductiva, esta rama emplea técnicas que permiten derivar generalizaciones a partir de información parcial o completa detenida mediante métodos descriptivos. También podemos decir que es parte de la estadística que se encarga de los procedimientos de estimación (tanto puntual como por intervalo), así como de realizar el análisis y la prueba de hipótesis. (MAYORGA, y otros, 2020).

Para el procesamiento de datos, tanto para el análisis descriptivo como para el análisis inferencial, se llevará a cabo utilizando el software SPSS.

2.6 Aspectos éticos.

En el proyecto de investigación actual, se sigue de manera estricta las

normativas y directrices guiadas por el principio ético que rigen las decisiones del Consejo Universitario.

N° 0262-2020 / UCV de la Universidad Cesar Vallejos. Las normas de la Universidad con respecto a los documentos publicados tomarán en cuenta que, dentro del marco integral del proyecto, se salvaguarden los derechos de autor en relación con los planes de estudios utilizados, También nos acogeremos a los aspectos éticos, así como:

Beneficencia, en la cual garantizaremos que los participantes reciban beneficios y reduzcamos cualquier tipo de riesgo potencial.

No maleficencia, asegurando que los participantes no sufran alguna consecuencia negativa como consecuencia de su implementación en este estudio.

Autonomía, como investigador aseguró de tener un consentimiento informado, teniendo en cuenta esto al momento de tomar decisiones.

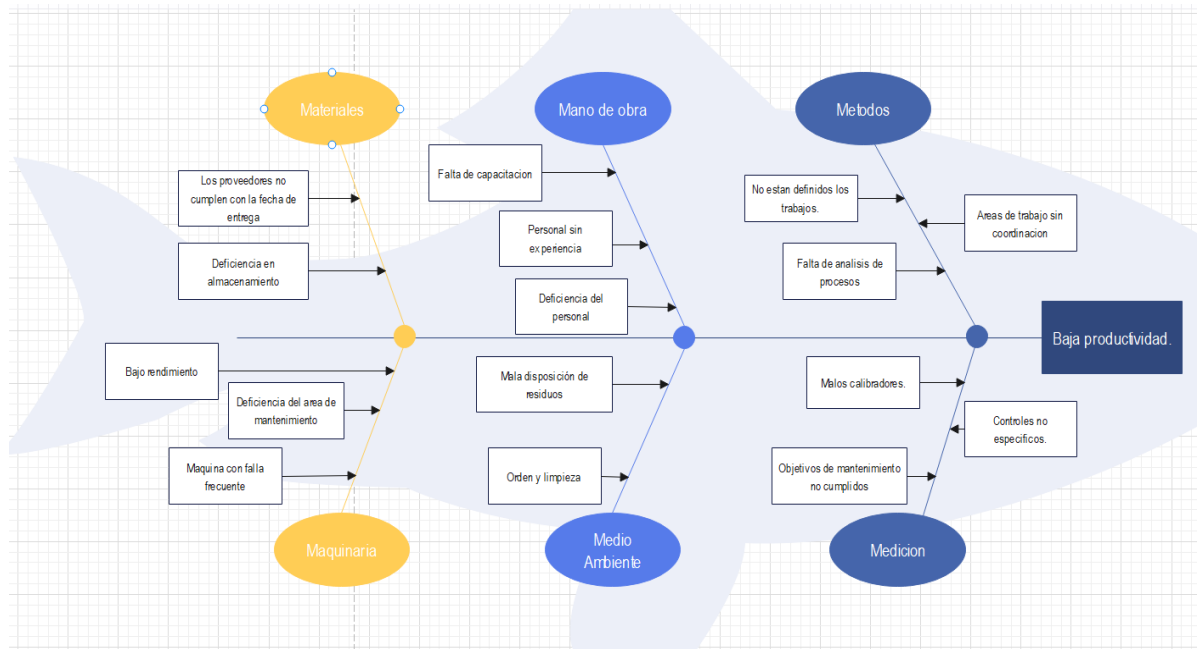
Justicia, los participantes serán seleccionados de manera justa y al existir cualquier tipo de riesgo se distribuirá equitativamente.

Y también tendremos en cuenta, el derecho a manejar información reservada de la empresa con prudencia y confiabilidad, aspectos que se tendrán en cuenta en el transcurso de esta investigación. Los datos adquiridos son legítimos, y su propósito es abordar la problemática con las sugerencias establecidas al finalizar el estudio.

III. RESULTADOS

Con el objetivo de detectar y analizar las posibles razones que contribuyen a los problemas de mantenimiento y con el fin de mejorar la productividad en el departamento de producción de nuestra empresa agroindustrial, estamos empleando el diagrama de Ishikawa, reconocido también igualmente como diagrama de espina de pescado o de causa y efecto. Este esquema nos ayuda a visualizar de manera estructurada y detallada las diversas causas potenciales que podrían estar afectando el rendimiento de la producción y la eficiencia de los equipos. A continuación, se presenta el análisis realizado con el diagrama de Ishikawa. Ahora procederemos a utilizar herramientas de calidad para encontrar la solución óptima al problema.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa



Se empleará para una mejor comprensión del análisis, se utilizará el diagrama Pareto, lo que requiere una matriz de correlación. Esta matriz se constituye asignando valores que indican la relación entre los diferentes elementos analizados: 0 para indicar que no hay relación, 1 para una relación débil, 3 para una relación media y 5 para una relación fuerte.

Tabla 2. Matriz de correlación.

Causas que originan la baja productividad		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	Correlación
1	Falta de orden y limpieza	C1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
2	Falta de análisis de procesos	C2	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	7
3	No están definidos los trabajos según su prioridad	C3	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	8
4	Deficiencia del personal de turno	C4	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	11
5	Personal sin experiencia	C5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	13
6	Falta de capacitación a personal	C6	1	3	1	3	3	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	17
7	Deficiencia en almacenamiento	C7	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	9
8	Los proveedores no cumplen con los entregables	C8	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	7
9	Maquinas con fallas frecuentes	C9	5	1	1	5	3	5	3	1	5	5	5	1	1	1	3	45
10	Deficiencia en área de mantenimiento	C10	3	1	1	5	3	5	1	1	5	5	3	1	1	1	5	41
11	Bajo rendimiento de las maquinas	C11	3	5	3	3	3	5	1	1	5	3	3	1	3	3	3	45
12	Áreas de trabajo sin coordinación	C12	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	6
13	Mala disposición de residuos	C13	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	12
14	Malos calibradores	C14	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	10
15	Controles no específicos	C15	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	9
16	Objetivo de mantenimiento no cumplidos	C16	1	3	1	5	3	5	1	1	3	5	3	1	1	1	1	35

Fuente. Elaboración propia.

Esta tabla muestra los factores que están más estrechamente relacionados con el problema, que incluyen el bajo desempeño y las frecuentes averías de las

maquinas, las deficiencias en el departamento de mantenimiento y la falta de cumplimiento de los objetivos de mantenimiento.

Tabla 3. Ponderación total

Causas que originan la baja productividad	Puntaje de correlación	Frecuencia	Ponderación total
Falta de orden y limpieza	6	1	6
Falta de análisis de procesos	7	3	21
No están definidos los trabajos según su prioridad	8	1	8
Deficiencia del personal de turno	11	1	11
Personal sin experiencia	13	1	13
Falta de capacitación a personal	17	1	17
Deficiencia en almacenamiento	9	1	9
Los proveedores no cumplen con los entregables	7	1	7
Maquinas con fallas frecuentes	45	5	225
Deficiencia en área de mantenimiento	41	5	205
Bajo rendimiento de las maquinas	45	5	225
Áreas de trabajo sin coordinación	6	1	6
Mala disposición de residuos	12	1	12
Malos calibradores	10	1	10
Controles no específicos	9	1	9
Objetivo de mantenimiento no cumplidos	35	5	175

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 03 se muestran los resultados utilizando una escala de 1 para baja frecuencia, 3 para frecuencia media y 5 para alta frecuencia. Estos números se multiplican por el coeficiente de correlación para calcular la ponderación total.

Tabla 4. Tabulación de Datos

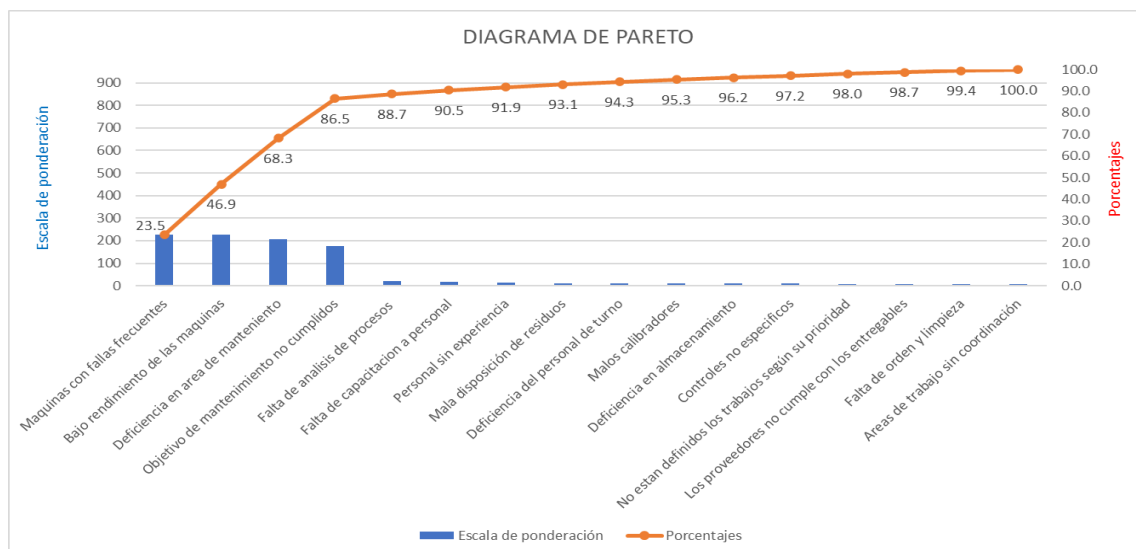
Causas que originan la baja productividad	Escala de ponderación	%	Acumulado	%
Maquinas con fallas frecuentes	225	23.5	225	23.5
Bajo rendimiento de las maquinas	225	23.5	450	46.9

Deficiencia en área de mantenimiento	205	21.4	655	68.3
Objetivo de mantenimiento no cumplidos	175	18.2	830	86.5
Falta de análisis de procesos	21	2.2	851	88.7
Falta de capacitación a personal	17	1.8	868	90.5
Personal sin experiencia	13	1.4	881	91.9
Mala disposición de residuos	12	1.3	893	93.1
Deficiencia del personal de turno	11	1.1	904	94.3
Malos calibradores	10	1.0	914	95.3
Deficiencia en almacenamiento	9	0.9	923	96.2
Controles no específicos	9	0.9	932	97.2
No están definidos los trabajos según su prioridad	8	0.8	940	98.0
Los proveedores no cumplen con los entregables	7	0.7	947	98.7
Falta de orden y limpieza	6	0.6	953	99.4
Áreas de trabajo sin coordinación	6	0.6	959	100.0
Total	959			

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la escala de ponderación, junto con el porcentaje correspondiente a cada resultado.

Figura 3. Diagrama de Pareto



Fuente. Elaboración propia.

En la Figura 3 se presenta el gráfico de Pareto, destacando los problemas principales que afectan la productividad.

Tabla 5. Estratificación de causas por áreas.

Causas que originan la baja productividad	Escala de ponderación	Areas	Puntuación
Maquinas con fallas frecuentes	225	MANTENIMIENTO	839
Bajo rendimiento de las maquinas	225		
Deficiencia en área de mantenimiento	205		
Objetivo de mantenimiento no cumplidos	175		
Controles no específicos	9		
Falta de capacitación a personal	17	GESTIÓN	62
Personal sin experiencia	13		
Malos calibradores	10		
Deficiencia en almacenamiento	9		
Los proveedores no cumplen con los entregables	7		
Áreas de trabajo sin coordinación	6		
Falta de análisis de procesos	21	PROCESOS	58
Mala disposición de residuos	12		
Deficiencia del personal de turno	11		
No están definidos los trabajos según su prioridad	8		
Falta de orden y limpieza	6		

Fuente. Elaboración propia.

La Tabla 5 se agrupa las causas prioritarias que influyen la baja productividad. Se destaca que el departamento de mantenimiento obtiene la puntuación más alta entre ellas.

Tabla 6. Matriz de priorización de causas a resolver.

Consolidación de causas por áreas	Materiales	Mano de obra	Método	Maquinaria	Medio Ambiente	Medición	Nivel de criticidad	Total, del problema	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	Alto	0	0.0	5		1	TPM
Gestión	16	0	6	0	0	10	Medio	32	74.4	1		2	Mejora continua
Procesos	0	11	0	0	0	0	Bajo	11	25.6	1		3	
Total, de problemas	16	11	6	0	0	10		43	100.0				

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 6 se desglosa las causas identificadas en cada una de las áreas: mantenimiento, gestión y procesos. Se ha decidido aplicar la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) en una empresa agroindustrial para mejorarla eficiencia.

Objetivo general: Aplicar el TPM para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa agroindustrial.

Tabla 7. Prueba de normalidad.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia	,809	24	,000
Eficacia	,828	24	,001
Productividad	,809	24	,000

Los resultados obtenidos cuando se realizó la evaluación de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro-Wilk, los resultados muestran que las variables de eficiencia, eficacia y productividad en la investigación no siguen una distribución normal, como se evidencia por los valores significativos de $p < 0.05$. Estas variables fueron medidas utilizando tiempos y unidades producidas como indicadores, lo que indica que los datos no se distribuyen de manera normal y pueden requerir métodos estadísticos alternativos para su análisis adecuado.

Tabla 8. Rangos de eficiencia

	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficiencia	Antes de la implementación	12	6,50	78,00
	Después de la implementación	12	18,50	222,00
	Total	24		

Los datos de la tabla 8 muestran los rangos de eficiencia tanto antes como después de la implementación del TPM. Antes de la implementación, el grupo tenía un promedio de rango de 6.50, con una suma total de rangos de 78. Después de la implementación, el promedio de rango aumentó

significativamente a 18.50, con una suma total de rangos de 222. Estos datos indican una mejora en la eficiencia después de aplicar el TPM en la sección de producción de la empresa agroindustrial.

Tabla 9. Estadístico para eficiencia

	Eficiencia
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	78,000
Z	-4,172
Sig. asintótica(bilateral)	,000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b

a. Variable de agrupación: Grupos

b. No corregido para empates.

Los resultados estadísticos para la eficiencia muestran que la prueba U de Mann-Whitney revela un valor de ,000, lo que señala una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos examinados. El valor de W de Wilcoxon es de 78.000, y el valor de Z es -4.172. Tanto el valor de p asintótico como el valor de p exacto son significativos (,000 en ambos casos). Estos hallazgos demuestran una disparidad significativa en el rendimiento antes y después de la implementación del TPM en la sección de producción de la empresa agroindustrial

Tabla 10. Rangos de eficacia.

	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficacia	Antes de la implementación	12	6,50	78,00
	Después de la implementación	12	18,50	222,00
	Total	24		

En la Tabla 10 se muestran los rangos de efectividad antes y después de la aplicación del TPM. Antes de la implementación, el grupo presentaba un rango promedio de 6.50 y una suma total de 78 en los rangos. Después de la implementación, el rango promedio aumentó a 18.50 y la suma de rangos aumentó significativamente a 222. Estos resultados indican un cambio positivo en la eficacia tras la aplicación del TPM en la sección de producción de la empresa agroindustrial.

Tabla 11. Estadístico para eficacia

	Eficacia
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	78,000
Z	-4,165
Sig. asintótica(bilateral)	,000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b

a. Variable de agrupación: Grupos

b. No corregido para empates.

En la tabla 11, se presentan los resultados estadísticos para la efectividad. El valor de U de Mann-Whitney es 0.000, lo que indica una diferencia significativa entre los grupos antes y después de la implementación del TPM. El valor de W de Wilcoxon es 78.000. Además, el valor de Z es -4.165, con una significancia asintótica (bilateral) de 0.000. Estos hallazgos sugieren una mejora considerable en la efectividad tras la aplicación del TPM en la sección de producción de la empresa agroindustrial

Tabla 12. Rangos para productividad.

