



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

Propuesta de mantenimiento productivo total para mejorar la
efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial,
Piura 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

Dioses Silva, Luis Aderlye (ORCID: 0000-0002-0961-8734)
Estrada Ayala, Santos Alexander (ORCID: 0000-0002-4263-623X)

ASESOR:

MSc. Zevallos Vilchez, Maximo Javier (ORCID: 0000-0003-0345-9901)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

Piura-Perú
2021

Dedicatoria

Este estudio está dedicado a Dios, por su grande amor, por mantenernos con salud en esta coyuntura que estamos viviendo, por darnos la sabiduría y la inteligencia necesaria para lograr este objetivo. A nuestros padres por ser la fuente de energía a través de sus consejos y el apoyo emocional que tanto necesitábamos en las travesías de este viaje.

Agradecimiento

A la universidad Cesar Vallejo por la oportunidad de habernos sumergido en este mar profundo de conocimientos, siendo aquella brújula que guiaba nuestro bote. A los docentes, por compartir el conocimiento con mucha paciencia, amabilidad y profesionalismo, agregando como plus sus experiencias fortaleciendo nuestras debilidades.

A nuestros amigos de la promoción XXV-A y compañeros de estudio, los cuales nos enseñaron que remando juntos en equipo se pueden lograr grandes y muchas cosas. Por último, a los creadores de la plataforma Jitsi Meet, quienes en tiempo de pandemia nos permitieron estar conectados por videoconferencias de manera ilimitada y gratuita en cada curso, charla y capacitación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras y gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Métodos de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS.....	38

Índice de tablas

Tabla 1. Personal de mantenimiento	13
Tabla 2. Equipos utilizados en la empresa	13
Tabla 3. Problemas Críticos y Frecuentes	22
Tabla 4. Cálculo del Costo Beneficio de la Propuesta	25

Índice de Gráficos y Figuras

Figura 1, Diagrama de Ishikawa	17
Figura 2. Matriz de Vester	18
Figura 2.1 Cuadrante Matriz de Vester	19
Figura 3. Diagrama de Pareto.....	20
Figura 4. Gráfico Lineal OEE	21

Resumen

El presente estudio por ser una investigación descriptiva propositiva, parte del objetivo general proponer los pilares del mantenimiento productivo total para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021. Para llevar a cabo lo mencionado se realizó un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo durante los periodos 2019-2021, utilizando como instrumentos la guía de entrevista, el cuestionario, el formato de fallas críticas por sistemas y la ficha para el cálculo de la OEE. Por consiguiente, se utilizaron herramientas de ingeniería como el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto y la matriz de Vester, obteniendo resultados críticos como la falta de reportes de mantenimiento, falta de capacitación en el personal y fallas frecuentes en cinco sistemas de dichas máquinas. Por lo tanto, se determinó y diseñó dicha propuesta bajo los pilares del mantenimiento autónomo y la capacitación, la cual consistió en 4 etapas, desde la creación de cartillas de inspección, creación del formato para el reporte de mantenimiento, la capacitación al personal y la proyección de la nueva OEE, pasando de un 52.19% a un 68.97%, con un costo beneficio de 1.32, concluyendo que la propuesta es relevante y beneficiosa para la empresa.

Palabras Clave: Mantenimiento productivo total (TPM), Efectividad general de los equipos (OEE), Mantenimiento Autónomo, Capacitación, Cosechadora de Caña.

Abstract

The present study, being a descriptive propositive research, starts with the general objective of proposing the pillars of total productive maintenance to improve the overall effectiveness of the equipment in an agro-industrial company, Piura 2021. To carry out the aforementioned, a diagnosis of the current situation of the productive process during the periods 2019-2021 was made, using as instruments the interview guide, the questionnaire, the format of critical failures by systems and the card for the calculation of OEE. Consequently, engineering tools such as the Ishikawa diagram, Pareto diagram and Vester matrix were used, obtaining critical results such as the lack of maintenance reports, lack of personnel training and frequent failures in five systems of these machines. Therefore, this proposal was determined and designed under the pillars of autonomous maintenance and training, which consisted of 4 stages, from the creation of inspection booklets, creation of the format for the maintenance report, staff training and the projection of the new OEE, going from 52.19% to 68.97%, with a cost benefit of 1.32, concluding that the proposal is relevant and beneficial to the company.

Keywords: Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness (OEE), Autonomous Maintenance, Training, Sugarcane Harvester.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto globalizado, en el que los procesos productivos de las industrias se vienen desarrollando bajo exigente eficiencia y creciente calidad, nos sumerge en la obligada exploración de nuevas tecnologías y posibilidades de mejora para optimizar recursos, reducir tiempos de inactividad y eliminar disfunciones y averías. En este contexto, la optimización de la gestión del mantenimiento ofrece a las empresas un amplio abanico de ventajas competitivas en términos de eficiencia, productividad y calidad, siendo vista la metodología Mantenimiento Productivo Total como la mejor alternativa. Durante el periodo 2019 – 2021 una empresa agroindustrial del norte del Perú, dedicada a la cosecha de caña de azúcar manteniendo la demanda de etanol, decidió incursionar en una nueva línea de producción como es el azúcar. Esta modificación ocasionó que se incremente la flota a 8 cosechadoras de caña, las cuales han sido aprovechadas en 9400 hectáreas de cultivo, con una producción de etanol de 370 mil litros por día y una molienda de 4300 toneladas diarias de caña.

Las cosechadoras que tiene el ingenio azucarero son de la marca John Deere, modelo 3520, posee un motor modelo 6090 de 6 cilindros el cual es enfriado con refrigerante, así mismo cuenta con un tanque de combustible y un tanque de sistema hidráulico con capacidad de 150 galones de diésel y 105 galones de aceite respectivamente, cada máquina pesa 19 toneladas las cuales están equipadas con aire acondicionado, un sistema de divisores de línea, un cortador de base, rodillos tumbadores, rodillos alimentadores, un “trozador”, un elevador de caña, un extractor primario y un extractor secundario, teniendo un mantenimiento básico que cumple con las recomendaciones del fabricante. Aquellas se encargan de cortar la caña de azúcar desde la parte más baja de la planta, siendo transportadas a través de unos rodillos de empuje hasta llegar a la sección de trozado para ser reducidas y trasladadas a la fábrica.

En el área de cosecha mecanizada de la empresa agroindustrial, se trabaja con dos frentes de cosecha, las cuales disponen de cuatro cosechadoras por cada frente, realizando turnos laborables de 12 horas cada día, iniciando con el operador que realiza la actividad de cosecha de caña de azúcar, la cual solo siete horas como máximo son

netamente de cosecha por cada turno y las demás se ven afectadas por fallas de equipo, entre ellas tenemos, rotura de discos en la volante del trozador, pérdida de potencia del motor de combustión, rotura de chumaceras en rodillos alimentadores, fuga de aceite en bridas del motor del cortador de base, rotura de cadena en el elevador y otros elementos de desgaste.

El TPM para Carrillo (2019), esta “[...] estrategia metodológica de trabajo está encaminada a crear un sistema operativo que aumente la eficiencia de todos los equipos que intervienen en el proceso productivo de la empresa [...]” (p.75).

Así mismo Díaz (2020), nos dice que la Eficiencia General de los Equipos (OEE) “previene la sub optimización individual de las máquinas o líneas productivas, entregando un método sistemático de estabilización de objetivos [...]” (p.158).

Por otro lado, al haber incursionado en la nueva línea del producto, la calidad de la cosecha mecanizada no sufría cambios ya que todo lo producido no se reprocesaba. Sin embargo, la disponibilidad y el rendimiento de los equipos se vieron afectados, no siendo los adecuados desde el año 2019 con un OEE de 61.2%, hasta mediados del año 2021 con un 56.8%, aquello se venía presentando debido a la baja gestión de mantenimiento, falta de capacitación al personal respecto a las maquinas cosechadoras, falta de elaboración de reportes de mantenimiento, y otros.

Por lo tanto, si el bajo nivel de eficiencia general de los equipos continua como ha estado aconteciendo, la empresa dejaría de producir parcialmente por equipos inoperativos, tiempos muertos en el personal de operación, se elevarían los costos de mantenimiento, los tiempos de reparación serían más prolongados y por ende tendríamos un bajo nivel de los indicadores de gestión de mantenimiento como el OEE.