	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Productividad	Antes de la implementación	12	6,50	78,00
	Después de la implementación	12	18,50	222,00
	Total	24		

En la tabla 12, se presentan los rangos de productividad antes y después de la implementación del TPM. Antes de la implementación, el grupo mostraba un rango promedio de 6.50 y una suma total de rangos de 78. Después de la implementación, el rango promedio aumentó a 18.50 y la suma total de rangos aumentó a 222.00. Estos resultados indican un incremento significativo en la productividad después de la implementación del TPM en el área de producción de la empresa agroindustrial.

Tabla 13. Estadístico para productividad.

	Productividad
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	78,000
Z	-4,161
Sig. asintótica(bilateral)	,000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b

a. Variable de agrupación: Grupos

b. No corregido para empates.

En la tabla 13, se presentan los resultados estadísticos sobre la productividad. El valor de U de Mann-Whitney es 0.000, lo cual señala una diferencia significativa en la productividad antes y después de aplicar el TPM.

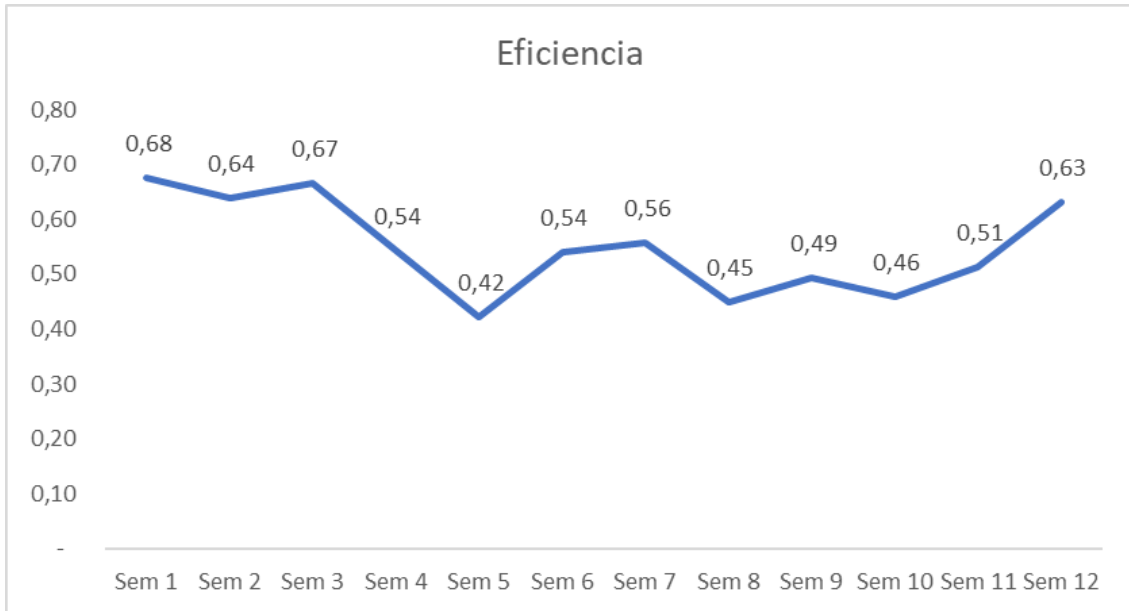
El estadístico Z es -4.161, con un valor de significancia bilateral de 0.000, lo que confirma la significancia de la diferencia observada. Estos resultados destacan que la implementación del TPM ha tenido un impacto positivo en la productividad del área de producción en la empresa agroindustrial.

1.1 Realizar un diagnóstico con la finalidad de obtener una visión actualizada del área de producción en la empresa

Tabla 14. Eficiencia_pre.

	Tiempo utilizado (min)	Tiempo programado (min)	Eficiencia
Sem 1	1949	2880	67.7%
Sem 2	1841	2880	63.9%
Sem 3	1921	2880	66.7%
Sem 4	1567	2880	54.4%
Sem 5	1213	2880	42.1%
Sem 6	1554	2880	54.0%
Sem 7	1609	2880	55.9%
Sem 8	1291	2880	44.8%
Sem 9	1425	2880	49.5%
Sem 10	1321	2880	45.9%
Sem 11	1480	2880	51.4%
Sem 12	1821	2880	63.2%
		Promedio	55.0%

Figura 4. Eficiencia_pre



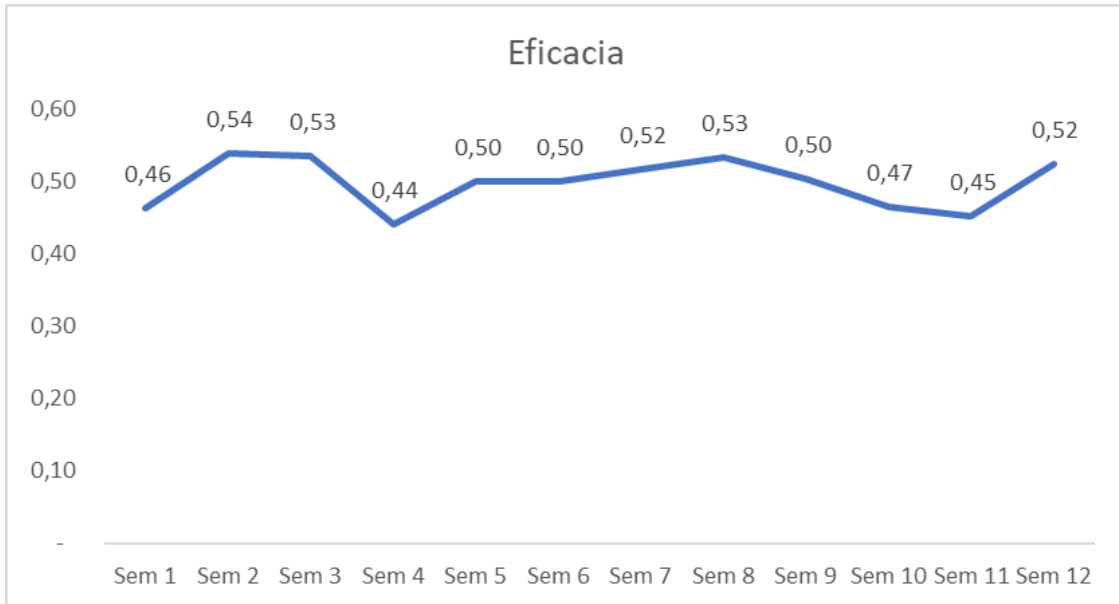
En la tabla 14 y figura 04, se muestran los datos de eficiencia para cada semana durante un período de 12 semanas. La eficiencia se calcula como el tiempo utilizado dividido por el tiempo programado, expresado como porcentaje. Se observa que la eficiencia varía entre 42.1% y 67.7% a lo largo del período. El promedio de eficiencia durante las 12 semanas es del 55.0%. Estos datos indican que hubo fluctuaciones en la eficiencia a lo largo del tiempo, con algunas semanas mostrando una eficiencia más baja que otras.

Tabla 15. Eficacia_pre.

	Unidades programadas	Unidades producidas	Eficacia
Sem 1	83443	180000	46.4%
Sem 2	97092	180000	53.9%
Sem 3	96296	180000	53.5%
Sem 4	79348	180000	44.1%
Sem 5	89855	180000	49.9%
Sem 6	90076	180000	50.0%
Sem 7	93042	180000	51.7%
Sem 8	96073	180000	53.4%

Sem 9	90473	180000	50.3%
Sem 10	83749	180000	46.5%
Sem 11	81318	180000	45.2%
Sem 12	94253	180000	52.4%
Promedio			49.8%

Figura 5. Eficacia_pre



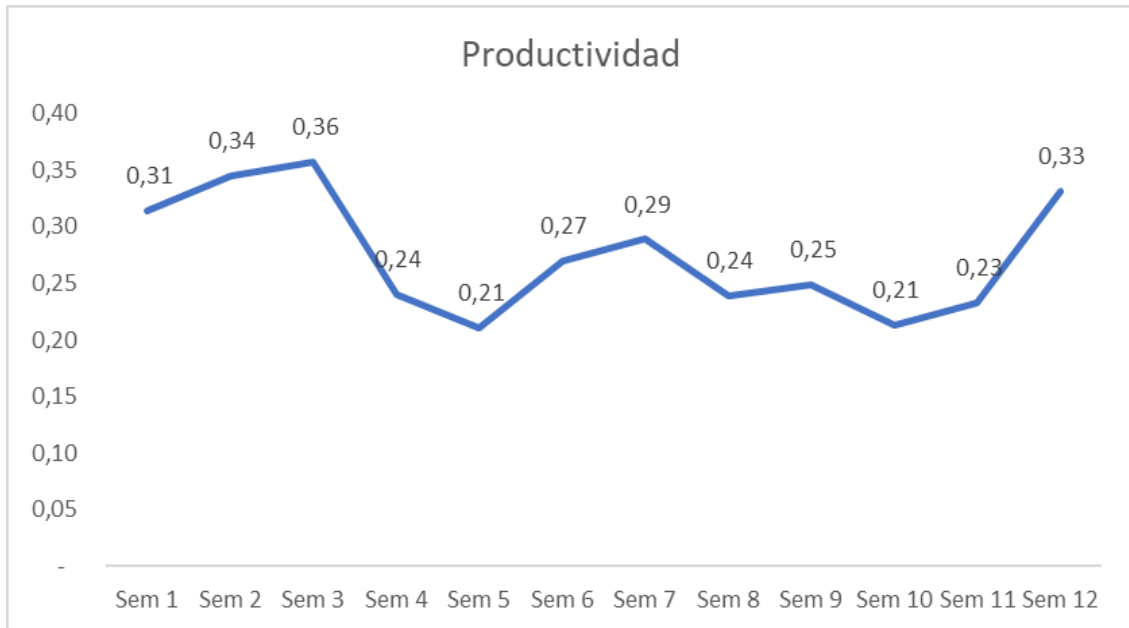
La tabla 15 presenta los datos de eficacia antes de la implementación de ciertas medidas o cambios, incluyendo el número de unidades programadas y producidas para cada semana durante un período de 12 semanas, junto con la eficacia, expresada como un porcentaje. El promedio de eficacia durante estas 12 semanas es del 49.8%.

Tabla 16. Productividad_pre.

	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Sem 1	67.7%	46.4%	31.4%
Sem 2	63.9%	53.9%	34.5%
Sem 3	66.7%	53.5%	35.7%
Sem 4	54.4%	44.1%	24.0%
Sem 5	42.1%	49.9%	21.0%
Sem 6	54.0%	50.0%	27.0%
Sem 7	55.9%	51.7%	28.9%
Sem 8	44.8%	53.4%	23.9%
Sem 9	49.5%	50.3%	24.9%
Sem 10	45.9%	46.5%	21.3%
Sem 11	51.4%	45.2%	23.2%

Sem 12	63.2%	52.4%	33.1%
Promedio	55.0%	49.8%	27.4%

Figura 6. Productividad_pre



La tabla 16, presenta los datos de eficiencia, efectividad y productividad antes de la implementación de ciertas medidas o cambios. Se presenta el porcentaje de eficiencia, eficacia y productividad para cada semana durante un período de 12 semanas. El promedio de estos valores durante las 12 semanas se indica al final de cada columna.

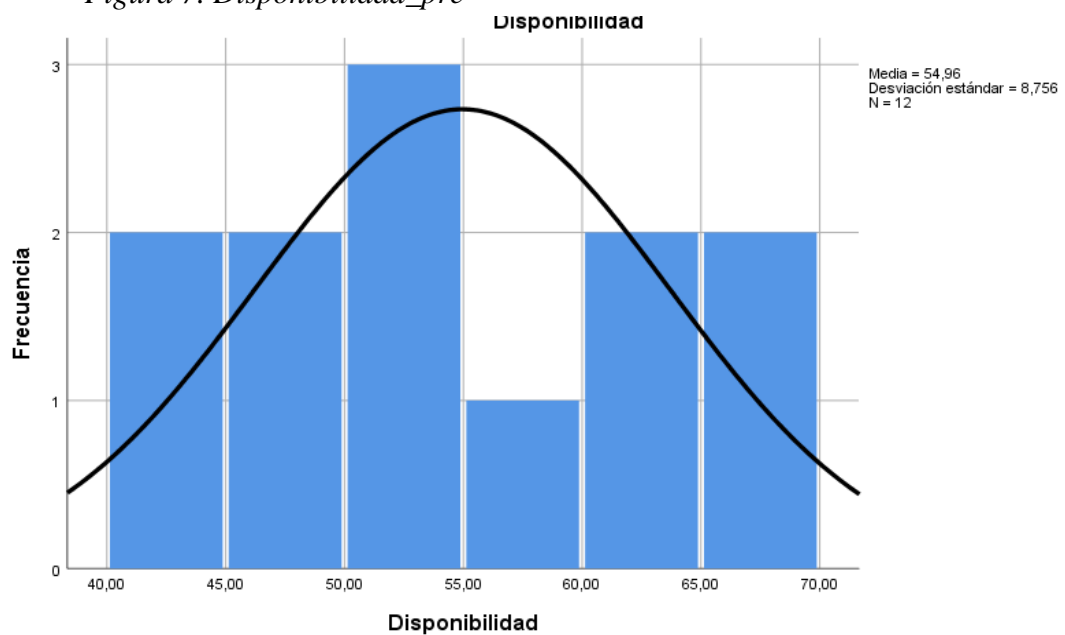
Tabla 17. Variable independiente_pre.

REPORTE DE OCURRENCIAS							
MAQUINA LLENADORA DE BOLSAS							
Semanas	Tiempos disponibles (minutos)	Tiempo real (minutos)	Nro. de averías	Confiabilidad	Tiempo de averías	Mantenibilidad	Disponibilidad (%)
Sem 1	2880.0	1949.0	3	649.7	931	310.3	67.7
Sem 2	2880.0	1841.0	4	460.3	1039	259.8	63.9
Sem 3	2880.0	1921.0	3	640.3	959	319.7	66.7
Sem 4	2880.0	1567.0	3	522.3	1313	437.7	54.4
Sem 5	2880.0	1213.0	2	606.5	1667	833.5	42.1
Sem 6	2880.0	1554.0	2	777.0	1326	663.0	54.0

Sem 7	2880.0	1609.0	3	536.3	1271	423.7	55.9
Sem 8	2880.0	1291.0	2	645.5	1589	794.5	44.8
Sem 9	2880.0	1425.0	3	475.0	1455	485.0	49.5
Sem 10	2880.0	1321.0	3	440.3	1559	519.7	45.9
Sem 11	2880.0	1480.0	3	493.3	1400	466.7	51.4
Sem 12	2880.0	1821.0	4	455.3	1059	264.8	63.2
Total	34560	18992	35	6701.8	15568	5778.2	55.0

Fuente. Elaboración propia.

Figura 7. Disponibilidad_pre



Como se puede observar en la tabla 17, se presentan las frecuencias de la variable independiente de las 12 primeras semanas teniendo un 55% de disponibilidad de la maquina llenadora de bolsas debido a constantes fallas generalmente por no tener un mantenimiento establecido.

Tabla 18. Variables_pre.

	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. Desviación
Confiabilidad	440.30	777.00	6701.80	558.4833	104.40969
Disponibilidad	42.10	67.70	659.50	54.9583	8.75551
Mantenibilidad	259.80	833.50	5778.40	481.5333	193.85175

Como podemos apreciar en la tabla 17, Es el resumen de nuestras 3 dimensiones de nuestra variable independiente, siendo muy alarmante el porcentaje de disponibilidad que tenemos como mayor rango de disponibilidad tan solo un 67.7% y como un rango más bajo un 42.1%.

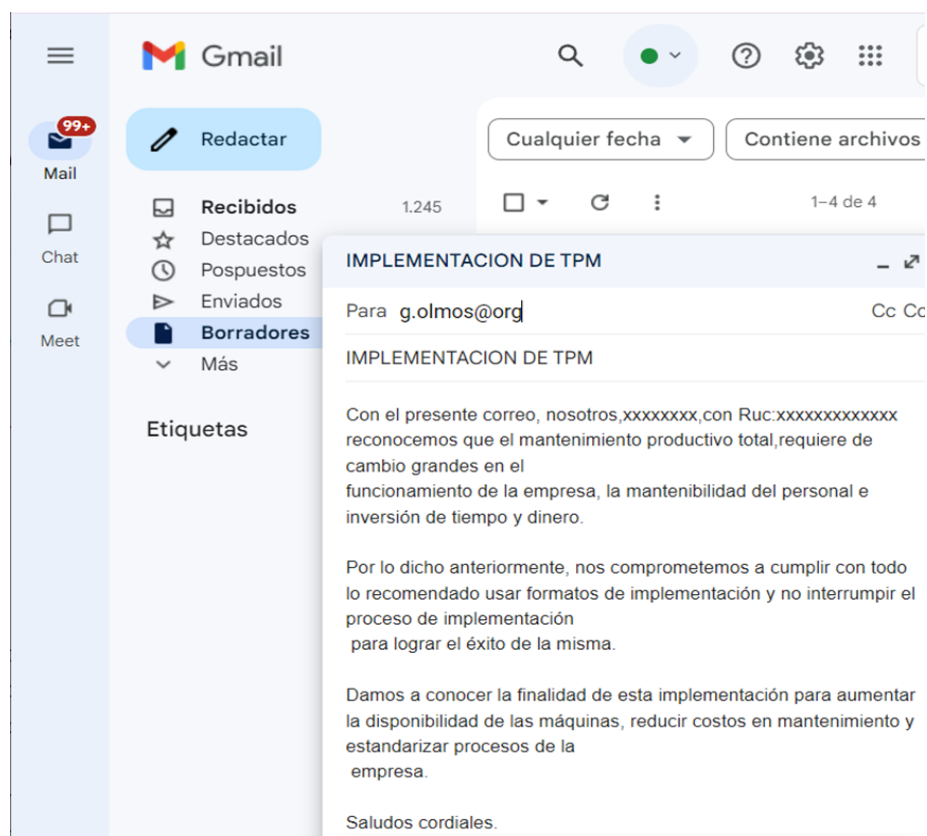
1.2 Aplicación de la mejora.

A continuación, procederemos con la elaboración del plan para implementar el Mantenimiento Productivo Total.

Paso 1. Determinación por parte de la gerencia.

Tras la reunión con la dirección, donde se abordaron los retos empresariales y los objetivos a corto y largo plazo de la iniciativa, se obtuvo el compromiso necesario para iniciar el proyecto

Figura 8. Correo de compromiso para la implementación de TPM



Nota La imagen ha sido alterada para proteger la confidencialidad de la empresa y ocultar información sensible, dado que este documento no está disponible al público en general. Elaboración propia - Implementación del TPM.

La implementación del TPM se realizará progresivamente, buscando una transformación progresiva que resulte en beneficios económicos, organizativos y productivos. Esta implementación se plantea con una visión a futuro, anticipando que los cambios se traducirán a lo largo del tiempo en mejoras sostenibles y significativas en la eficiencia y la calidad operativa en la empresa.

Paso 2. Comunicar sobre la aplicación del TPM.

Una vez que la compañía ha decidido implementar el Mantenimiento Productivo Total en los departamentos de producción y mantenimiento, se informa a los empleados correspondientes de dichas áreas. Se organizó una reunión general para informar sobre la importancia de introducir estas herramientas, y se detallan los puntos esenciales que los colaboradores deben comprender.

Figura 9. Reunión de comunicado de TPM



La Figura 9 muestra a un grupo de colaboradores reunidos para presentar la implementación del TPM en la empresa y sus principales objetivos.

Paso 3. Comienzo formal del TPM.

En esta fase, la incorporación del TPM al proceso, implica la participación de todos los colaboradores, desde los niveles más altos hasta los más bajos de la jerarquía dentro de la empresa, se congregan para comprender la relevancia

del nuevo enfoque de trabajo. Con este propósito, se realizará una presentación donde se explicarán los conceptos, principios y aplicaciones del TPM se presentarán, junto con una evaluación del estado actual de la empresa y las metas previstas tras su ejecución de la implementación.

Figura 10. Comienzo formal del TPM

The document is a meeting record for the formal start of TPM. It includes the following details:

- TEMA:** Comienzo Formal TPM.
- FECHA:** 13/07/24
- EXPOSITOR:** Jorge A. / J.M.S.P.
- FECHA INICIO:** 09:42
- FECHA FIN:** 10:00

Below the header is a table with columns: N° (numbered 1-6), APELLIDOS Y NOMBRES (names), CARGO (role), FIRMA (signature), and EVALUACIÓN (evaluation). The table lists participants and their assigned areas of responsibility:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	FIRMA	EVALUACIÓN	F	M
1	López Amador David	A.O.P	[Signature]			
2	Moreno Alvarado Carlos	A.O.	[Signature]			
3	Tirso Ballesteros Miguel	A.O.P	[Signature]			
4	Pedraza Pablo Esteban	A.O.P	[Signature]			
5	Zabalza Yajaira Lucía	A.P	[Signature]			
6	Díaz Latorre Gustavo	A.P	[Signature]			

Below this table is another table with columns: N° (numbered 1-6), APELLIDOS Y NOMBRES (names), CARGO (role), FIRMA (signature), and EVALUACIÓN (evaluation). This table lists participants and their assigned areas of responsibility:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	FIRMA	EVALUACIÓN	F	M
1	Huanón Stefanuana Fidel	Ar. Calidad	[Signature]			
2	Santisteban Santisteban Wilfredo	A. Calidad	[Signature]			
3	Moreno Sánchez Wilson	A. Psicología	[Signature]			
4	Cervera Sibaja Ebrinda	A. Calidad	[Signature]			
5	Wendy Lucía Chávez	Ar. Calidad	[Signature]			
6	Pedraza Pablo Esteban	Análisis de Calidad	[Signature]			

Nota: En las imágenes anteriores se encuentra parte del registro de participantes en a los cuales se les dio a conocer el comienzo del TPM y hacia a donde queríamos llegar con esta implementación, se muestran fotografías tomadas y editadas para ocultar parte sensible y mantener confidencialidad de la empresa.

Paso 4. Establecer una organización con el propósito de fomentar la implementación y difusión del TPM

Después de recibir la información se han establecido los pasos a seguir para la implementación, distribuyendo responsabilidades y designando supervisores para controlar la aplicación del TPM en sus respectivas áreas.

Tabla 19 Asignación de responsabilidades

	IMPLEMENTACIÓN DEL TPM	CODIGO:
	ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES	VERSION:

CARGO	RESPONSABILIDAD	CONTROL
Gerente	Aprobación de la implementación Seguimiento de resultados	Análisis de resultados
Asistente administrativo	Seguimiento y control de formatos asignados Control del cumplimiento de formatos del personal a cargo	Evaluación de desempeño
Jefe de producción	Seguimiento al proyecto Propuesta de mejora y análisis de resultados	Evaluación de desempeño
Operarios	Cumplir con los formatos a implementar Cumplir con los nuevos estándares Propuestas de mejora	Check list de actividades

Nota: Lo siguiente es un ejemplo de las responsabilidades asignadas y los formatos de control específicos para la implementación del TPM.

Paso 5. Formación y capacitación.

Es crucial que los trabajadores de los sectores de producción, mantenimiento y sectores relacionados adquieran conocimientos sobre el mantenimiento de la máquina LLENADORA DE BOLSAS. Esto les permitirá comprender y desempeñar eficazmente las responsabilidades dentro del área de mantenimiento. Por lo tanto, esta fase se enfoca en mejorar la administración del equipo de trabajo, para optimizar el mantenimiento regular y cumplir con las demandas del servicio en la empresa agroindustrial Olmos 2024. En esta etapa, el personal pertinente recibirá capacitación y estará supervisado por un ingeniero mecánico especializado en mantenimiento. En este caso el coordinador de máquinas de la empresa Y el investigador Quevedo Montejo Jorge Luis.

Características del programa de formación:

La estrategia de capacitación se enfocará en resolver los problemas fundamentales de la empresa, Con el propósito de mejorar el conocimiento, las habilidades y las aptitudes de los colaboradores.

La participación voluntaria de los trabajadores será un factor determinante para alcanzar los objetivos del programa de formación. Es esencial que el equipo demuestre interés y disposición para aprender, lo que contribuirá a mejorar su productividad.

La capacitación del personal debe ser continua y de largo alcance, garantizando así que la empresa pueda mantener su crecimiento de manera sostenida.

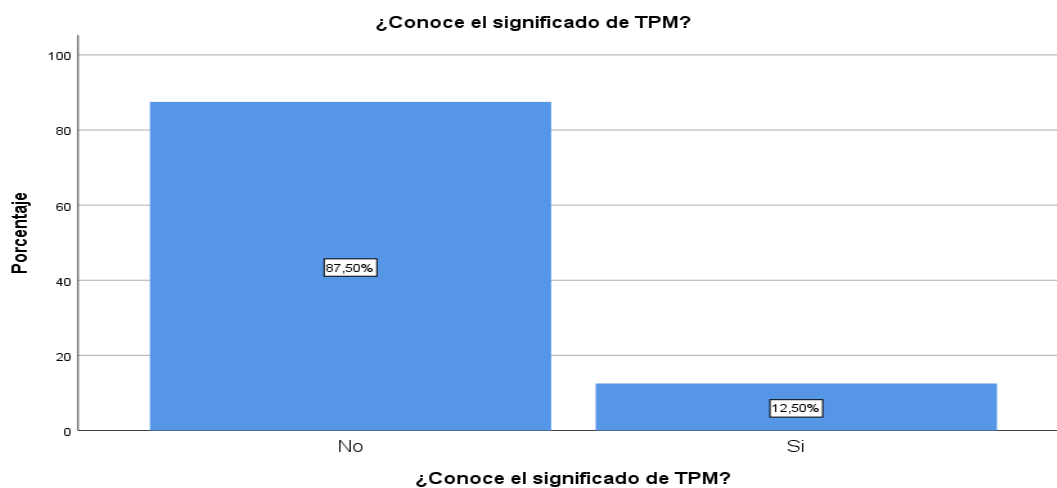
Aplicación de encuesta.

En este estudio, se empleó una encuesta para evaluar el entendimiento de los operarios del área de producción acerca de la filosofía del TPM, así como su conocimiento sobre el mantenimiento de la máquina en estudio y las herramientas pertinentes a utilizar.

Tabla 20. ¿Conoce el significado de TPM?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	14	87,5	87,5	87,5
	Si	2	12,5	12,5	100,0
Total		16	100,0	100,0	

Figura 11 ¿Conoce el significado de TPM?

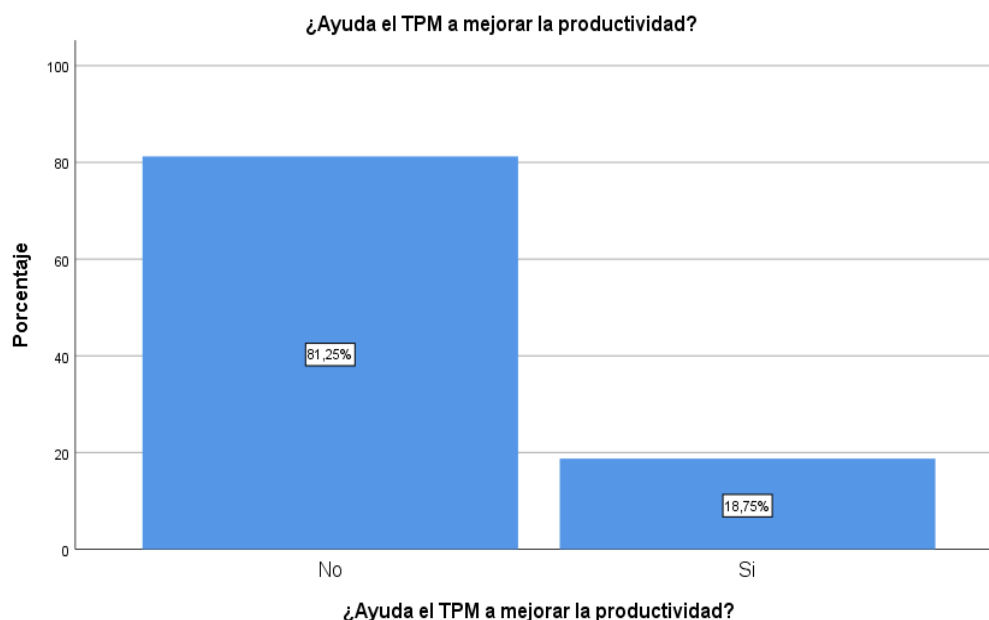


La tabla 20, muestra la frecuencia de respuestas sobre si los participantes conocen el significado de TPM (Total Productive Maintenance). De un total de 16 respuestas válidas, el 87.5% indicaron que no conocen el significado de TPM, mientras que el 12.5% afirmaron conocerlo. No hay respuestas inválidas.

Tabla 21. ¿Ayuda el TPM a mejorar la productividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	13	81,3	81,3	81,3
	Si	3	18,8	18,8	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

Figura 12 ¿Ayuda el TPM a mejorar la productividad?

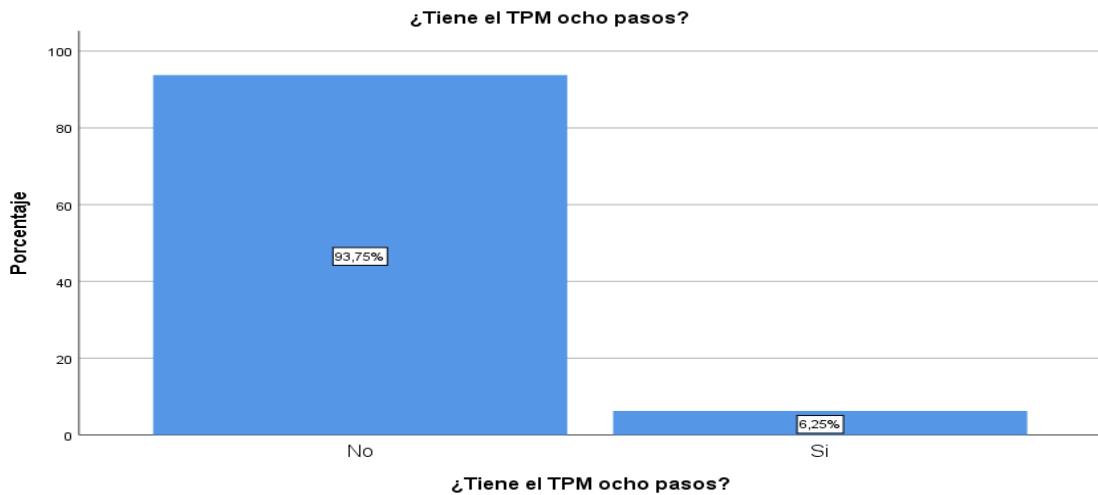


De acuerdo con los datos presentados en la tabla 21, el 81.3% de los participantes indicaron que el TPM ayuda a mejorar la productividad, mientras que el 18.8% expresaron que no están seguros o no creen que el TPM contribuya a mejorarla.

Tabla 22. ¿Tiene el TPM ocho pasos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	15	93,8	93,8	93,8
	Si	1	6,3	6,3	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

Figura 13. ¿Tiene el TPM ocho pasos?