Para disminuir la situación anterior se propuso elaborar una propuesta de mantenimiento productivo total aquella que no solo responsabilice al personal de mantenimiento sino a todos los involucrados que intervienen en la operación, ya que mediante un conjunto previo de capacitaciones respecto al mantenimiento de equipos, como la inspección, lubricación, limpieza, pequeños ajustes y reparaciones, así como la comunicación el tiempo real con las partes involucradas, y elaboración de reportes de mantenimiento, podrán realizarlo de manera confiable y segura, para así aumentar la eficiencia general de las máquinas cosechadoras de caña.

La situación descrita se formuló a través de la pregunta principal: ¿De qué manera se mejora la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021? Para responder a esta pregunta es necesario responder a las preguntas específicas: (a) ¿Cuál es la situación actual del proceso productivo en una empresa agroindustrial?, (b) ¿Qué Pilares de la Filosofía del TPM servirán para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021?, (c) ¿cómo será la propuesta de TPM para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021? y (d) ¿cuál es el costo de la propuesta?

La investigación propuesta se justificó teóricamente mediante la aplicación de la teoría del TPM, la cual permitió encontrar explicaciones a los valores presentados de la Efectividad General de los Equipos y de esta manera el investigador contrastó los conceptos del TPM en una realidad como es una empresa agroindustrial de la ciudad de Piura. Desde el punto de vista práctico según los objetivos de la investigación, el resultado obtenido permitió encontrar soluciones a los problemas de un baja OEE, cuyos resultados incidieron en la empresa.

Cómo objetivo general se planteó: Proponer los Pilares del TPM para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021. cuyos objetivos específicos necesarios para alcanzar el objetivo general se formulan como sigue: (a) Diagnosticar la situación actual del proceso productivo en una empresa agroindustrial, Piura 2021, (b) Determinar los Pilares del TPM que servirán para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021, (c) Diseñar la propuesta del TPM para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021 y (d) Calcular el costo de la propuesta del TPM para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021.

Además del sustento teórico se planteó la hipótesis general: La propuesta de mantenimiento productivo total permitió mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Se realizó una revisión de documentos relacionados con las variables de estudio encontrándose investigaciones a nivel internacional. Entre los artículos de investigación que relacionan las variables de estudio (TPM y OEE) se encontraron: Nallusamy y Majumdar (2017), Nallusamy (2016), Gupta y Vardhan (2015). A nivel nacional con respecto a la variable OEE, tenemos los estudios de Herrera (2020), Enriquez y Marquez (2019), Cori (2016). Así mismo con respecto a la variable TPM sobresalen los estudios de Cáceres (2018), García (2018) y Julca (2018).

Nallusamy y Majumdar (2017) en su artículo inspeccionaron las pérdidas que surgían en la fabricación de una industria manufacturera, debido a problemas presentados como averías en las máquinas, retrasos en los procesos de mecanizado y fraguado. Con ayuda de un diagrama de Pareto priorizaron las causas raíces y sugirieron una solución para superar estos problemas. Se llevó a cabo un estudio de caso para mejorar la utilización de la máquina herramienta y la mano de obra. Mediante el TPM se adoptó un trabajo sistemático dentro de la planta que permite reducir las pérdidas en la actividad de producción, aumentar la vida útil de los equipos, asegurando la utilización eficaz de los mismos y el comportamiento organizado de los empleados. Como resultados, se observó reducción en el tiempo de configuración, tiempo de ciclo, las pérdidas por averías y el tiempo de retrabajo, mientras que la efectividad general de los equipos también aumentó en aproximadamente un 15%.

Nallusamy (2016) en su artículo observó la producción y eficiencia de sus máquinas CNC, respecto a la correcta calidad y la entrega a tiempo de los productos, siendo estos los problemas que más influían en sus clientes, por lo cual partió de la revisión documental, registros secuenciales y observaciones directas, cuyo objetivo consistió en determinar la efectividad como resultado de implementar un sistema de mantenimiento independiente en un taller de máquinas y mejorar la OEE a través del TPM, utilizó los pilares de las 5S, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Autónomo. Obtuvo como resultado final mejoramiento de la OEE en un 5% en el mecanizado horizontal y 7% en el mecanizado vertical.

Gupta y Vardhan (2015) realizaron un artículo de investigación la cual tuvo como finalidad investigar el aumento del volumen de ventas al mejorar la OEE de las máquinas, la productividad de planta y los costos de producción mediante el mantenimiento productivo total en una empresa dedicada a la fabricación de tractores, Dándole el enfoque de una herramienta comercial en su manufactura. Se demostró que la OEE tiene el potencial para mejorar la eficacia de los equipos. Los descubrimientos empíricos del estudio revelaron que al aplicar el TPM la OEE mejoró de un 63 al 83%, la empresa duplico los ingresos por ventas y triplicó las ganancias en un período de tres años. Así mismo, gracias al uso del TPM, la empresa logro beneficios tangibles e intangibles.

Herrera (2020) en su estudio propone un sistema que permita medir la eficiencia general de los equipos, y así el área de tejeduría mejore su productividad, tomo el artículo Tafetán 1045 como referencia, por ser el más representativo en sus fabricaciones de tela, utilizó formatos para registrar los datos y codificarlos en un tiempo de 2 meses (marzo y abril), luego elaboró un diagrama de Pareto teniendo como resultado los tiempos improductivos (paradas) que dificultaban el proceso pasando desapercibidos.. Posteriormente llamo a reunión a las partes responsables, (operarios, supervisores y mecánicos), los cuales propusieron soluciones para reducir fallas y aumentar la productividad. Como resultado se incrementó el valor de la OEE de 77.36% a 89.5%, se optimizo el tiempo de producción y el valor de la productividad de Tafetán 1045 aumento de 14.69 m/h a 16.83 m/h.

Enriquez y Marquez (2019) en su investigación “Propuesta de mejora de la eficiencia de la línea de producción de una planta de harina de pescado aplicando la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM)” los cuales diagnosticaron mediante la matriz de Vester y el diagrama de Pareto las causas que originaban el problema de la baja eficiencia en su línea de producción, como reproceso en la materia prima, exceso de horas en paradas de máquinas y falta de repuestos y materiales, para posteriormente diseñar la propuesta utilizando tres pilares del TPM siendo el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la capacitación, quienes proyectaron un aumento de la OEE de 64% a 76%.

Cori (2016) realizó una investigación en una empresa dedicada a la producción de choclo congelado, teniendo como finalidad mejorar la productividad debido al cuello de botella encontrado, partiendo de estudiar a los equipos que participaban en la producción, analizo el proceso, elaboro un diagrama de Pareto, un diagrama de Ishikawa, calculó la capacidad instalada y midió la OEE. En Conclusión, en base a la medición encontrada del OEE, realizó innovaciones en el proceso de choclo congelado, implemento el mantenimiento preventivo de los equipos y se enfocó en medir tiempos y temperaturas en el proceso, como resultado aumentó su productividad en los meses de mayo – agosto 2015 en un 20%.

Cáceres (2018), quien en su investigación denominada “propuesta de mejora de la eficiencia global de los equipos orientado en el mantenimiento productivo total para una empresa envasadora de bebida gaseosa no alcohólica”, donde el autor al diseñar la propuesta bajo cuatro pilares del TPM, siendo dos de ellos, el Mantenimiento Autónomo y La Capacitación, logra determinar todos los costos, plasmándolos de manera detallada en tablas, obteniendo resultados favorables bajo un costo beneficio de 3.4 soles, interpretándose que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 2.4 soles y cuya proyección de la OEE fue de un 11.3%.

García (2018) en su estudio realizado en una empresa dedicada a la producción de alimentos balanceados, tuvo como objetivo principal proponer la metodología TPM, tras haber identificado distintos problemas como la falta de indicadores de gestión de mantenimiento, falta de estándares en sus procesos y falta de capacitación en el personal, por la cual propuso la implementación de un sistema de gestión (GMAO), el método de clasificación de la merma; el mantenimiento autónomo; las 5S; capacitaciones y formación de los colaboradores en temas operativos de calidad, seguridad y estandarización de procesos. Por último, tras haber desarrollado la propuesta de implementación presentó los beneficios económicos para este proyecto de implementación del TPM. Teniendo ahorros mensuales de S/. 6,731.60 con una inversión inicial de S/: 30,612.63.