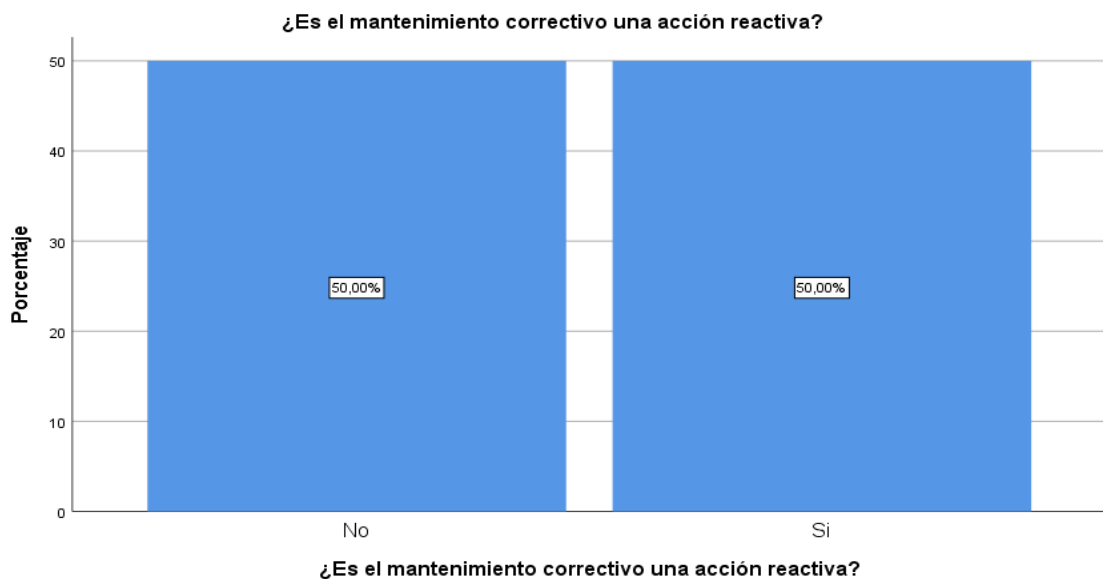


Según los datos presentados en la tabla 22, el 6.3% de los encuestados indicaron que el TPM tiene ocho pasos, mientras que el 93.8% restante respondió que no.

Tabla 23. ¿Es el mantenimiento correctivo una acción reactiva?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	8	50,0	50,0	50,0
	Si	8	50,0	50,0	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

Figura 14. ¿Es el mantenimiento correctivo una acción reactiva?



Según los datos presentados en la tabla 23, el 50% de los encuestados

respondió que el mantenimiento correctivo es una acción reactiva, mientras que otro 50% indicó que no lo es.

Tabla 24. ¿Es el mantenimiento preventivo programado regularmente?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	16	100,0	100,0	100,0

Figura 15. ¿Es el mantenimiento preventivo programado regularmente?

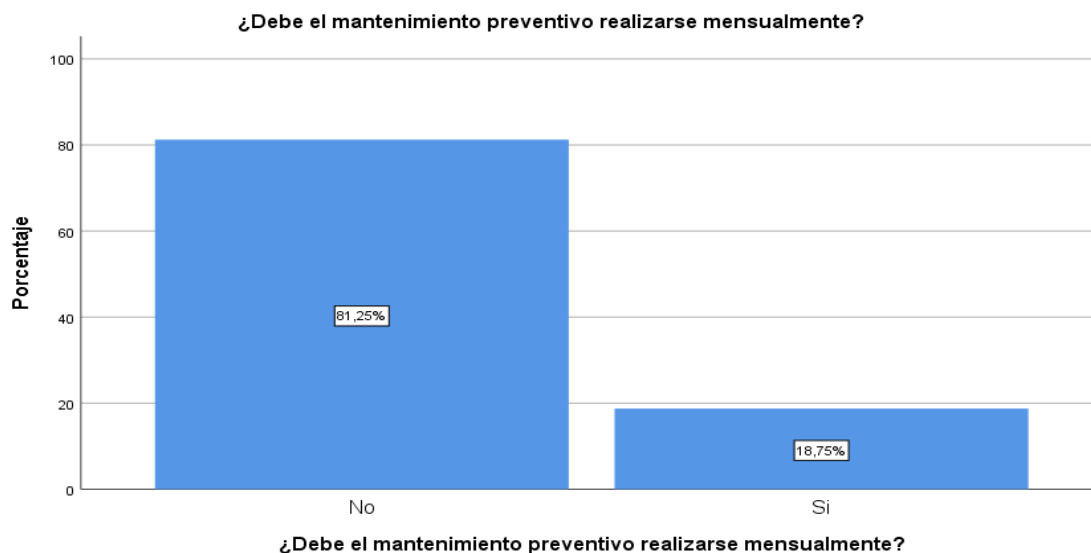


Todos los encuestados respondieron que el mantenimiento preventivo se programa regularmente.

Tabla 25. ¿Debe el mantenimiento preventivo realizarse mensualmente?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	13	81,3	81,3	81,3
	Si	3	18,8	18,8	100,0
Total		16	100,0	100,0	

Figura 16. ¿Debe el mantenimiento preventivo realizarse mensualmente?

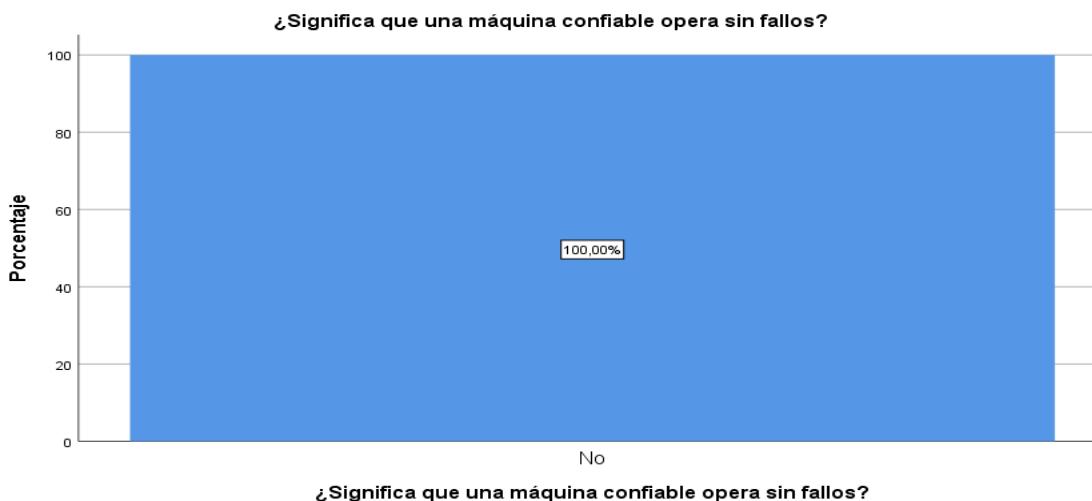


El 81.3% de los encuestados respondió que el mantenimiento preventivo no debe realizarse mensualmente, mientras que el 18.8% indicó que sí debería hacerse mensualmente.

Tabla 26. ¿Significa que una máquina confiable opera sin fallos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido No	16	100,0	100,0	100,0

Figura 17 ¿Significa que una máquina confiable opera sin fallos?

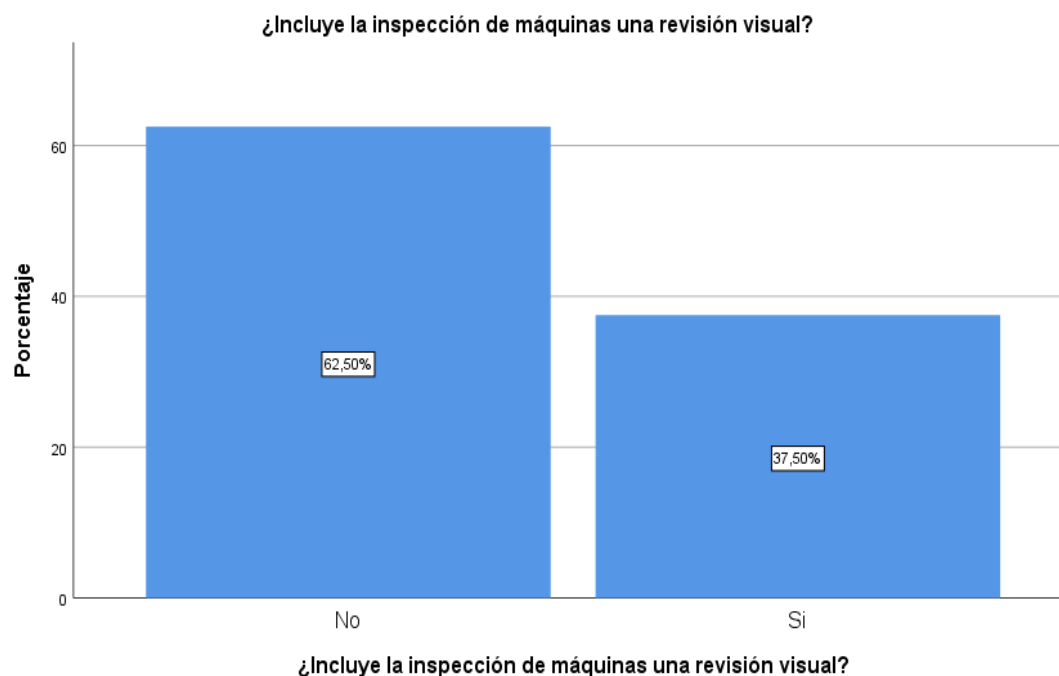


El 100% de los encuestados respondió que sí, significa que una máquina confiable opera sin fallos.

Tabla 27. ¿Incluye la inspección de máquinas una revisión visual?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	10	62,5	62,5	62,5
	Si	6	37,5	37,5	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

Figura 18. ¿Incluye la inspección de máquinas una revisión visual?

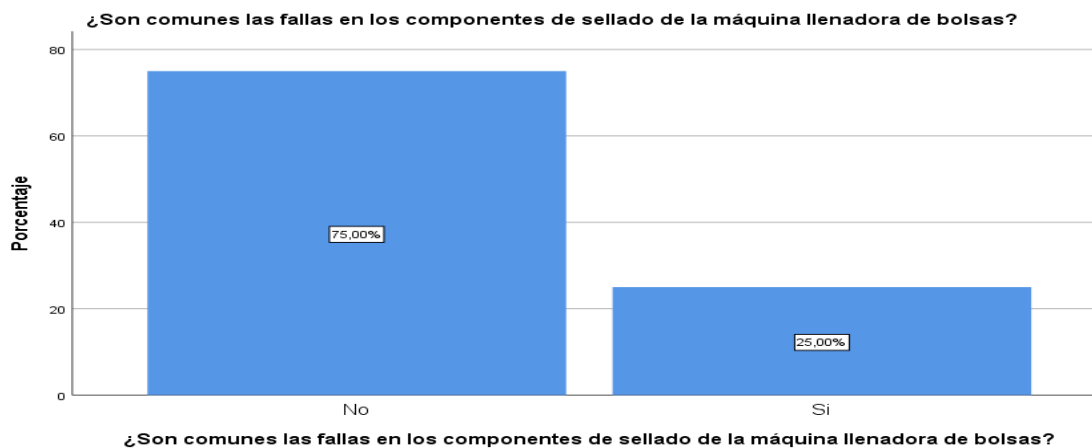


El 37.5% de los encuestados respondió que sí, la inspección de máquinas incluye una revisión visual.

Tabla 28. ¿Son comunes las fallas en los componentes de sellado de la máquina llenadora de bolsas?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	12	75,0	75,0	75,0
	Si	4	25,0	25,0	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

Figura 19. ¿Son comunes las fallas en los componentes de sellado de la máquina llenadora de bolsas?

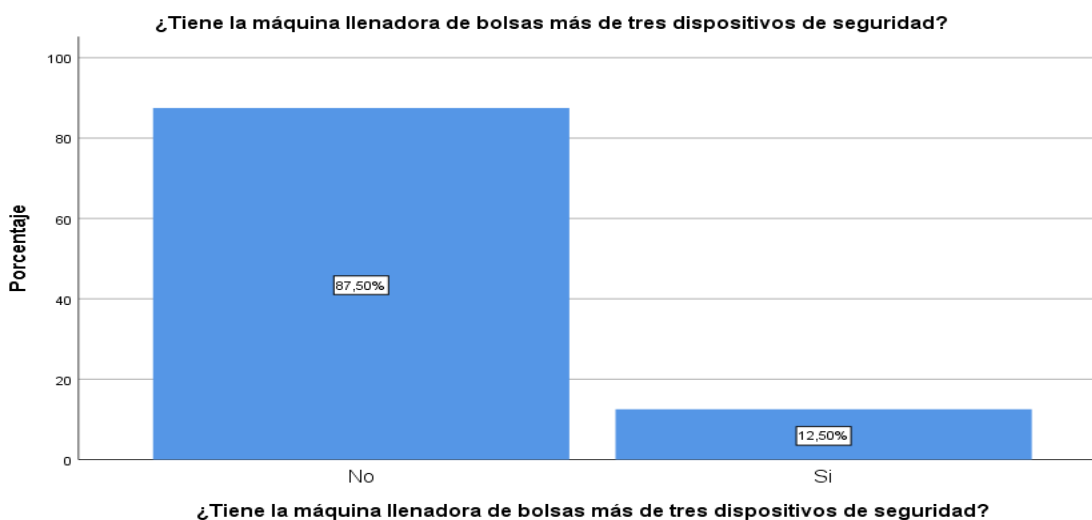


El 25.0% de los encuestados respondió que sí, son comunes las fallas en los componentes de sellado de la máquina llenadora de bolsas

Tabla 29. ¿Tiene la máquina llenadora de bolsas más de tres dispositivos de seguridad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	14	87,5	87,5	87,5
	Si	2	12,5	12,5	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

Figura 20. ¿Tiene la máquina llenadora de bolsas más de tres dispositivos de seguridad?



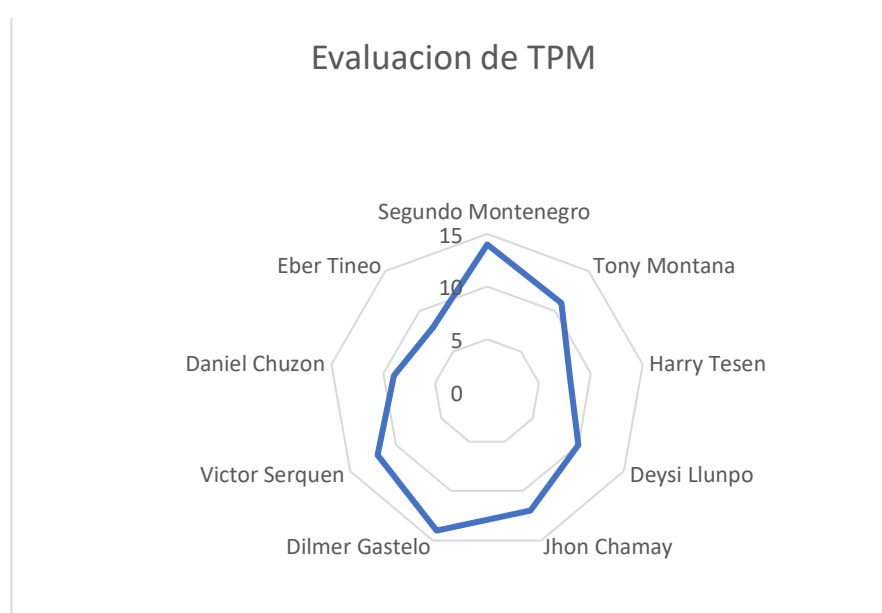
El 12.5% de los encuestados respondió que sí, la máquina llenadora de bolsas tiene más de tres dispositivos de seguridad.

Luego de revisar el informe de productividad de las 12 semanas anteriores (Tabla 16), se nota que la eficiencia en el sector de producción muestra un nivel de rendimiento del 27.4%.

Tabla 30. Datos de evaluación de TPM

Evaluación básica sobre conocimientos del TPM						
N°	Integrantes	Fecha	Modalidad	Tema	Expositor	Puntaje
1	Segundo Montenegro	16/02/2024	Presencial			14
2	Tony Montana	16/02/2024	Presencial			11
3	Harry Tesen	16/02/2024	Presencial			8
4	Deysi Llunpo	16/02/2024	Presencial	Evaluación		10
5	Iván Chamay	16/02/2024	Presencial	básica sobre		12
6	Dilmer Gástelo	16/02/2024	Presencial	conocimientos		14
7	Víctor Serquen	16/02/2024	Presencial	del TPM		12
8	Daniel Chuzón	16/02/2024	Presencial			9
9	Eber Tineo	16/02/2024	Presencial			8
10	Luis Diaz	16/02/2024	Presencial		X	
Promedio						11

Figura 21. Datos de evaluación de TPM.