Julca (2018), realizó una investigación cuyo objetivo fue diseñar y aplicar un sistema de gestión del mantenimiento productivo total para reducir los costos operativos en una línea de producción de plataformas, partiendo de un diagnóstico situacional de la empresa para conocer los problemas existentes, para ello utilizó el diagrama de Ishikawa, luego expuso la causa raíz de estos problemas determinando los más críticos mediante un diagrama de Pareto. Así mismo para dar solución se apoyó en herramientas del TPM, como la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo, procedimientos, capacitaciones y gestión de documentos. Por último, en su evaluación económica obtuvo un B/C de 1.45 siendo esto favorable, concluyendo que la propuesta es factible y rentable para la empresa.

Como teorías relacionadas a la investigación tenemos la Norma ISO 55001 (Gestión de mantenimiento de activos), los manuales de los equipos, los tipos de mantenimiento, la Eficiencia General de los Equipos y los pilares del TPM.

Se utilizó como respaldo la norma ISO 55001 para especificar los requisitos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el Sistema de Gestión de Activos. Es de importancia esta norma porque guiará el buen funcionamiento de los equipos.

Rosique y Márquez (2016) refiere que la ISO 55001 (gestión de activos) es una disciplina muy amplia la cual abarca varias áreas dentro de una organización, aquella que proporciona una orientación estructurada basada en las buenas prácticas para poder gestionar y extender el periodo de vida de los activos, mediante un conjunto de procesos y procedimientos logrando ciertos beneficios, entre ellos tenemos: la mejora en la eficiencia operativa, en la confiabilidad y la disponibilidad de los sistemas. También asegura el cumplimiento de requisitos legales y reglamentos logrando fortalecer a las empresas para ser sostenibles en el tiempo, mejorando su cultura organizacional, sus valores, generando satisfacción en los clientes y empleados.

Así mismo el manual del operador de la cosechadora John Deere, modelo 3520, especifica que para un buen mantenimiento hacia el equipo, se deben seguir las indicaciones del fabricante para asegurar la garantía y así mismo extender la vida útil de la

maquinaria, siendo estos sujetos a frecuencias de tiempo que van desde las 10 horas partiendo de un mantenimiento básico rutinario, 500 horas un mantenimiento preventivo, 1500 horas un mantenimiento predictivo, hasta llegar a las 4500 horas donde se aplica un Overhaul o mantenimiento mayor. (Manual del Operador John Deere 3520, 2006).

González et al. (2018) define varios tipos de mantenimiento los cuales se pueden aplicar a los equipos de acuerdo a la necesidad presentada siendo los 3 más conocidos, el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

López y Salazar (2020) definen al mantenimiento correctivo como la identificación y corrección de una falla, utilizando el menor costo posible.

Así mismo, Flores et al. (2016) refiere al mantenimiento preventivo como una lista completa de actividades, siendo estas realizadas por responsables del mantenimiento, para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos. Por último, Poór y Basl (2019) menciona en su artículo que el mantenimiento predictivo utiliza la medición de variables en los equipos, los cuales se analizan y mediante los resultados se predice cuando ocurrirán las fallas para así poder accionar antes de que estas se presenten.

El mantenimiento productivo total es una filosofía de mantenimiento, el cual ha ido evolucionando con el transcurso de los años, siendo creada por el japonés Seiichi Nakajima en los años 1970, el cual sustenta al TPM en ocho pilares: Mantenimiento preventivo, mejoras individuales en los equipos, proyectos MP/LCC, educación y capacitación, mantenimiento de calidad, control administrativo, medio ambiente; seguridad e higiene, mantenimiento autónomo. Este partió de la idea en tomar las buenas prácticas de modelos americanos en mantenimiento, para luego mejorarlos e implementarlos en su país. Este sistema permite involucrar a todas las partes que intervienen en los procesos operativos como administrativos, pasando por un proceso de capacitación, donde todos puedan realizar actividades que estén a su disposición, el cual tiene como finalidad ampliar la vida útil de los equipos y mejorar la capacidad de los trabajadores. En un principio las organizaciones mostraron resistencia debido a sus reglamentos de trabajo y a la poca visión acerca del mantenimiento, pero poco a poco

este nuevo enfoque fue adquiriendo relevancia debido a que unas pocas lo pusieron en práctica obteniendo buenos resultados (Nakajima, 1984).

Por otro lado, Morales y Rodríguez (2017) nos dicen que el TPM permite sumar niveles de conocimiento, como el desempeño, la eficiencia y el trabajo en equipo en todas las áreas de una organización. Así mismo Pascu et al. (2018) afirma que el TPM contribuye en una serie de procedimientos diseñados para asegurar la correcta operación de las máquinas, evitando así que estas paren. Afirmándolo Jangaler y Ranganath (2018) que el principal objetivo del TPM es lograr cero averías.

Para Tavares (1999) el Mantenimiento Autónomo permite crear conciencia acerca del cuidado de las máquinas registrando datos en cada actividad, mostrando una nueva administración del mantenimiento. Así mismo nos dice que el pilar de la educación y capacitación, permite la formación del personal de tal manera que obtengan las características deseadas donde el usuario será capaz de ejecutar las tareas de mantenimiento, y así mismo los supervisores tengan la capacidad de analizar, inspeccionar y anticiparse a los futuros fallos de los equipos.

Por último, Reyna y Zumaran (2020) nos dice que los equipos deben pasar por inspecciones periódicas y estas deben estar plasmadas en documentos o cartillas con la finalidad de no dejar ningún componente a la deriva, para obtener un óptimo control ayudando a mejorar los procesos del mantenimiento en las industrias.

Respecto a la Eficiencia General de los Equipos (OEE), Cáceres (2018) utiliza las 5 clasificaciones del OEE, $< 65\%$ (Deficiente), $\geq 65\%$ y $\leq 75\%$ (Regular), $\geq 75\%$ y $\leq 85\%$ (Aceptable), $\geq 85\%$ y $\leq 95\%$ (Buena), $\geq 95\%$ y $\leq 100\%$ (Excelente). Por otro lado, Hai-riyah, Rizki y Wijaya (2019), Nos dice que la OEE, es un indicador que nos permite calcular la efectividad real de una máquina o equipo, y esta se haya mediante la multiplicación de los 3 factores como son: disponibilidad, rendimiento y calidad. Así mismo Díaz (2020), considera que la OEE es un indicador cuyo objetivo es calcular la efectividad productiva de las máquinas para disminuir sus desperdicios al mínimo y así las empresas lo vean como una prioridad. Nallusamy (2016), dice que la OEE empieza a mejorar cuando se reflejan los siguientes factores como: la reducción del tiempo de

paradas, el bajo nivel de fallas en los equipos y cuando aumenta la participación de los colaboradores. Gracias a esto se obtienen beneficios por el ahorro de costos, se minimiza la cantidad de accidentes en la empresa, maximizan las ventas y crece la satisfacción de los clientes.

Las dimensiones a ser utilizadas en el TPM se basan en el mantenimiento autónomo (a través de su indicador Porcentaje de Mantenimiento Autónomo) y la capacitación (mediante el indicador Porcentaje de Capacitación). A continuación, detallamos las fórmulas para calcularlos.

$$\text{Porcentaje de mantenimiento autónomo (\%MA)}; \%MA = \frac{\text{Total de tareas realizadas}}{\text{Total de tareas programadas}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de capacitación (\%C)}; \%C = \frac{HHC}{HHD} \times 100$$

Donde:

HHC: Horas Hombre en Capacitación

HHD: Horas Hombre Disponibles

Como dimensiones de la Efectividad General de los Equipos tenemos: disponibilidad, rendimiento y calidad con indicadores porcentaje de disponibilidad, porcentaje de rendimiento y porcentaje de calidad.

$$\%D = [(TTO - TPF) / TTO] \times 100$$

TTO: Tiempo Total Operativo
averías

TPF: Horas muertas por paradas o

$$\%R = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción planificada}} \times 100$$

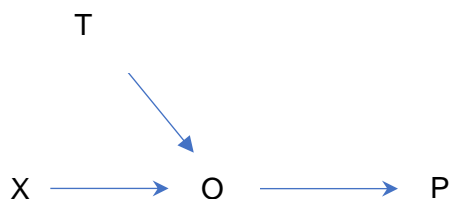
$$\%C = \frac{\text{Unidades conformes}}{\text{Unidades totales}} \times 100$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

De acuerdo con Lozada (2014) la investigación aplicada tiene un interés práctico, pues sus resultados se aplican inmediatamente en la solución de problemas reales. Este tipo de investigación identificó la situación actual del problema y luego dentro de las posibles soluciones, buscó la más adecuada para el contexto específico. La investigación propositiva consiste en el diagnóstico crítico situacional de una realidad para luego elaborar una propuesta con una alternativa de solución con fundamento teórico y una estrategia de solución coherente (Charaja, 2018). La investigación desarrollada pertenece a la categoría de investigación propositiva de acuerdo al diagnóstico de la situación presentada en el área de mantenimiento para luego presentar una propuesta de solución de mantenimiento productivo total.