En la tabla 30 y figura 21 lo que podemos observar es la evaluación inicial de los conocimientos sobre TPM realizada a los trabajadores del sector de

producción. Además, se detalla la puntuación obtenida por cada operario, conformando inicialmente los operarios del área de producción muestran un conocimiento limitado acerca de la filosofía TPM.

Figura 22. Evidencia de evaluación básica de TPM.

		Área de mantenimiento
N°	Preguntas	Respuesta
1	¿Qué es el TPM?	Mantenimiento Productivo total.
2	¿Cómo el TPM ayuda a mejorar la productividad?	Mantener los equipos en óptimas condiciones.
3	¿Cuántos pasos tiene el TPM?	6 Pasos.
4	¿Qué es el mantenimiento correctivo?	Se realiza el mantenimiento una vez dañado el equipo.
5	¿Qué es el mantenimiento preventivo?	Se realiza el mantenimiento antes de que ocurra una avería.
6	¿Qué tan frecuente se tiene que dar mantenimiento preventivo?	El personal que presta el servicio.
7	¿Qué significa que la máquina sea confiable?	que trabaje de los horas programadas.
8	¿Qué comprende la inspección de máquina?	Revisar las funciones del equipo y probar el equipo.
9	¿Cuáles son las fallas más frecuente de la máquina llenadora de bolsas?	Falla en la codificación. Falla en sellado vertical. Falla en despiñador.
10	¿Cuántos dispositivos de seguridad tiene la maquina llenadora de bolsas?	1 dispositivo.

Nivel de capacitación	Calificación
Malo	01-10
Bueno	11-14
Excelente	15-20

Tony Montana Rojas
[Firma]

Fuente: elaboración propia

En la Figura 22 se muestran las 10 preguntas del cuestionario dirigido a los trabajadores del área de producción, lo que indica que el personal tiene un entendimiento limitado sobre la filosofía TPM y los beneficios que su aplicación puede aportar.

Aplicación de 5S.

Se comenzó la implementación de las 5S como una medida inicial para mejorar el orden y la organización. Además, se establecieron estándares de limpieza y se realizó mantenimiento en todas las máquinas críticas. También se introdujo un formato estandarizado de control.

Figura 23. Aplicación de 5S.

Antes de la implementación de 5S.



Después de llevar a cabo la implementación de las 5S



Nota. En esta imagen se muestra parte del área y equipos Antes de la implementación de 5S.



Después de la implementación de las 5S



Nota: en esta parte se muestra de la limpieza de áreas y cambios de regias. Antes de la implementación de 5S



Después de la implementación de 5s



Nota: Observamos en esta imagen nuestro equipo en estudio la llenadora de bolsas.



Otros puntos que fueron considerados en las limpiezas como lo son paredes y estructuras.

Ejecución del Plan General de Capacitación y evaluación

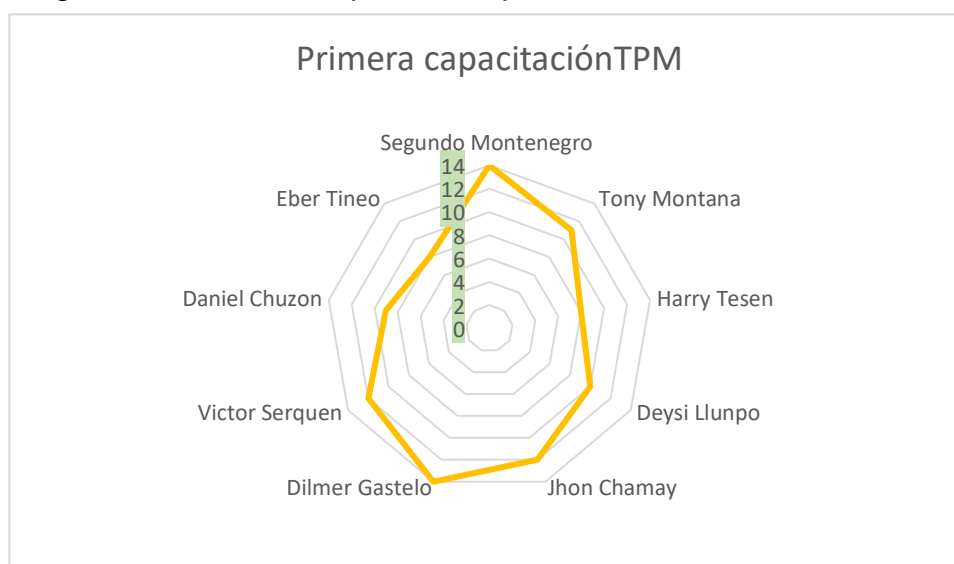
El entrenamiento sobre la filosofía del mantenimiento preventivo está dirigido a los empleados que tienen responsabilidades directas en el mantenimiento de las máquinas **Llenadora de Bolsas**.

Tabla 31. Datos de la primera capacitación de TPM

Primera capacitación del TPM						
N°	Integrantes	Fecha	Modalidad	Tema	Expositor	Puntaje
1	Segundo Montenegro	27/02/2024	presencial	Evaluación básica sobre conocimientos del TPM		15
2	Tony Montana	27/02/2024	presencial		14	
3	Harry Tesen	27/02/2024	Presencial		12	
4	Deysi Llunpo	27/02/2024	presencial		12	
5	Iván Chamay	27/02/2024	presencial		13	
6	Dilmer Gástelo	27/02/2024	presencial		14	
7	Víctor Serquen	27/02/2024	presencial		12	
8	Daniel Chuzón	27/02/2024	presencial		12	
9	Eber Tineo	27/02/2024	presencial		11	
10	Luis Díaz	27/02/2024	presencial			X
Promedio						13

Fuente. Elaboración propia.

Figura 24. Datos de la primera capacitación del TPM.



Fuente. Elaboración propia.

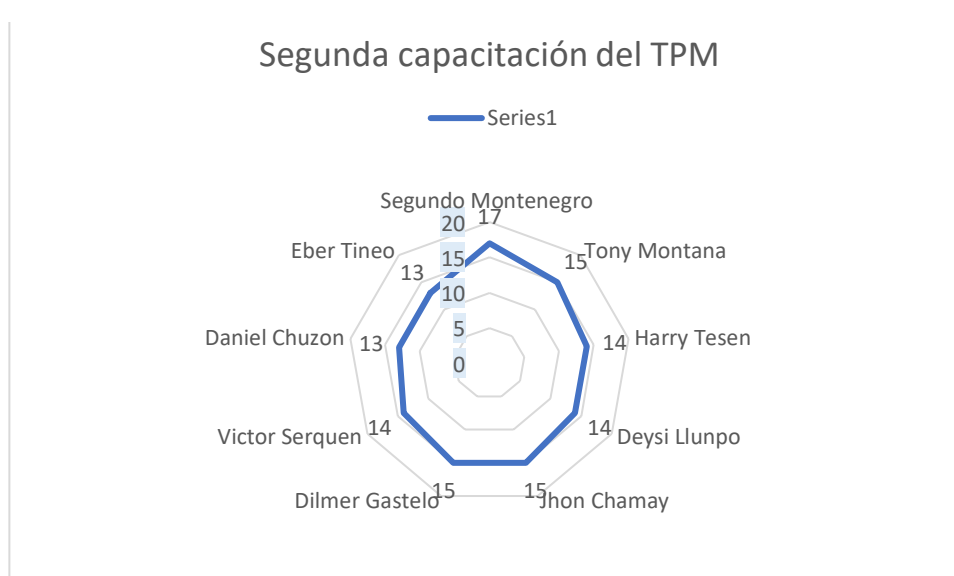
Durante la primera capacitación realizada sobre TPM en 2024 (tabla 30 y figura 24), Se impartió una sesión sobre "TPM en una empresa agroindustrial" dirigida a los trabajadores del área de producción. Esta sesión fue llevada a cabo mediante la aplicación de capacitaciones presenciales por el integrante de este proyecto de investigación. Posteriormente, se evaluó el aprendizaje de los participantes, obteniendo un puntaje promedio de 13, lo cual representa una mejora en comparación con la evaluación inicial de los operarios.

Tabla 32. Datos de la segunda capacitación de TPM

Evaluación básica sobre conocimientos del TPM					
N°	Integrantes	Fecha	Modalidad	Tema	Expositor Puntaje
1	Segundo Montenegro	11/03/2024	presencial		17
2	Tony Montana	11/03/2024	presencial		15
3	Harry Tesen	11/03/2024	presencial		14
4	Deysi Llungo	11/03/2024	presencial	Evaluación	14
5	Iván Chamay	11/03/2024	presencial	básica sobre	15
6	Dilmer Gástelo	11/03/2024	presencial	conocimientos	15
7	Víctor Serquen	11/03/2024	presencial	del TPM	14
8	Daniel Chuzón	11/03/2024	presencial		13
9	Eber Tineo	11/03/2024	presencial		13
10	Luis Diaz	11/03/2024	presencial		X
Promedio					14

Fuente. Elaboración propia.

Figura 25. Datos de la segunda capacitación del TPM.



Fuente. Elaboración propia.

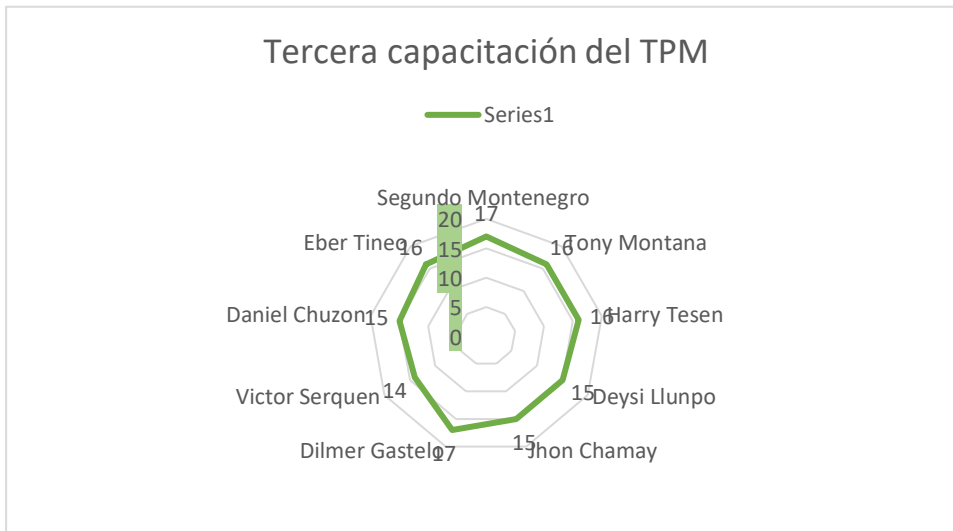
En la segunda sesión de formación sobre TPM 2024 (tabla 31 y figuras 25), se abordó el concepto de "TPM" con los trabajadores del sector de producción. Esta sesión se llevó a cabo a través de la plataforma Zoom, impartida por uno de los colaboradores de este proyecto de investigación. Después de la sesión, se realizaron evaluaciones de aprendizaje que arrojaron resultados positivos, con un promedio destacado y una puntuación de 14.

Tabla 33. Datos de la tercera capacitación del TPM

Evaluación básica sobre conocimientos del TPM						
N°	Integrantes	Fecha	Modalidad	Tema	Expositor	Puntaje
1	Segundo Montenegro	26/03/2024	Presencial			17
2	Tony Montana	26/03/2024	Presencial			16
3	Harry Tesen	26/03/2024	Presencial			16
4	Deysi Llunpo	26/03/2024	Presencial	Evaluación		15
5	Jhon Chamay	26/03/2024	Presencial	básica sobre		15
6	Dilmer Gástelo	26/03/2024	Presencial	conocimientos		17
7	Víctor Serquen	26/03/2024	Presencial	del TPM		14
8	Daniel Chuzón	26/03/2024	Presencial			15
9	Eber Tineo	26/03/2024	Presencial			16
10	Luis Diaz	26/03/2024	Presencial		X	
Promedio						16

Fuente. Elaboración propia.

Figura 26. Datos de la tercera capacitación del TPM.



Fuente. Elaboración propia.

En la tercera sesión de entrenamiento del programa TPM 2024 (detallada en la tabla 33 y figuras 26), se abordó el tema de los "Pilares de TPM" con los trabajadores de los sitios de producción. La capacitación se llevó a cabo a través de la plataforma Zoom, facilitada por dos miembros de este proyecto de investigación. Después de la sesión, se realizó una evaluación del aprendizaje que mostró resultados favorables, con un promedio sobresaliente y una puntuación total de 16

Paso 6. Mejorar la efectividad del equipo.

Como primer punto tenemos: se tuvo una junta para poder evaluar los datos que se tuvieron en los meses de la implementación que son datos sobre la disponibilidad, lo siguiente es el análisis del tiempo medio de reparación (MTTR) y los tiempos medios entre fallos (MTBF) de la compañía, como se muestra en la tabla 17. En este punto, se examinó la relevancia de los equipos, se identificaron las causas de las fallas, y se evaluó el estado general del equipo. Además, se elaboró un plan de acción para abordar posibles fallos y se estableció un plan de comunicación.

Tabla 34 Plan de acción de las fallas de la máquina.

	AREA DE MANTENIMIENTO	CODIGO:
	PLAN DE ACCIÓN	VERSION:

MAQUINA		MAQUINA LLENADORA DE BOLSAS O1		
Ítem	Problema	Detalles del problema	Plan de acción	Responsable
1	Falla en pistón dosificador	Fallas en pistón dosificador del equipo, esto realiza un mal abastecimiento del producto lo cual nos conlleva a tener reprocesos por pesos bajo o elevado ya que no se tiene producto con especificación de calidad, a la vez se tiene reportes del desprendimiento de oring del pistón conllevando a más reprocesos.	Dejar de lado el mantenimiento correctivo en esta falla, los equipos de mantenimiento, producción y calidad tienen que buscar una alternativa. Ya que continuamente se buscó oring de distintos proveedores sin cumplir la calidad buscada y buscar una manera alterna de dosificación.	Personal de mantenimiento
2	Ajuste y calibración de sensores	Debido al desgaste y al poco mantenimiento que se les brindan a los sensores de corte y de nivel de tanques se ve reflejado en la cantidad de semielaborados producidos.	Realizar el cambio de sensores que cumplan con especificación de inocuidad para el producto, ya que tiene contacto con él y nivelación de plataformas	Personal de mantenimiento
3	Motor de alimentación	El motor de alimentación, causa interrupciones no programadas debido a distintos fallos que ocurre internamente del mismo por desgastes, afectando la línea de producción	El equipo tiene que ser desarmado para revisar sus empaques y poder de esta manera de realizarle una limpieza adecuada y lubricación necesaria.	Personal de mantenimiento

Nota: Para identificar la causa del problema se asignó por parte de la empresa a un mecánico especialista, por ende, se elabora la anterior tabla en base a sus hallazgos. Elaboración Propia.

Tabla 35 Plan de comunicación.

	AREA DE MANTENIMIENTO	CODIGO:
	PLAN DE COMUNICACIÓN INTERNA	VERSION:

Que se comunica	Cuando comunicar	A quien se comunica	Como se comunica	Quien lo comunica
Reporte de hallazgos	Cuando se observa algún indicio de avería	Jefe a cargo	Formato escrito, Físico	Operador/Ayudante
Reporte de fallas	Cuando existe un indicio probatorio de falla	Responsable de mantenimiento	Formato escrito, Físico	Jefe a cargo
Mtto. De emergencia	Cuando no existe un mantenimiento programado	Asistente administrativo	Formato o email	Responsable de mantenimiento

*Formato 7.4. comunicación
ISO 9001:2015

Nota: Esta imagen ilustra el plan de comunicación diseñado para manejar cualquier imprevisto durante el mantenimiento. Elaboración propia.

Paso 7. Mantenimiento planificado.

Es crucial señalar que el mantenimiento correctivo es realizado por el personal de operación, quienes tenían poca capacitación y solo contaban con los manuales de funcionamiento de las máquinas. No obstante, al analizar los problemas, se evidenció que el personal operativo tarda demasiado en resolver las fallas y recurre con frecuencia a un mantenimiento correctivo paliativo. Es por esto que brindamos capacitación a personal involucrado.