Para Vara (2014) los diseños de investigación son: “planes y estrategias de investigación concebidos para obtener respuestas confiables a las preguntas de investigación” (p. 186). Mediante el diseño se plantea un conjunto de actividades secuenciales y organizadas, las que deben adaptarse a los casos particulares de cada investigación donde quedan plasmados los pasos y pruebas a efectuar, así como técnicas para recolectar y analizar los datos. El diseño utilizado corresponde a una investigación propositiva la cual se detalla como sigue:



Dónde:

X: Realidad en el área de mantenimiento

O: Observación relevante que se recogerá en el área de mantenimiento.

T: Análisis y fundamentación de la teoría sobre mantenimiento productivo total.

P: Propuesta de mantenimiento productivo total.

3.2. Variables y operacionalización

Esta investigación utilizó para su desarrollo como variable independiente Mantenimiento Productivo Total, que es una variable propositiva, y Efectividad General de los Equipos como variable dependiente. El mantenimiento productivo total presenta las dimensiones: el mantenimiento autónomo (con su indicador porcentaje de mantenimiento autónomo) y la capacitación (con su indicador porcentaje de capacitación). La escala de medición de cada indicador es de tipo razón. La variable efectividad general de los equipos con dimensiones disponibilidad, rendimiento y calidad con indicadores porcentaje de disponibilidad, porcentaje de rendimiento y porcentaje de calidad respectivamente. La operacionalización de estas variables se presenta en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Tamayo (2012) define a la población como un conjunto de unidades a analizar, las cuales deben cuantificarse para realizar un determinado estudio.

Para Hernández et al. (2017) la muestra es una cantidad extraída de un conjunto de datos, y estos datos deben identificarse con anticipación para representar su población.

Así mismo Para Neftalí (2016) la unidad de análisis es un conjunto de objetos o personas de los cuales se trata de obtener información.

En la investigación desarrollada se trabajó con dos unidades de análisis identificadas siendo los trabajadores del área de mantenimiento y los equipos utilizados en la empresa agroindustrial. Por lo que se tuvieron dos poblaciones: Los trabajadores, que totalizan 46 personas y los equipos que en total hacen 86. Siendo distribuidos de acuerdo a las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Personal de mantenimiento

Puesto	Cantidad
Jefe de mantenimiento	1
Planificador de mantenimiento	1
Supervisor de mantenimiento cosecha	2
Supervisor de mantenimiento taller de maestranza	1
Supervisor de mantenimiento agrícola	1
Mecánicos de Mantenimiento	40
Total	46

Tabla 2. Equipos utilizados en la empresa

Tipo de equipo	Cantidad
Cosechadora John Deere 3520	8
Tractores John Deere 6110J	1
Tractores John Deere 6125J	4
Tractores John Deere 3036E	1
Tractores John Deere 6130J	9
Tractores John Deere 6145J	2
Tractores John Deere 6190J	3
Alzadora de caña John Deere 1850	3
Retroexcavadora John Deere 310SK	1
Tractores New Holland 7630	3
Tractores New Holland 7135	1
Tractores New Holland 7010	5
Tractores New Holland 7020	2
Tractores New Holland 7040	4
Tractores New Holland 7060	6
Autovolteos modelo santal	24
Camabaja metagro	2
Camión Hino 300.	1

Motosoldadoras miller blue star185	2
Generadores olympian36 kw	2
Motores estacionarios Perkins 403D11	2
Total	86

Respecto a la población de trabajadores la muestra fue censal, siendo toda la población de 46 trabajadores y respecto a nuestros equipos se utilizó una muestra por conveniencia, trabajando directamente con las cosechadoras por ser los equipos más críticos y la raíz del problema, teniendo una cantidad de 8 cosechadoras.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas para recolectar datos es el conjunto de procedimiento utilizados para recoger los datos referidos a nuestro problema de investigación (Charaja, 2018). Para analizar cómo se llevan a cabo las actividades en el área de mantenimiento se hizo uso de las técnicas de la entrevista, la encuesta y el análisis documental. Los instrumentos para la aplicación de estas técnicas fueron la guía de entrevista, el cuestionario, el formato de fallas críticas por sistemas y la ficha para el cálculo de la efectividad general de los equipos ubicados en el Anexo 2.

La validez de los instrumentos de este trabajo se realizó mediante el juicio de expertos de tres profesionales de la Escuela Profesional de Ingeniería industrial de la Universidad César Vallejo, Anexo 3. La confiabilidad del cuestionario se realizó mediante la prueba Alfa de Cronbach siendo aplicada en un primer momento a 10 técnicos mecánicos cuyo valor arrojado fue de 0.924, siendo excelente, luego se procedió a realizar la encuesta a la población total de 40 técnicos mecánicos cuyo valor arrojado en un segundo momento fue de 0.946, cuyos cálculos se muestran en el Anexo 4.

3.5. Procedimientos

Para llevar a cabo el diagnóstico de la situación actual en el proceso productivo de una empresa Agroindustrial – Piura, 2021 se solicitaron los permisos correspondientes al jefe del área de mantenimiento. Luego de contar con los permisos respectivos se aplicó

la guía de entrevista al jefe (15 preguntas) y supervisores de mantenimiento (17 preguntas) de acuerdo a un cronograma establecido con cada uno de ellos en un horario el cual no incomodó sus labores habituales, utilizando para ellos la plataforma Jitsi Meet, anotando la idea transmitida de cada pregunta de manera clara y precisa. Para aplicar el cuestionario a cada uno de los mecánicos de las subáreas de mantenimiento se conversó previamente con ellos, durante los descansos por pausas activas explicándoles la finalidad. Así mismo para confirmar la confiabilidad del instrumento, se realizó una prueba piloto tomando como muestra el 25% de la población (mecánicos), evidenciando que la formulación de preguntas era claras y relacionadas a su área, logrando una confiabilidad favorable. Por otro lado, en una segunda etapa, en otra fecha acordada, los dos investigadores aplicaron dicho instrumento a cada grupo de mecánicos en su turno respectivo, con la ayuda de un formulario de Google el cual obtenía una cantidad de 14 preguntas puntuales, aquellos haciendo uso de sus celulares respondieron cómodamente, cuyos datos fueron registrados en la nube previa confirmación, Anexo 5.

Paralelamente se realizó una revisión documental mediante la información solicitada al jefe de mantenimiento, luego se plasmó en el formato para calcular la OEE, después se llevó a cabo el análisis de dicho indicador, realizando la propuesta correspondiente. Los investigadores se turnaron para el desarrollo de esta actividad durante los últimos días de agosto y principios de setiembre.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para el análisis de los datos se emplearon estadísticas descriptivas, así como de herramientas de ingeniería industrial y administrativas. Para el análisis de la situación actual se utilizó el diagrama de Ishikawa, la matriz de Vester y el diagrama de Pareto para identificar las causas raíz del problema que originaban una baja efectividad general de los equipos.

Recolectados los datos de la gestión del mantenimiento del periodo 2019 al 2021, Se procedió también a registrar la efectividad general de los equipos a través del Formato para el cálculo de la OEE, Anexo 2C. Cuyos resultados se muestran en un gráfico lineal. (Figura 4).

Para analizar los datos obtenidos a través del cuestionario y de la entrevista, se realizó el análisis de los mismos a través de los diagramas de Ishikawa, Pareto y la matriz de Vester. (Figura 1,2,3).

3.7. Aspectos éticos

En el proyecto de investigación se utilizó el principio de confidencialidad protegiendo la identidad de la empresa y de los informantes. Para realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso de mantenimiento se hizo uso de la objetividad. Se utilizó el principio de originalidad mediante la citación de todas las fuentes de información utilizadas y se evidencia a través del reporte de similitud del Turnitin (menor al 25%). La información mostrada es verdadera por lo que se cumplió el principio de la veracidad ya que fue verdadera tal como se recogió en el estudio de campo.