En este paso se llevaron a cabo un evento significativo.

Figura 27. Diapositiva del mantenimiento planificado.



Nota: esta diapositiva fue presentada al personal de operaciones y detalla los objetivos del mantenimiento panificado. Elaboración propia.

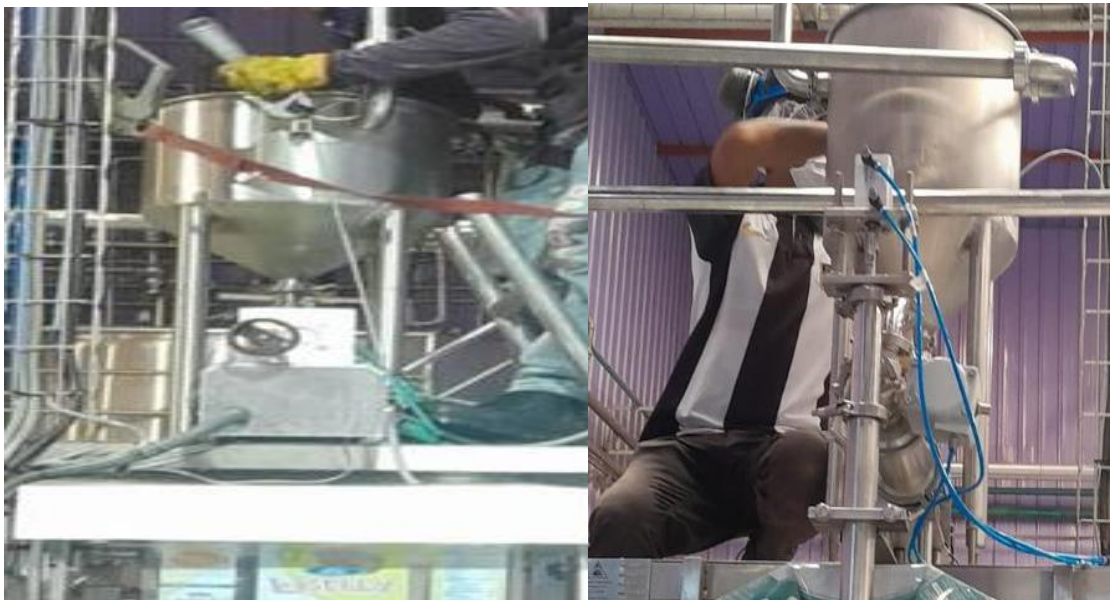
Figura 28 Fotos de Ejecución del Plan de acción

Antes de la implementación del TPM en sensores de nivel.



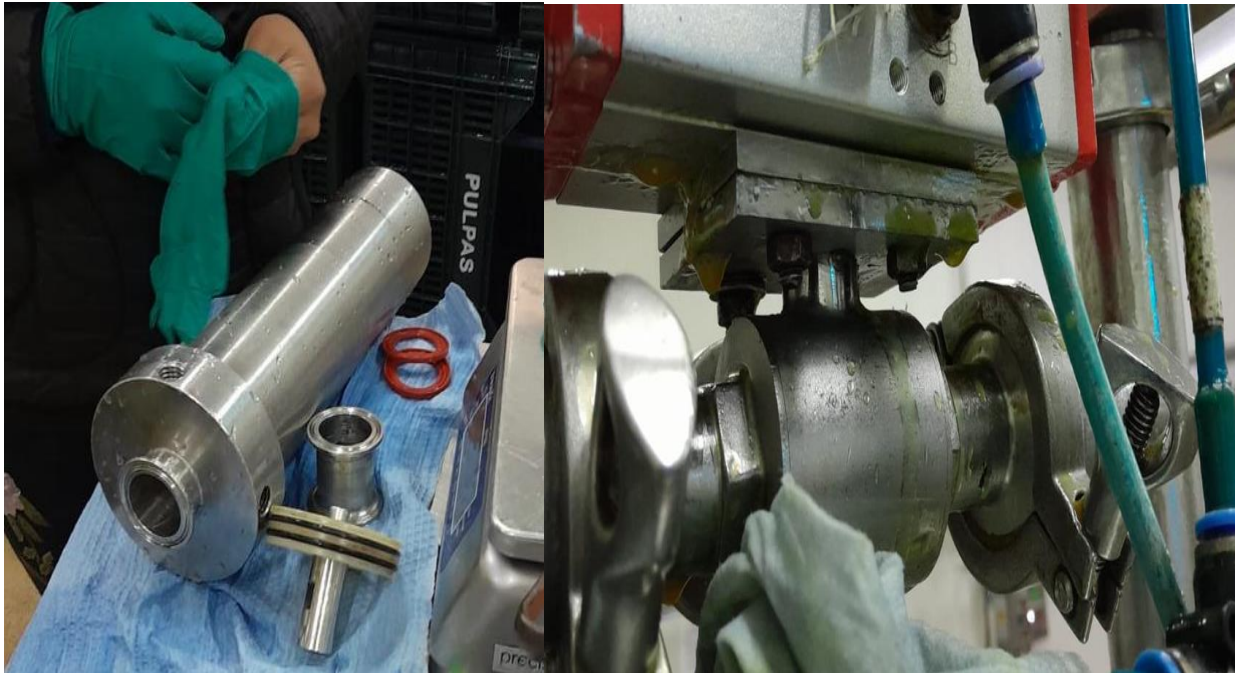
En estas imágenes podemos ver que el sensor no se encuentra en óptimas condiciones por ende se producen derrames de producto, ocasionando de esta manera paradas inesperadas.

Después de la implementación



Nota: podemos ver el nuevo acondicionamiento del equipo y sobre todo y muy importante el cambio de sensores de niveles.

Antes de la implementación y acondicionamiento del pistón dosificador.



Nota: cómo podemos observar al ser desmontado por completo el pistón dosificador los empaques y orring se encuentran desgastados representando un desgaste significativo en el equipo y representando un peligro físico en temas de control de calidad en el producto.

Después de la implementación en dosificador.



Nota: Después de los hallazgos de orring desgastados y presencia de orring en los productos se optó en coordinación con las áreas involucradas modificar

la dosificación del producto en la llenadora, siendo la opción tomada y después de muchas pruebas la dosificación en caída libre.

Antes de la implementación del TPM en Motor de alimentación.



Nota: Como podemos observar operador del equipo revisa falla por detenida de abastecimiento del producto ocasionando paradas de imprevistas y horas hombre perdidas.





Nota: Como podemos observar en las imágenes el de motor de alimentación del producto fue abierto para ser revisado a más detalle, encontrándose o ring roto internamente, de la misma manera sensores y terminales quemado, de esta manera se dio el mantenimiento.

Las imágenes presentadas en este trabajo ilustran de manera clara y concisa los hallazgos clave obtenidos durante la investigación. Cada foto no solo valida nuestras hipótesis, sino que también proporciona una comprensión visual de los procesos y fenómenos estudiados.

1.3 Datos Post test de la variable independiente

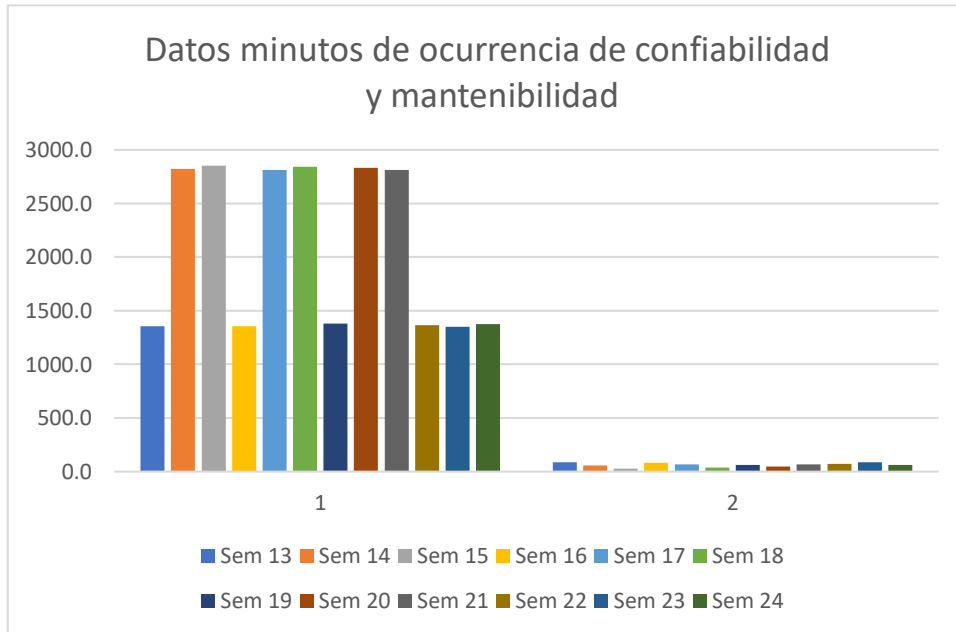
Los datos de febrero, marzo y abril de 2024 serán considerados como los datos posteriores (post), derivados de nuestra variable independiente, junto con sus respectivos indicadores.

Tabla 36. Reportes de ocurrencias de la variable independiente Post Test.

REPORTE DE OCURRENCIAS							
MAQUINA LLENADORA DE BOLSAS							
Seman as	Tiempos disponib les (minutos)	Tiempo real (minut os)	Nro. de averías	Confiabili dad	Tiem po de averías	Mantenibili dad	Disponibili dad (%)
Sem 13	2880.0	2708.0	2	1354.0	172	86.0	94.0
Sem 14	2880.0	2824.0	1	2824.0	56	56.0	98.1
Sem 15	2880.0	2855.0	1	2855.0	25	25.0	99.1
Sem 16	2880.0	2711.0	2	1355.5	169	84.5	94.1
Sem 17	2880.0	2815.0	1	2815.0	65	65.0	97.7
Sem 18	2880.0	2843.0	1	2843.0	37	37.0	98.7
Sem 19	2880.0	2758.0	2	1379.0	122	61.0	95.8
Sem 20	2880.0	2835.0	1	2835.0	45	45.0	98.4
Sem 21	2880.0	2811.0	1	2811.0	69	69.0	97.6
Sem 22	2880.0	2734.0	2	1367.0	146	73.0	94.9
Sem 23	2880.0	2703.0	2	1351.5	177	88.5	93.9
Sem 24	2880.0	2751.0	2	1375.5	129	64.5	95.5
Total	34560	33348	18	25165.5	1212	754.5	96.5

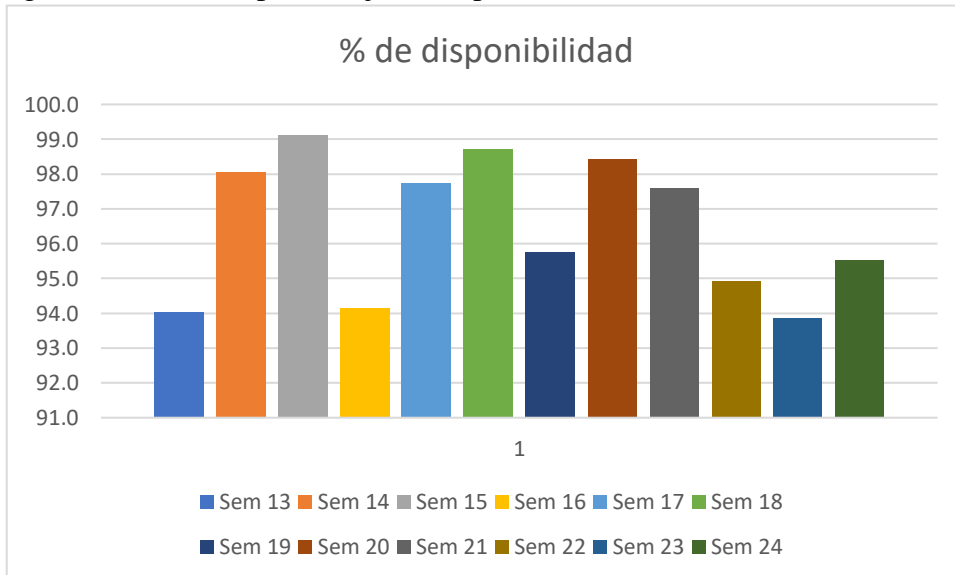
Elaboración propia.

Figura 29. Datos minutos de ocurrencia MTBF Y MTTR.



Elaboración propia

Figura 30. Datos de porcentaje de disponibilidad.



Elaboración propia.

Lo que indica la tabla 19 es que la disponibilidad de las últimas doce semanas mostró una mejora significativa en comparación con los meses anteriores, alcanzando un impresionante 96.5% en la máquina Llenadora de Bolsas.

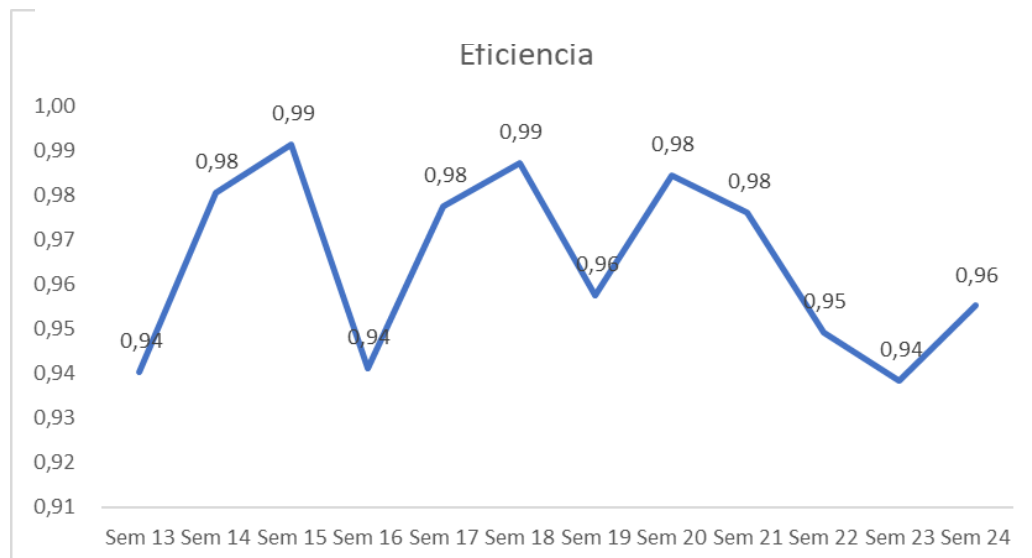
Datos Post test de la variable dependiente

Lo siguiente proporciona un desglose de los datos correspondientes a los meses de febrero, marzo y abril. Estos datos serán considerados como nuestros datos posteriores (post), y se analizarán en función de nuestra variable dependiente, con sus respectivos indicadores

Tabla 37. Eficiencia_post.

	Tiempo utilizado (min)	Tiempo programado (min)	Eficiencia
Sem 13	2708	2880	94.0%
Sem 14	2824	2880	98.1%
Sem 15	2855	2880	99.1%
Sem 16	2711	2880	94.1%
Sem 17	2815	2880	97.7%
Sem 18	2843	2880	98.7%
Sem 19	2758	2880	95.8%
Sem 20	2835	2880	98.4%
Sem 21	2811	2880	97.6%
Sem 22	2734	2880	94.9%
Sem 23	2703	2880	93.9%
Sem 24	2751	2880	95.5%
		Promedio	96.5%

Figura 31. Eficiencia_post.