IV. RESULTADOS

Para realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso productivo en una empresa agroindustrial, se procedió con la aplicación del cuestionario, las entrevistas y el análisis documental (Anexo 2). Estos resultados se resumen en el diagrama de Ishikawa (Figura 1), la matriz de Vester (Figura 2), cuadrante Matriz de Vester (Figura 2.1), el diagrama de Pareto (Figura 3), y el gráfico lineal de la OEE (Figura 4).

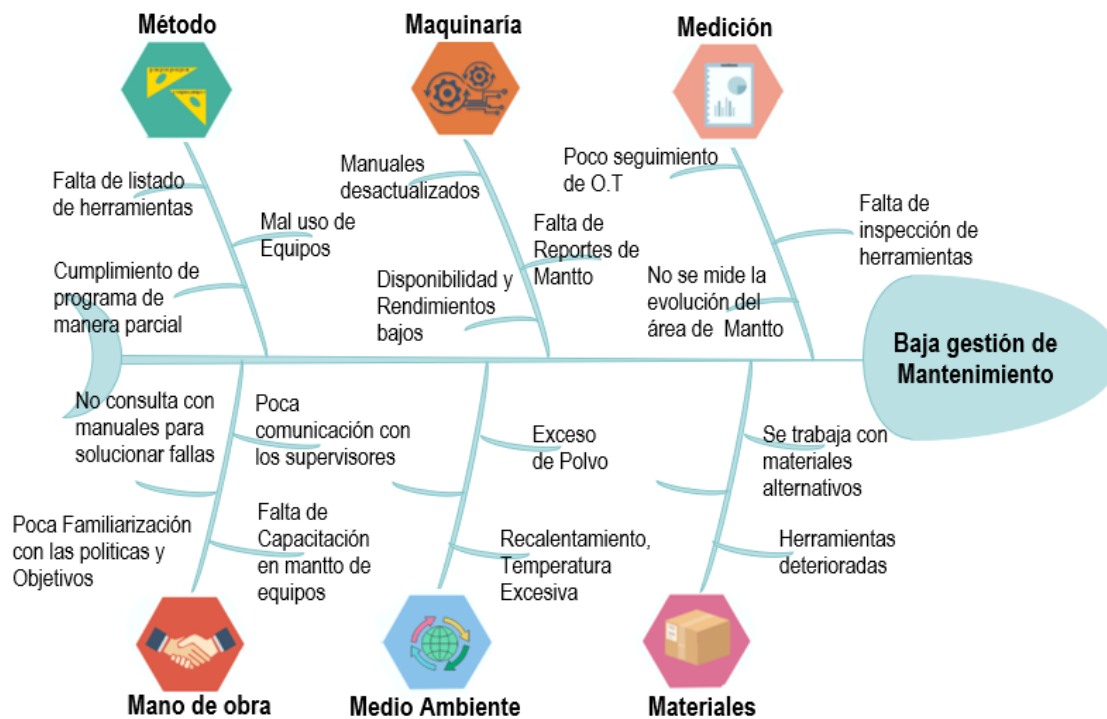


Figura 1, Diagrama de Ishikawa

Fuente: Anexo 2. Matriz de Recolección de Datos

Gracias a aplicación de los instrumentos (cuestionario y entrevista), se logró obtener datos relevantes a través de las causas con mayor reincidencia, los cuales se plasmaron en el diagrama de Ishikawa a través de las 6M, aquellas que se vienen presentando en el proceso productivo de la empresa de estudio, teniendo como problema principal la baja gestión de mantenimiento.

Partiendo de los datos presentados en el diagrama de Ishikawa, se procedió a utilizar la matriz de Vester para realizar un análisis más detallado y preciso, la cual nos permitió identificar las causas de mayor impacto, mediante una evaluación y ponderación correspondiente, generando sumatorias sobre los datos de influencia y dependencia de las mismas, obteniendo resultados precisos los cuales se ven reflejados en dicha matriz, Figura 2.

COD	DESCRIPCION	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	INFLUENCIA
1	Cumplimiento de programa de manera parcial	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1		3
2	Mal uso de equipos	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		2
3	Manuales desactualizados	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		5
4	Falta de Reportes de Mantto	1	0	0	0	2	0	1	0	3	2	0	0		9
5	Disponibilidad y Rendimientos bajos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		2
6	Poco seguimiento de O.T	1	0	0	3	0	0	0	0	3	3	0	0		10
7	Falta de inspección de herramientas	1	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1		6
8	No consulta con manuales para solucionar fallas	2	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	1		8
9	Falta de Capacitación en cosechadoras	2	0	0	3	2	0	1	2	0	1	1	0		12
10	Poca comunicación con los supervisores	1	1	1	1	2	2	0	2	2	0	0	2		14
11	Se trabaja con repuestos alternativos	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0		3
12	Poca Familiarización con las políticas y Objetivos	2	2	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0		10
DEPENDENCIA		15	6	1	12	14	6	3	5	9	7	1	5	0	84

Figura 2. Matriz de Vester

Fuente: Anexo 2. Matriz de Recolección de Datos

Luego de haber obtenido las ponderaciones correspondientes en la Matriz de Vester, se procedió analizar los datos arrojados en el Cuadrante de dicha Matriz, El siguiente Cuadrante se encuentra dividido en 4 partes, mostrando en la parte inferior derecha e izquierda y parte superior izquierda y derecha, los problemas activos, indiferentes, pasivos y críticos respectivamente, donde nos muestra las causas 4 y 9, siendo parte de los problemas más críticos, siendo estos la falta de capacitación en el personal mecánico y la falta de reportes de mantenimiento los cuales reflejan la baja gestión en nuestro estudio, aquellos que se mejoraran con la propuesta de mantenimiento productivo total.

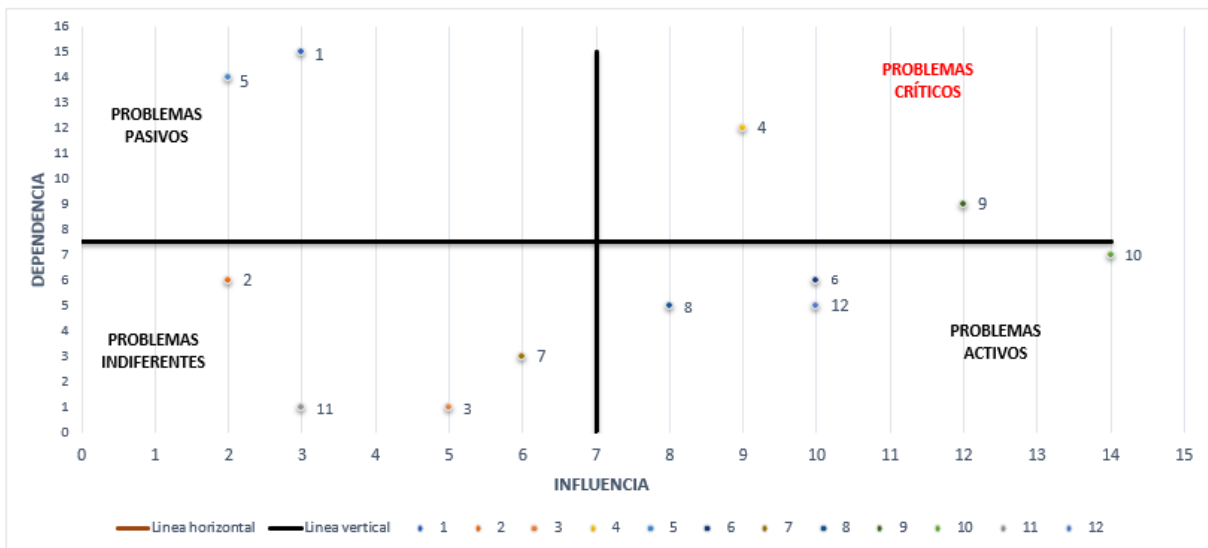


Figura 2.1 Cuadrante Matriz de Vester

Fuente: Anexo 2. Matriz de Recolección de Datos

Por otro lado, se realizó una revisión documental respecto a las fallas presentadas en los sistemas de las maquinas cosechadoras de azúcar, en los años 2019 – 2021, aquella se plasmó en una tabla de Excel para posteriormente elaborar el diagrama de Pareto, donde se logra apreciar que el 80% de los problemas, provienen del 20% de los sistemas, los cuales podemos apreciar en el gráfico, representados en 5 componente críticos pertenecientes a las máquinas cosechadoras.

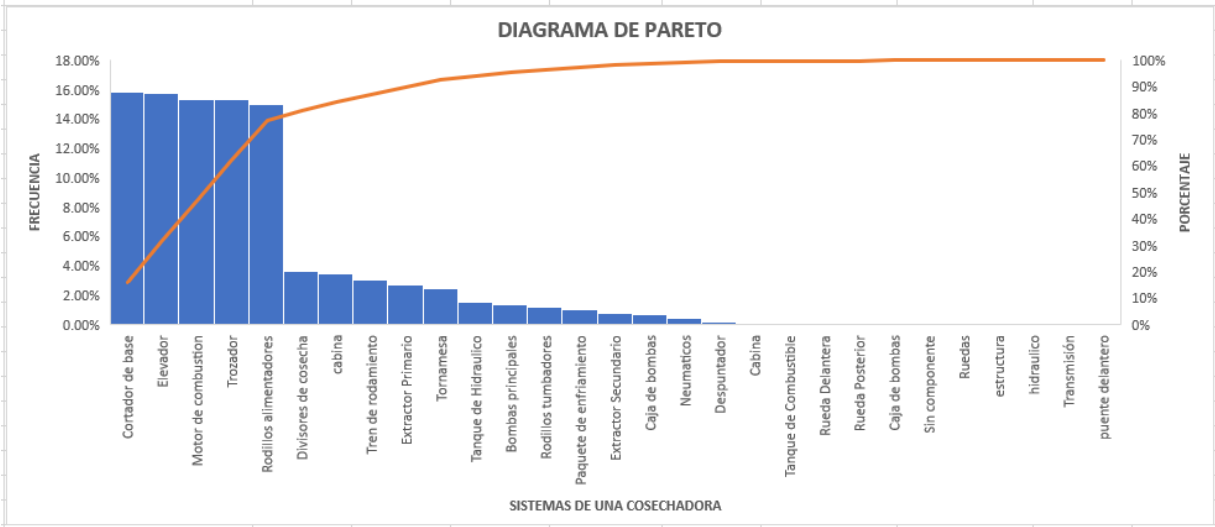


Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente: Anexo 2D. Fallas de los sistemas de máquinas cosechadoras año 2019 - 2021

En la figura 4 se muestra la variación de la OEE del periodo 2019 al 2021, aquellos que se visualizan en nuestra gráfica lineal la cual indica que en el año 2019 en el primer trimestre tuvo una tendencia baja, así mismo el segundo, tercero y cuarto de mismo año, no siendo muy significativos. Por otro lado, a inicios del año 2020 logró un ligero ascenso, para posteriormente ir creciendo de manera progresiva, hasta junio del 2021, siendo estos positivos, pero no los suficientes para superar el estándar aceptable deseado (>75%).

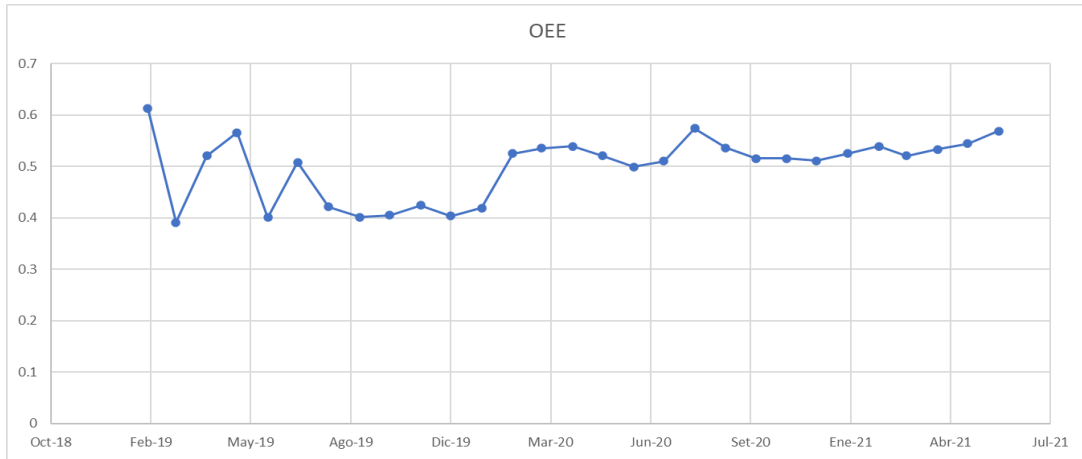


Figura 4. Gráfico Lineal OEE

Fuente: Anexo 2C. Formato para el cálculo de la OEE

Respecto a nuestro segundo objetivo, determinar los pilares del TPM necesarios para la elaboración de la propuesta, se realizó una revisión de literatura para solucionar cada uno de los problemas críticos identificados en el diagnóstico. En la Tabla 3 se muestran las fuentes identificadas:

Tabla 3. Problemas Críticos y Frecuentes

Problema crítico	Propuesta de solución	Fuente
Falta de reportes de mantenimiento	Elaboración de un formato para el reporte de mantenimiento.	Tavares (1999) nos dice que el Mantenimiento Autónomo permite crear conciencia acerca del cuidado de las máquinas registrando datos en cada actividad, mostrando una nueva administración del mantenimiento. Mejorando las inspecciones de los equipos, así mismo las zonas de trabajo con accesos complicados y la estandarización de actividades.
Falta de Capacitación de cosechadoras	Creación de un plan de capacitaciones anual sobre maquinas cosechadoras de caña de azúcar.	Tavares (1999) nos dice que el pilar de la educación y capacitación, permite la formación del personal de tal manera que ambos obtengan las características deseadas donde el usuario será capaz de ejecutar las tareas de mantenimiento, y así mismo los supervisores tengan la capacidad de analizar, inspeccionar y anticiparse a los futuros fallos que presenten los equipos.

<p>Problemas frecuentes: Falla de 5 sistemas de las cosechadoras</p>	<p>Creación de cartillas de inspección para cada uno de los sistemas más críticos de las cosechadoras de caña de azúcar.</p>	<p>Reyna y Zumaran (2020) nos dice que los equipos deben pasar por inspecciones periódicas y estas deben estar plasmadas en documentos o cartillas con la finalidad de no dejar ningún componente a la deriva, para obtener un óptimo control ayudando a mejorar los procesos del mantenimiento en las industrias.</p>
--	--	--

Fuente: Tavares (1999), Administración moderna de mantenimiento.

Respecto a nuestro tercer objetivo, diseñar la propuesta del TPM que servirá para mejorar la efectividad general de los equipos, se trabajó sobre los pilares identificados en el segundo objetivo, como es el mantenimiento autónomo y la capacitación. En la Figura 5 se muestra un mapa conceptual comprendiendo las etapas de la propuesta a seguir, cuyo desarrollo se encuentra detallada en el Anexo 7.