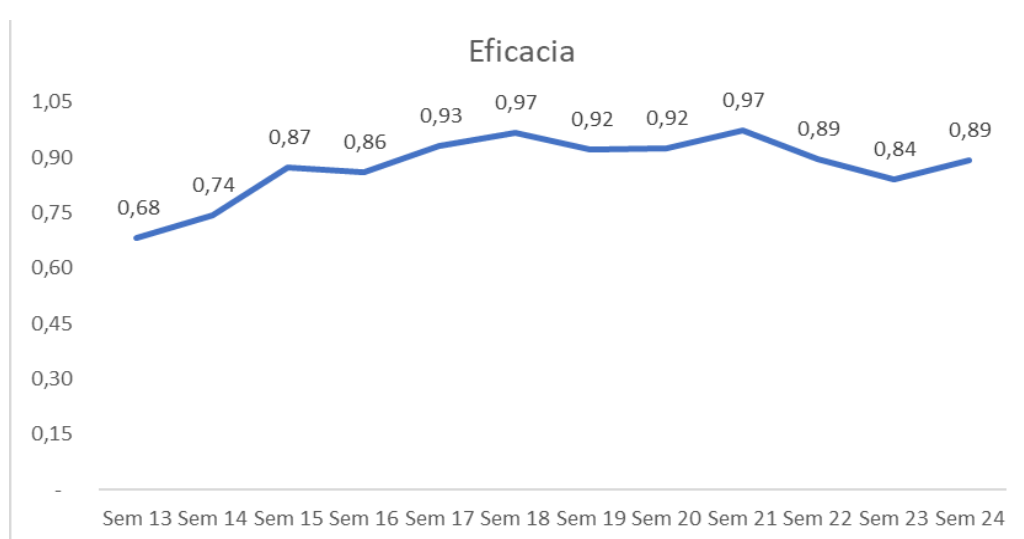
Los resultados presentados en la tabla 34 muestran la eficiencia del proceso en diferentes semanas después de la implementación del TPM. Se observa que la eficiencia, medida como el porcentaje de tiempo utilizado con respecto al tiempo programado, ha mejorado considerablemente en comparación con

los datos anteriores a la implementación del TPM. El promedio de eficiencia después de la implementación es del 96.5%, lo que indica una notable mejora en la utilización del tiempo en el proceso. Estos resultados destacan que el TPM ha sido efectivo para optimizar la eficiencia del proceso, lo que podría traducirse en una mayor productividad y rentabilidad para la empresa.

Tabla 38. Eficacia_post.

	Unidades programadas	Unidades producidas	Eficacia
Sem 13	122888	180000	68.3%
Sem 14	133590	180000	74.2%
Sem 15	157181	180000	87.3%
Sem 16	154555	180000	85.9%
Sem 17	167360	180000	93.0%
Sem 18	174229	180000	96.8%
Sem 19	165629	180000	92.0%
Sem 20	166320	180000	92.4%
Sem 21	175447	180000	97.5%
Sem 22	160968	180000	89.4%
Sem 23	151349	180000	84.1%
Sem 24	160510	180000	89.2%
		Promedio	87.5%

Figura 32. Eficacia_post



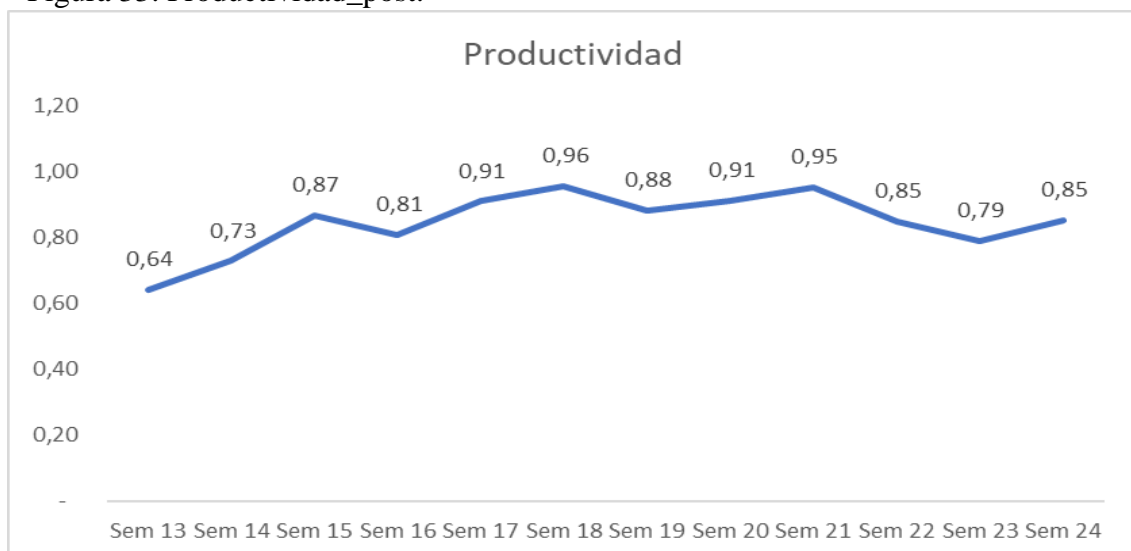
Los datos presentados en la tabla 35 muestran la eficacia del proceso en diferentes semanas, donde se compara el número de unidades producidas con las unidades programadas. Se observa que la eficacia, medida como el porcentaje de unidades producidas con respecto a las unidades programadas, ha mejorado consistentemente a lo largo del período de tiempo analizado. El

promedio de eficacia es del 87.5%, lo que sugiere que el proceso ha sido altamente eficiente en términos de alcanzar las metas de producción establecidas.

Tabla 39. Productividad_post

	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Sem 13	94.0%	68.3%	64.2%
Sem 14	98.1%	74.2%	72.8%
Sem 15	99.1%	87.3%	86.6%
Sem 16	94.1%	85.9%	80.8%
Sem 17	97.7%	93.0%	90.9%
Sem 18	98.7%	96.8%	95.6%
Sem 19	95.8%	92.0%	88.1%
Sem 20	98.4%	92.4%	91.0%
Sem 21	97.6%	97.5%	95.1%
Sem 22	94.9%	89.4%	84.9%
Sem 23	93.9%	84.1%	78.9%
Sem 24	95.5%	89.2%	85.2%
Promedio	96.5%	87.5%	84.5%

Figura 33. Productividad_post.



La tabla presenta los datos de productividad del proceso en distintas semanas, lo siguiente detalla los datos considerando tanto la eficiencia como la eficacia, con el cálculo adicional de la productividad como el producto de ambas medidas. Se observa una tendencia general al aumento en la eficiencia, la eficacia y, en consecuencia, en la productividad a lo largo del periodo analizado. El promedio de productividad alcanza el 84.5%, lo que indica una

mejora significativa en la capacidad del proceso para convertir los recursos empleados en unidades producidas.

1.4 Dar a conocer la evaluación del beneficio costo.

Tabla 40. Presupuesto.

Estrategia	Costo Anual (S/)
Mano de obra especializada:	20,000
Materiales y repuestos	15,000
Herramientas y equipos de trabajo	10,000
Tecnología y software: S/ 8,000	8,000
Capacitación y formación: S/ 12,000	12,000
Costos de consultoría: S/ 25,000	25,000
Auditorías y seguimiento: S/ 10,000	10,000
Total, General Anual	100,000

Beneficios Esperados

Beneficios con el incremento del 15.65% con ingresos de 500 000= 78,235.83
 +500,000= 578,235.83

Costos

Costos Totales de Implementación Anual: S/ 100,000.

Cálculo del Beneficio-Costo

Ratio Beneficio-Costo (RBC)

Para calcular el ratio beneficio-costo, se utiliza la siguiente fórmula:

$$RBC = \frac{\text{Beneficios Totales}}{\text{Costos Totales}}$$

$$RBC = 578,235.83 / 100,000 \approx 5.78$$

Análisis

RBC > 1: El ratio beneficio-costo de aproximadamente 5.78 indica que los beneficios superan significativamente los costos de implementación. Esto sugiere que, por cada sol invertido, se espera un retorno de casi 1.27 soles en beneficios.

IV. DISCUSIÓN

Se constato mediante la investigación que la puesta en marcha del TPM, enfocado en mejorar la eficiencia de la producción de la maquina Llenadora de bolsas, fue viable. Se logro mejorar la productividad, efectividad y eficiencia detalla los logros alcanzados dentro de la organización agroindustrial donde se realizó este estudio de investigativo.

Los resultados obtenidos han sido comparados con estudios previamente mencionados en nuestra investigación, los cuáles abarcan: (Canahua, 2021), (OBESO, y otros, 2019), (GARCIA, 2021), (MANKIW, 2022).

Discusión 1: Lo discutido demuestra que la hipótesis principal del estudio se validó con un nivel de significancia de 0.000, confirmando que la implementación del TPM, efectivamente aumenta la eficiencia de la máquina llenadora de bolsas del 27% al 84%. Antes de la implementación, la productividad promedio fue del 27.4%, mientras que después de la implementación aumentó al 84.5%, lo que representa una mejora significativa del 57.1%. Este aumento está respaldado por los autores Obeso A, Yaya J y Chucuya R. en 2019 en su investigación "Implementación del TPM" mejora el estudio titulado "Mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado" se centró en los primeros pasos de la implementación del TPM en el sector de la producción de harina de pescado de una empresa agroindustrial. Durante la investigación, se evaluaron 25 días de producción para identificar problemas asociados con el mantenimiento. Al principio, se encontró que la empresa contaba con un sistema de mantenimiento deficiente, con incumplimientos de programa y numerosas interrupciones debido a la falta de orden en el entorno laboral, se identificó que el tolvin de antioxidante experimentaba una alta frecuencia de fallas, aunque su mantenimiento era relativamente sencillo. En contraste, el secador, con menos incidentes que el tolvin, requería reparaciones más complejas, pero mostraba una mayor capacidad de mantenimiento. Durante los siguientes 12 días de aplicar el TPM, se consiguió disminuir el tiempo de mantenimiento del secador en 6 minutos, principalmente debido a la reducción de los periodos de inactividad causados por las fallas. En términos de productividad, se registró un incremento del 6%, lo que equivale a 15 a 17 sacos por hora, gracias a la disminución de las averías y los tiempos improductivos asociados. Finalmente, el OEE (Overall

Equipment Effectiveness) aumentó en un 0.68%, con una expectativa de incremento del 16.32% en un año, demostrando así que el TPM es una herramienta efectiva y funcional para mejorar la eficiencia del equipo.

Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Gianella Damacen (2018) en su artículo "Modelo de Integración de Herramientas Lean y Gestión del Conocimiento para mejorar el proceso de producción en una empresa metalmeccánica", donde se concluyó que la implementación de un diseño integrador condujo a un aumento del 20% en la productividad, representando un modelo innovador aplicable a la empresa

Discusión 2: los resultados de eficiencia nos dan a conocer que al aplicar el mantenimiento productivo total (TPM), se muestra una mejora en la maquina llenadora de bolsas de 55.0% a 96.0% ya que la eficiencia promedio previa era de 55.0% y después de eso, la eficiencia fue de 96.5% con una mejora bastante notoria en la eficiencia de 41.5%.

Los autores Obeso Alexandra, Yaya Javier, Chucuya Roberto, 2019. Respaldan la mejora mencionada anteriormente ya que en su investigación se calculó un OEE inicial de 44,22%, lo que indica que los equipos perdieron en total un 55,78% de la eficiencia total.

(Canahua, 2021), En su investigación titulada "Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica", se encontró respaldo adicional. Al optimizar los mantenimientos preventivos (MP) y autónomos (MA), se observó una mejora significativa en el factor calidad (de 49.44% a 94.64%), el factor rendimiento (de 76.68% a 93.34%), y como consecuencia, se aumentó el factor disponibilidad (de 86.70% a 96.88%). Esto resultó en un incremento del OEE del 32.86% al 85.58%, superando el estándar mundial del 85%

Discusión 3: En su investigación llamada "Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica", se encontró un respaldo adicional. Mediante la optimización de los mantenimientos preventivos (MP) y autónomos (MA), se evidenció una mejora significativa en el factor calidad, que pasó del 49.44% al 94.64%, así como en el factor rendimiento, que aumentó del 76.68% al 93.34%. Como resultado de

estas mejoras, también se incrementó el factor disponibilidad del equipo, mejorando del 86.70% al 96.88%. Este progreso llevó a un aumento del OEE del 32.86% al 85.58%, superando el estándar mundial del 85%

La mejora mencionada anteriormente la respaldan los autores (GARCIA, 2021). Donde utilizó la metodología del TPM junto con la implementación de las 5S, lo cual resultó en un aumento de la productividad. Se determinó que la productividad actual mejoró del 0.77% al 0.89% respecto al valor inicial, lo que representa un incremento del 12%. Además, a través de instrumentos como entrevistas, encuestas y revisión documental, se identificó que los problemas más frecuentes en la línea de producción son causados principalmente por cortes de energía eléctrica (36%), fallas de máquina (29%), falta de repuestos a tiempo (24%), y otros motivos (11%). los indicadores de productividad eficiencia de un 0.87% y eficacia de 0.92%.

Estos resultados también son respaldados por (MANKIW, 2022). Ya que en su investigación nos menciona la importancia de la implementación del TPM permitirá a las organizaciones mejorar no solo en áreas específicas, sino también en diferentes aspectos que faciliten un crecimiento sostenible dentro de la organización, con el objetivo de aumentar el OEE (Overall Equipment Effectiveness). Según se menciona, el OEE evalúa de manera global el desempeño de los equipos en términos de rendimiento, calidad y disponibilidad durante las operaciones de producción.

Además, se considera el estudio de Juan Reyes y Kevin Alvares (2018) titulado "Los resultados del estudio "Total Productive Maintenance for the Sewing Process in Footwear" indican que la implementación del TPM en la industria del calzado ha mejorado significativamente la eficiencia. Antes de aplicar el TPM, la producción estándar promedio era de 410 pares por turno, mientras que después de implementarlo, este promedio aumentó a 429 pares por turno, lo que representa un incremento de 19 pares por modelo. Estos hallazgos confirman que la adopción del TPM ha sido efectiva para mejorar la eficacia en dicho proyecto.

V. CONCLUSION

En esta investigación se han alcanzado las siguientes conclusiones:

- Lo concluido es que a través de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), se logró mejorar la productividad de la máquina Llenadora de bolsas en la empresa agroindustrial Olmos 2024. Se obtuvo una mejora en la productividad del 27.4% al 84.5%, lo que representa un aumento del 57.1%. Este resultado demuestra que se cumplió con el objetivo general del proyecto.
- Podemos concluir que al realizar una buena toma de datos en la empresa se lograron tomar los indicadores tanto del número de fallas como de la disponibilidad del equipo, obteniendo como resultado un aumento en el número de averías antes de la implementación 35 y después de la implementación reduciéndose a 18 de la misma forma la disponibilidad de un 55% antes de ser implementado el TPM y aumentando hasta 96.5%. dándonos de esta manera un indicador de la preservación de las máquinas y mejorando la disponibilidad y efectividad global.
- Después de la implementación del TPM, el monitoreo y la supervisión se mejoran los indicadores del mantenimiento, fomentando mejoras continuas y estableciendo el TPM como una metodología integrada en la empresa.
- El análisis de beneficio costo realizado demuestra claramente que la implementación de las estrategias propuestas, enfocadas en la mejora de la eficiencia operativa mediante el TPM y otras medidas, es altamente rentable para la organización. Con un ratio beneficio-costo de aproximadamente 5.78, se confirma que los beneficios proyectados superan considerablemente los costos de implementación. Esto no solo asegura un retorno financiero sólido, sino que también fortalece la capacidad de la empresa para enfrentar desafíos futuros y aprovechar nuevas oportunidades en el mercado.
- La implementación del TPM permite una mejora continua, mejora los procesos productivos, optimiza los indicadores de mantenimiento, aumenta la productividad y la disponibilidad de las máquinas, y refuerza la reputación de la empresa, consolidándola como una organización

confiable para los clientes.

VI. RECOMENDACIONES

- Implementar una solución de software externo para gestionar el mantenimiento de las máquinas en la planta permitirá identificar procedimientos de actividades desconocidas y las averías más recurrentes de manera eficiente. Esto, junto con los informes existentes sobre las máquinas, proporcionará un soporte significativo para los técnicos, agilizando la rápida resolución de cualquier tipo de fallo.
- Es aconsejable continuar con la capacitación mensual del personal, especialmente aquel que maneja las máquinas en el proceso de producción. Mantener al personal informado y comprometido es fundamental para asegurar resultados más satisfactorios y eficientes en las tareas relacionadas con el mantenimiento.
- Optimizar los tiempos de fabricación es crucial para continuar mejorando los indicadores de calidad, rendimiento y productividad, al reducir los productos defectuosos (reprocesos).