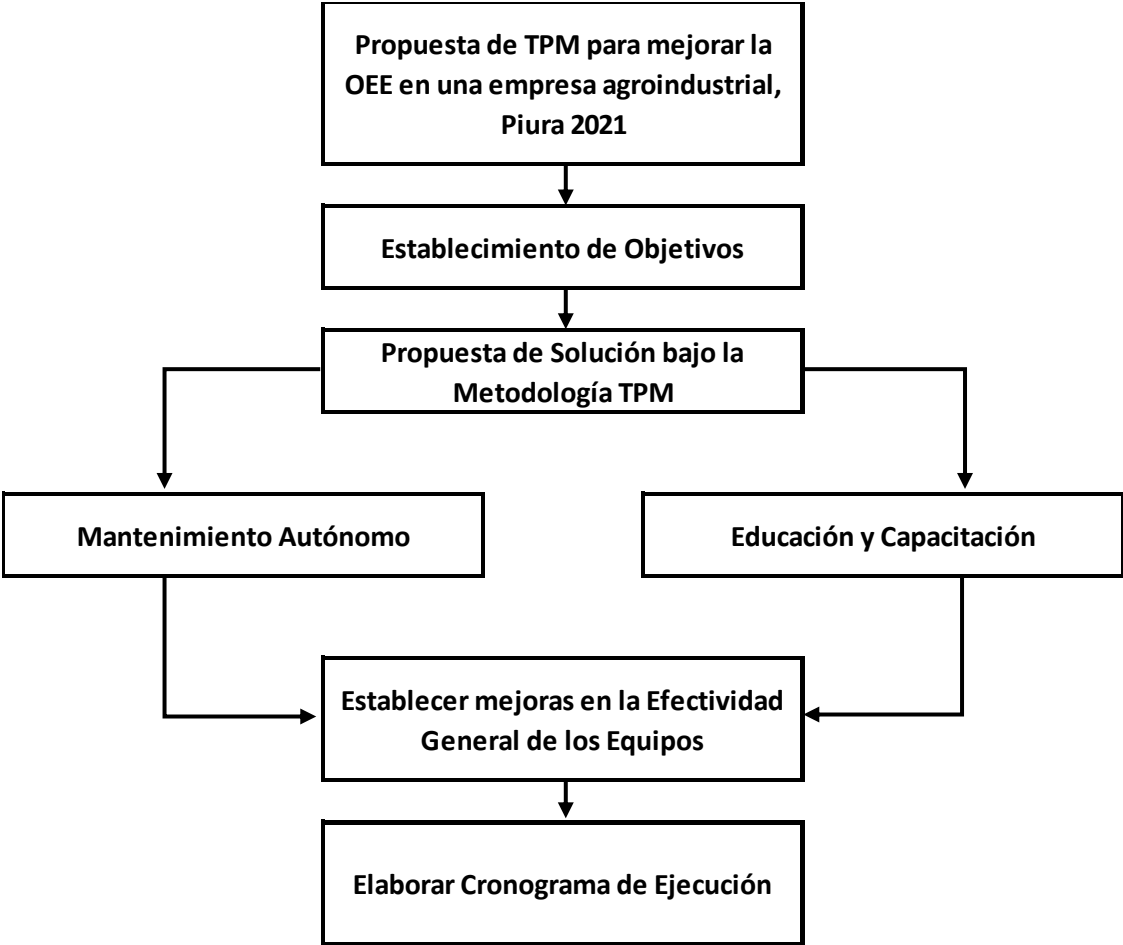


Figura 5. Mapa Conceptual de la Propuesta de TPM

Fuente: Anexo 7

Respecto a nuestro cuarto y último objetivo específico, Calcular el costo de la propuesta del TPM para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, se procedió a realizar las evaluaciones correspondientes, plasmadas en la tabla 4.

Tabla 4. Cálculo del Costo Beneficio de la Propuesta

PROYECTO DE INVERSIÓN		
Capacitación	S/	146,000.00
Cartillas de Inspección	S/	2,500.00
Reporte de Mantenimiento	S/	500.00
	S/	149,000.00

COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO AÑO 2020					
Año	S/	2,421,873.10	Mes	S/	201,822.76

HORAS PERDIDAS DE COSECHA MECANIZADA AÑO 2020					
Año	S/	8,325,120.64	Mes	S/	693,760.05

(I1) INGRESOS COSECHA MECANIZADA 2020	
Enero	S/ 2,348,676.00
Febrero	S/ 2,405,350.00
Marzo	S/ 2,139,114.00
Abril	S/ 2,364,492.00
Mayo	S/ 2,869,286.00
Junio	S/ 3,450,524.00
Julio	S/ 3,263,368.00
Agosto	S/ 2,610,958.00
Setiembre	S/ 2,355,266.00
Octubre	S/ 2,798,114.00
Noviembre	S/ 3,262,050.00
Diciembre	S/ 3,279,184.00
Total 2020	S/ 33,146,382.00

Total Ingreso 2020	S/ 33,146,382.00
Total Ingreso Proyectado	S/ 43,744,375.72
Costo - Beneficio	1.32

(I2) INGRESOS PROYECTADOS	Ingresos Cosecha Mecanizada 2020	Ahorro de Mantto Correctivo 2020	Horas Recuperadas de Cosecha Mecanizada 2020
Enero	S/ 2,348,676.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Febrero	S/ 2,405,350.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Marzo	S/ 2,139,114.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Abril	S/ 2,364,492.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Mayo	S/ 2,869,286.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Junio	S/ 3,450,524.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Julio	S/ 3,263,368.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Agosto	S/ 2,610,958.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Setiembre	S/ 2,355,266.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Octubre	S/ 2,798,114.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Noviembre	S/ 3,262,050.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Diciembre	S/ 3,279,184.00	S/ 201,822.76	S/ 693,760.05
Total	S/ 33,146,382.00	S/ 2,421,873.12	S/ 8,325,120.60
Total, Proyectado	S/ 43,893,375.72		

Fuente: Anexo 6

Según los resultados obtenidos en la tabla 4 se puede concluir que la propuesta de mantenimiento productivo total para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, es aceptable, debido a que el resultado de 1.32 es mayor a uno, por lo tanto, se recomienda su implementación.

V. DISCUSIÓN

En el contexto globalizado, los procesos productivos de las industrias sufren cambios en determinados periodos de tiempo, lo cual muchas veces se traduce en pérdidas, es ahí donde la gestión de cada empresa cumple un papel fundamental, la cual debe pasar por un proceso de diagnóstico, evaluación y análisis, siguiendo la línea de la mejora continua.

La investigación realizada partió de un diagnóstico situacional de la empresa de estudio utilizando entrevistas y un cuestionario virtual al personal de mantenimiento, con la información obtenida se elaboró un diagrama de Ishikawa utilizando las 6M (Figura 1), logrando identificar 17 posibles causas, de las cuales 12 más relevantes se plasmaron en una matriz de Vester pasando por un proceso de evaluación y ponderación correspondiente, determinando su importancia graficada en el cuadrante de dicha matriz (Figura 2.1), obteniendo como resultados dos causas críticas como la falta de reportes de mantenimiento y falta de capacitación en el personal respecto a máquinas cosechadoras de azúcar.

Adicionalmente se recopiló información de una revisión documental de los 29 sistemas que fallaron en las maquinas cosechadoras de caña dentro del proceso productivo en los periodos 2019-2021, siendo estos ordenados y graficados a través de un diagrama de Pareto, encontrando que el 80% de los problemas radican en cinco sistemas los cuales fallaron frecuentemente.

Julca (2018), quien en su investigación realizó un diagnóstico situacional en una empresa metalmeccánica con el fin de reducir los altos costos operativos en una línea de producción de plataformas, entrevistó al personal de mantenimiento y revisó reportes de mantenimiento, la compilación se plasmó en un diagrama de Ishikawa a través de 10 causas, determinando la criticidad de cada una mediante un diagrama de Pareto,

de las cuales se obtuvieron cuatro causas críticas, como falta de procedimientos, documentación faltante de equipos, falta de herramientas y falta de formación en actividades de mantenimiento, las cuales representaban el 80 % de sus problemas.

En concordancia con Nallusamy y Majumdar (2017) quienes en su artículo de investigación inspeccionaron las pérdidas que surgían en la fabricación de una industria manufacturera, partieron de una revisión documental encontrando 6 causas posibles, quienes priorizaron un diagrama de Pareto encontrando que el 80% de sus problemas provenían de 4 causas como averías de máquinas, retrasos en los procesos de mecanizado, demora en la configuración y retrabajo, posteriormente sugirieron una propuesta de solución para superar sus problemas.

Al realizar una comparación de ambos estudios con la investigación realizada, se logra encontrar que las situaciones presentadas son diferentes, pero existe una misma concordancia a seguir respecto al diagnóstico, mediante las herramientas utilizadas en dichos estudios, obteniendo resultados valiosos para posteriormente analizarlos y generar propuestas de solución.

Después de haber realizado un análisis de la situación actual presentada, fue importante determinar los pilares del TPM que ayudan a mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, siendo estos valores obtenidos gracias a la revisión documental a través de una ficha para el cálculo de la OEE en los periodos 2019-2021 (Anexo 2C), siendo la disponibilidad de 68.2%, el rendimiento 83% y la calidad sin verse afectada el 100%, con una OEE del 56.87%, en el mes de Junio del año 2021, en este escenario según las teorías de Tavares (1999) se determinaron 2 de los 8 pilares del TPM, como el pilar del mantenimiento autónomo el cual crea conciencia acerca del cuidado de las máquinas, mejora la administración del mantenimiento y permite el registro de datos en cada actividad realizada. Así mismo el pilar de la capacitación, el cual educa al personal operativo como administrativo para que ambos obtengan características deseadas siendo capaces de ejecutar diversas actividades.

Concordando con García (2018), en su estudio dedicado a una empresa productora de alimentos balanceados, quién presentó como objetivo general proponer la metodología TPM tras haber diagnosticado e identificado problemas dentro de su proceso productivo, como la falta de indicadores de gestión de mantenimiento, falta de estándares en sus procesos, poco conocimiento del personal respecto a los equipos con los que trabajaban, utilizó tres de los 8 pilares del TPM, siendo dos de ellos el Mantenimiento Autónomo y la Capacitación en temas donde solía carecer su personal. Como podemos observar ambos estudios utilizaron los pilares adecuados, de acuerdo a la necesidad encontrada en su realidad.