REFERENCIAS

- ALAVEDRA, Flores carol, y otros. 2016. Gestión de mantenimiento preventivo y su. Chimbote : ingeniería industrial, 2016, Vol. 34.
- ALVAREZ, Fernandez Edgar. 2018. Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM. España : Universidad de Oviedo, 2018.
- ALVAREZ, Risco Aldo. 2020. *Clasificación de las Investigaciones*. lima: Universidad de Lima, 2020.
- BARRON, Valdera Juan Jose. 2018. Taller de drones, como una herramienta emergente del mantenimiento predictivo, caso desarrollado en la Universidad Tecnológica de Jalisco. Mexico : ECORFAN, 2018. 2523-0344.
- BLANCO, Calvo Esteban Manuel. 2017. Implementación de pilares del TPM en la empresa Zollner Electronics Costa Rica Ltda. Costa Rica : s.n., 2017.
- BSG Institute. 2020. *Los 8 pilares del TPM*. Perú: Creative Commons, 2020.
- CABA, Naim, CAMORRO, Oswaldo y FONTALVO, Tomas. 2019. Gestión de la Producción y Operaciones. El salvador : s.n., 2019.
- CANAHUA, Apaza Nohemy. 2021. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. LIMA : Industrial Data, 2021. 1810-9993.
- CANALES, F. H., ALBARADO.E, L. y PINEDA .E, B. 2017. Metodología de la investigación. s.l. : Organización panamericana de la salud, 2017. 92 75 32135 3.
- CISNEROS, Alicia, y otros. 2022. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la. Ecuador : Universidad Científica, 2022. 1165-1185.

CUATRECASAS, Arbos LLuis y TORREL, Martinez Francesca. 2010. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. Barcelona : Profit Editorial I., 2010. 9788415330172.

FONTALVO, Herrera Tomas, DE LA HOZ Granadillo, Efrain y MORELOS, Gomez, Jose. 2018. LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL.

Barranquilla : Dimension Empresarial, 2018. 1692-8563.

GARAY, Cabrejos Allison y MACEDA, Cerdan Carlos. 2020. Aplicacion de la metodologia TPM para reducir los retrasos en los pedidos. La Molina-Lima : s.n., 2020. 2708-6992.

total. Medellin, Colombia : Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 2021. 0120- 6230.

GARCIA, Alcazar Jorge, ROMERO, Gonzales, Jaime y NORIEGA, Morales, Salvador. 2022. *El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos*. Ciudad de Mexico: Creative commons, 2022.

GOVIND, Rawat, ASHUTOSH, Gupta y CHANDAN, Juneja. 2019. Medición de la productividad del sistema de fabricación. India : s.n., 2019. 22147853

Avila, E., & Algoner, W. (2023). *Mantenimiento Productivo Total para evitar tiempos de parada y costos elevados en las empresas textiles: una revisión sistemática de la literatura*. Lima: LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development.

Canahua, N. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los. *Industrial Data*, 50-62.

Engeman. (2019). Mantenimiento Productivo Total (TPM): qué es y por qué ayuda a

umentar la eficiencia de su mantenimiento. *Engeman*.

Garcia, J. (2019). Factores relacionados con el exito del mantenimiento productivo total. *Facultad de Ingenieria*, 60.

Kanban. (2021). Qué es la Eficiencia General de los Equipos (OEE). *Kanban tool*.

Llontop, L. (2018). *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN EL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO TRAPICHE PARA MEDIR EL IMPACTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA AGROINDUSTRIA POMALCA SAA*. Chiclayo-Peru.

Marin, J., & Mateo, R. (2024). Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible Capital*, 3.

LOPEZ, Arias Ernesto. 2019. EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM Y LA IMPORTANCIA DEL RECURSO HUMANO PARA SU EXITOSA IMPLEMENTACIÓN. BOGOTA : s.n., 2019.

LUIS, Lopez Pedro. 2004. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. Cochabamba : Punto cero, 2004. 2224-8838.

MANKIW, Gregory. 2022. principios de la economia. Mexico : Cengage Learning, 2022. Vol. 6. 978- 607-481-829-1.

MAYORGA, Rocio, y otros. 2020. Cuadro comparativo “Estadística inferencial y descriptiva”. Mexico : Salud y Educación, 2020. 2007-4573.

MEZA, Dairo, ORTIZ, Yesid y PINZON, Manuel. 2006. LA CONFIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA MANTENIBILIDAD, DISCIPLINAS. colombia: Scientia et Technica, 2006. 0122-1701.

MOREIRA, Pino Oswaldo. 2022. Aplicacion del mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecanico industrial en una unidad educativa de la ciudad de Guallaquil. Guallaquil - Ecuador : s.n., 2022.

MORENO, Galindo Eliseo. 2017. Metodologia de la investigacion pautas para hacer tesis. Peru : blog spot, 2017.

OBESO, Alfaro Alexandra, YAYA, Sarmiento, Javier y CHUCUYA, Huallpachoque, Roberto. 2019. Implementación del mantenimiento productivo total en la mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado. Chimbote : Creative Commons, 2019. 2414- 8199.

POOT, Morales Rosalinda. 2020. Instrumento de recoleccion de datos . Mexico : Scribd, 2020.

RIOS, Gutierrez Dany y SANCHEZ Espinosa , Lisbeth. 2022. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA LIFT RENTAL SOLUTIONS SAC, LIMA 2020. Callao : s.n., 2022.

ROCHA, Mahecha Jorge. 2017. POPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA TPM - HPS COMO HERRAMIENTA DE MEJORAMIENTO EN LAS LÍNEAS DE ENVASE SACHET DE LA EMPRESA HENKEL COLOMBIANA S.A.S . Bogota : s.n., 2017. 20141377050 .

SafetyCulture. 2023. Mantenimiento autónomo: Beneficios, pasos y herramientas. España : SafetyCulture, 2023.

SOLIS, Meza Mario y TORRES, Rodriguez, Roberto. 2021. Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento. Ecuador : INGENIAR, 2021. 2737-6249.

SUDHIR, Chaurey y SHYAMKUMAR, Kalpande . 2021. Revista de Calidad en Ingeniería de Mantenimiento. INDIA : Editorial Esmeralda Limitada, 2021. 1355-2511.

SUPERGTRMK. 2023. Pilares del TPM. España : Safety Culture, 2023.

TORRES, Fernadez Paul. 2018. Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual. Cuba : Atenas, 2018. 1682-274

ANEXOS

Anexo 01 Matrix de operacionalización.

Tabla 41. Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Independiente TPM	El TPM se convierte en una herramienta valiosa tanto para pequeñas y grandes empresas, ya que posibilita la disminución de pérdidas en la producción debido a paradas no programadas de máquinas. (SOLIS, y otros, 2021)	Disponibilidad: podríamos decir que es el porcentaje de tiempo que el equipo se encuentra en funcionamiento. (ALVAREZ, 2018).	Disponibilidad	$Disponibilidad = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$ MTBF: Tiempo promedio entre fallas. (total de operación / n° de fallas). MTTR: Tiempo promedio de reparación. (tiempo total de reparación / n° de fallas).	Razón
		Confiabilidad: está enfocado a las condiciones que se pueden llevar a cabo técnicamente cuando es factible identificar situaciones. (RIOS, y otros, 2022)	Confiabilidad	$Confiabilidad = \left(\frac{Tiempo\ de\ funcionamiento}{Nro\ de\ averias} \right)$	Razón
		Mantenibilidad: es la disponibilidad operativa dada la probabilidad que equipo sea restaurado en un corto tiempo. (RIOS, y otros, 2022)	Mantenibilidad	$Mantenibilidad = \left(\frac{Tiempo\ de\ averias}{Nro\ de\ averias} \right)$	Razón
Dependiente Productividad	Cuando hablamos de productividad, nos estamos refiriendo a la correlación entre los resultados obtenidos, es decir, los productos, y los recursos utilizados como entrada. (RIOS, y otros, 2022).	Dentro de productividad tenemos la relación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos o materiales que se utilizan. “Eficiencia y Eficacia” (FONTALVO, y otros, 2018).	Eficiencia	$Eficiencia = \left(\frac{Tiempo\ utilizado}{Tiempo\ programado} \right) \times 100$	Razón
			Eficacia	$Eficacia = \left(\frac{Unidades\ producidas}{Unidades\ programadas} \right) \times 100$	Razón

Anexo 02

Instrumentos de recolección De Datos.

Tabla 42. Check List de máquinas.

Check List de Máquinas				
Tipo: Registro de mantenimiento				
Fecha:		Nombre máquina:		
Producto:		Nombre de operador:		
Inspector:		Modelo:		
N°	Descripción	Si	No	Observación
Antes del funcionamiento				
1	La máquina se encuentra bien engrasada			
2	La máquina presenta indicio de humedad			
3	La máquina tiene pérdidas de aceite			
4	Todos los sistemas de seguridad están funcionando			
5	Las máquinas están libres de acumulación de polvo			
6	Las máquinas y las piezas se hallan en la posición correcta			
Durante el funcionamiento				
7	La máquina emite sonidos inusuales			
8	La máquina está adecuadamente lubricada			
9	La temperatura de la máquina está por encima de lo normal			
10	El material procesado está libre de residuos metálico(contaminación)			
11	La máquina se encuentra en estado normal			
12	Los sistemas de seguridad están en funcionando correcto			
Después del funcionamiento				
13	La máquina está sin suministro eléctrico			
14	La máquina se encuentra libre de suciedad			
15	La máquina permanece sellada de forma segura			
16	Los sistemas de seguridad se encuentran funcionando			
17	La máquina tiene una pérdida de aceite			

Fuente: elaboración propia

Tabla 43. Cuestionario sobre el TPM.

		Cuestionario								
		Área de mantenimiento								
N°	Preguntas	Respuesta								
1	¿Qué es el TPM?									
2	¿Cómo el TPM ayuda a mejorar la productividad?									
3	¿Cuántos pasos tiene el TPM?									
4	¿Qué es el mantenimiento correctivo?									
5	¿Qué es el mantenimiento preventivo?									
6	¿Qué tan frecuente se tiene que dar mantenimiento preventivo?									
7	¿Qué significa que la máquina sea confiable?									
8	¿Qué comprende la inspección de máquina?									
9	¿Cuáles son las fallas más frecuentes de la máquina llenadora de bolsas?									
10	¿Cuántos dispositivos de seguridad tiene la máquina llenadora de bolsas?									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel de capacitación</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Malo</td> <td>01-10</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td>11-14</td> </tr> <tr> <td>Excelente</td> <td>15-20</td> </tr> </tbody> </table>			Nivel de capacitación	Calificación	Malo	01-10	Bueno	11-14	Excelente	15-20
Nivel de capacitación	Calificación									
Malo	01-10									
Bueno	11-14									
Excelente	15-20									

Fuente: elaboración propia

Anexo 03:

Figura 34. Evaluaciones de juicios de expertos.

Dimensiones del instrumento

Variable independiente: TPM

N°	Dimensiones / Ítems	Criterios			Sugerencia
		Claridad	Coherencia	Relevancia	
1	<p>DIMENSIÓN 1: Disponibilidad</p> $\text{Disponibilidad} = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$ <p>MTBF: Tiempo promedio entre fallas. (total de operación / n° de fallas). MTTR: Tiempo promedio de reparación. (tiempo total de reparación / n° de fallas).</p>	SI	SI	SI	
2	<p>DIMENSIÓN 2: Confiabilidad.</p> $\text{Confiabilidad} = \left(\frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Nro de averías}} \right)$	SI	SI	si	
3	<p>DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad.</p> $\text{Mantenibilidad} = \left(\frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{Nro de averías}} \right)$	si	si	si	

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N°	Ítems	Criterios			Sugerencia
		Claridad	Coherencia	Relevancia	
1	<p>DIMENSIÓN 1: Eficiencia.</p> $\text{Eficiencia} = \left(\frac{\text{Tiempo utilizado}}{\text{Tiempo programado}} \right) \times 100$	si	si	Si	
2	<p>DIMENSIÓN 1: eficacia.</p> $\text{Eficacia} = \left(\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}} \right) \times 100$	si	si	si	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable.

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. Rodríguez Paredes Ricardo.

Especialidad del validador: Ingeniera mecánica eléctrica.

Institución laboral: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo/UCV.

Años de experiencia profesional: 28 Años.


Años de experiencia en investigación: 17 Años.

1Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.

2Relevancia: El ítem es esencial o importante, para presentar al componente o dimensión específica del constructo.

3Claridad: se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia los ítems planteados son suficientes para medir las dimensiones.



Firma del evaluador

DNI: 16640178/REG.CIP N°60554

Dimensiones del instrumento

Variable independiente: TPM

N°	Dimensiones / Ítems	Criterios			Sugerencia
		Claridad	Coherencia	Relevancia	
1	<p>DIMENSIÓN 1: Disponibilidad</p> $Disponibilidad = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$ <p>MTBF: Tiempo promedio entre fallas. (total de operación / n° de fallas). MTTR: Tiempo promedio de reparación. (tiempo total de reparación / n° de fallas).</p>	SI	SI	SI	
2	<p>DIMENSIÓN 2: Confiabilidad.</p> $Confiabilidad = \left(\frac{Tiempo\ de\ funcionamiento}{Nro\ de\ averias} \right)$	SI	SI	si	
3	<p>DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad.</p> $Mantenibilidad = \left(\frac{Tiempo\ de\ averias}{Nro\ de\ averias} \right)$	si	si	si	

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N°	Ítems	Criterios			Sugerencia
		Claridad	Coherencia	Relevancia	
1	<p>DIMENSIÓN 1: Eficiencia.</p> $Eficiencia = \left(\frac{Tiempo\ utilizado}{Tiempo\ programado} \right) \times 100$	si	si	SI	
2	<p>DIMENSIÓN 1: eficacia.</p> $Eficacia = \left(\frac{Unidades\ producidas}{Unidades\ programadas} \right) \times 100$	si	si	si	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable.

Apellidos y nombres del juez validador: Castro Severino Jhonny.

Especialidad del validador: Ingeniera mecánica eléctrica.

Institución laboral: Ingeniería diseño & Construcción.

Años de experiencia profesional: 17 Años.

Años de experiencia en investigación: 4 Años.

1Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.

2Relevancia: El ítem es esencial o importante, para presentar al componente o dimensión específica del constructo.

3Claridad: se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia los ítems planteados son suficientes para medir las dimensiones.



Firma del evaluador
DNI: 40974972/REG.CIP N°174543

Dimensiones del instrumento**Variable independiente: TPM**

N°	Dimensiones / Ítems	Criterios			Sugerencia
		Claridad	Coherencia	Relevancia	
1	DIMENSIÓN 1: Disponibilidad $Disponibilidad = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$ MTBF: Tiempo promedio entre fallas. (total de operación / n° de fallas). MTTR: Tiempo promedio de reparación. (tiempo total de reparación / n° de fallas).	SI	SI	SI	
2	DIMENSIÓN 2: Confiabilidad. $Confiabilidad = \left(\frac{Tiempo\ de\ funcionamiento}{Nro\ de\ averias} \right)$	SI	SI	si	
3	DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad. $Mantenibilidad = \left(\frac{Tiempo\ de\ averias}{Nro\ de\ averias} \right)$	si	si	si	

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N°	Ítems	Criterios			Sugerencia
		Claridad	Coherencia	Relevancia	
1	DIMENSIÓN 1: Eficiencia. $Eficiencia = \left(\frac{Tiempo\ utilizado}{Tiempo\ programado} \right) \times 100$	si	si	Si	
2	DIMENSIÓN 1: eficacia. $Eficacia = \left(\frac{Unidades\ producidas}{Unidades\ programadas} \right) \times 100$	si	si	si	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable.**Apellidos y nombres del juez validador:** Juan Carlos Ramírez Oliden.**Especialidad del validador:** Ing. Agroindustrial y de Comercio exterior.**Institución laboral:** ASEPTIC PACIFIC FRUIT.**Años de experiencia profesional:** 7 Años.**Años de experiencia en investigación:** 2 Años.

1Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.

2Relevancia: El ítem es esencial o importante, para presentar al componente o dimensión específica del constructo.

3Claridad: se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia los ítems planteados son suficientes para medir las dimensiones.



Firma del evaluador

DNI: 46862335/REG.CIP N°213237