Una propuesta de mantenimiento productivo total debe tener una base sobre la cual desarrollarse, esto significa conocer las causas que originan un problema en particular y luego evaluarlas de acuerdo con un índice de gravedad, el estudio realizado utilizó el diagrama de Ishikawa, la matriz de Vester y diagrama de Pareto según figura 1, 2 y 3 de los resultados respectivamente, determinando una deficiente gestión del mantenimiento, así mismo una revisión de la efectividad general de los equipos dentro de los periodos 2019-2021 (Anexo 2C), obteniendo una OEE del 56.87% en el mes de Junio del 2021, cuya propuesta de solución se apoyó en dos pilares del TPM como fueron el mantenimiento autónomo y la capacitación, cuya proyección pretende mejorar la OEE en un 15%.

Comparando dichos resultados con Enriquez y Marquez (2019) quienes en su investigación “Propuesta de mejora de la eficiencia de la línea de producción de una planta de harina de pescado aplicando la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM)” utilizaron herramientas similares como la matriz de Vester y el diagrama de Pareto para identificar y evaluar las causas que originaban el problema de la baja eficiencia en su línea de producción, para posteriormente diseñar la propuesta utilizando tres pilares del TPM siendo el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la capacitación, quienes proyectaron un aumento de la OEE en un 12%.

La similitud de ambos trabajos de investigación es mejorar la eficiencia de sus equipos en su línea de producción a través de los mismos pilares de la metodología TPM.

Por último, desde el punto de vista técnico, toda propuesta debe ser evaluada, partiendo de un análisis económico, para decidir si la propuesta se puede desarrollar o descartar en función de la viabilidad. Bajo esta perspectiva, el estudio realizado utilizó la metodología TPM dentro de la propuesta bajo los pilares del mantenimiento autónomo y la capacitación, pasando por un proceso de evaluación, obteniendo un costo beneficio de 1.32, lo cual indica que por cada sol invertido obtendremos una ganancia de 0.32 soles.

En comparación con Cáceres (2018), quien en su investigación denominada propuesta de mejora de la eficiencia global de los equipos orientado en el mantenimiento productivo total para una empresa envasadora de bebida gaseosa no alcohólica, donde el autor al diseñar la propuesta bajo cuatro pilares del TPM, siendo dos de ellos, el Mantenimiento Autónomo y La Capacitación, logra determinar todos los costos, plasmándolos de manera detallada en tablas, obteniendo resultados favorables bajo un costo beneficio costo de 3.4 soles, interpretándose que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 2.4 soles y cuya proyección de la OEE fue de un 11.3%.

Por lo tanto, si se aplica una propuesta bien elaborada al igual que Cáceres, se obtendrán mejoras técnicas, incrementos económicos, sustentando que la hipótesis descriptiva de la metodología TPM es un elemento clave para mejorar la efectividad general de los equipos, logrando un incremento del 10 al 20% anualmente, según Cáceres y teorías revisadas dentro de nuestro marco teórico.

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de la situación del proceso productivo, se determinó como problema principal la baja gestión de mantenimiento afectando directamente la efectividad general de los equipos, ambos resultados nos brindaron datos desfavorables.

Se determinó utilizar los pilares del TPM como el Mantenimiento Autónomo y Capacitación, siendo los adecuados para el desarrollo de la propuesta y los cuales permitirán mejorar la efectividad general de las máquinas cosechadoras en el ingenio azucarero.

La propuesta del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la efectividad general de los equipos, se elaboró a través de los pilares propuestos, los cuales permitieron la creación de cartillas rápidas de inspección, formato para el reporte de mantenimiento y un programa anual de capacitación.

Se realizó el análisis económico de la propuesta, teniendo en cuenta los ingresos del proceso productivo de las maquinas cosechadoras de azúcar en el año 2020, los costos de mantenimiento correctivo y las pérdidas de producción, tal como se muestra en la tabla 4. Por lo tanto, se determinó el índice de costo beneficio, obteniendo un valor de 1.32, lo que indica que, por la inversión de cada sol, la ganancia sería de 0.32 soles, considerándose positiva, concluyendo como rentable la propuesta.

VII. RECOMENDACIONES

Se debe implementar la propuesta del mantenimiento productivo total en las máquinas cosechadoras de caña de azúcar, con acompañamiento de los 2 pilares del TPM como el Mantenimiento Autónomo y la Capacitación, para mejorar la Efectividad General de los Equipos.

Realizar seguimientos constantes respecto a la aplicación de las herramientas creadas como la utilización de reportes en cada mantenimiento y las fichas de inspecciones rápidas antes de la utilización de cada máquina, corrigiendo las observaciones encontradas en los momentos oportunos y así evitar que los equipos fallen.

Realizar seguimientos respecto al conocimiento adquirido a través de las capacitaciones y reforzar cada falencia encontrada en el personal, para mejorar de manera progresiva el indicador de la OEE (efectividad general de los equipos).

Realizar seguimientos periódicos sobre los indicadores de la OEE (disponibilidad, rendimiento y calidad), fortaleciendo cada deficiencia encontrada para mejorar los indicadores.

REFERENCIAS

CÁCERES CARBAJAL, Claudio. Propuesta de mejora de la eficiencia global de los equipos orientado en el TPM para una empresa envasadora de bebida gasificada no alcohólica. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2018.

CARRILLO LANDAZABAL, Martha, et al. Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. Signos: Investigación en sistemas de gestión, [online]. 2019, vol. 11, no 1, pp. 71-86. [consulta: abril de 2021] ISSN: 2145-1389 DOI: <https://doi.org/10.15332/s2145-1389-4934>.

CHARAJA, Francisco. El MAPIC en la investigación científica, Puno, Perú: corporación SIRIO EIRL, (2018).

CORI, Ruth. La medición de eficiencia general de los equipos para mejorar la productividad en la línea de producto congelado choclo entero de la empresa Lamas Import Export SAC Los Olivos-2016.

DÍAZ, Carlos., et al. EFECTIVIDAD GENERAL DE EQUIPOS (OEE) AJUSTADO POR COSTOS. Interciencia [online]. 2020, vol. 45, no. 3, s. 158-163. ISSN 03781844.

ENRIQUEZ, Alexander y MARQUEZ, Richard. Propuesta de mejora de la eficiencia de la línea de producción de una planta de harina de pescado aplicando la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM). 2019.

GARCÍA, Gonzalo. Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento

productivo total (TPM). 2018.

GONZÁLEZ SOSA, Jesús, et al. Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de amfe. *Revista Ingeniería Industrial*, [online]. 2018, vol. 17, no 3. pp. 209-225. [consulta: abril de 2021] ISSN Online 0718-8307 <https://doi.org/10.22320/S07179103/2018.12>.

GUPTA, Pardeep & VARDHAN, Sachit. Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study. *International Journal of Production Research* [online]. 2016, vol. 54, no. 10, s. 2976-2988. ISSN 00207543.

HAIRIYAH, Nina, RIZKI, Raden & WIJAYA, Rino. Analysis Total Productive Maintenance (Tpm) Pada Stasiun Kernel Crushing Plant (KCP) di PT. X. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 2019, vol. 23, no 1, p. 103-110.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Collado, BAPTISTA, Pilar. Selección de la muestra. 2017. En *Metodología de la Investigación* (6ª ed., pp. 170-191). México: McGraw-Hill.

HERRERA, Bryan. Propuesta de un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos (OEE) para mejorar la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil. 2020.

ISO 55001: (2014). *Gestión de activos - Sistemas de gestión - Requerimientos*. Organización Internacional de Normalización.

JANGALER, R & RANGANATH, G (2018). Enhancement of Overall Effectiveness of Equipment of Bainite Hardening Furnace by Using Total Productive Maintenance. *Journal of the Balkan Tribological Association*, 24(4), 807–825.

JULCA, Luis. Diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC. 2018.

LÓPEZ, C y SALAZAR, G. Metodología para la Planificación y Control de la Ejecución de Mantenimientos Preventivos y Correctivos de Líneas de Subtransmisión. Revista Técnica "energía", 2020, vol. 16, no 2, p. 135-147.

LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 2014, vol. 3, no 1, p. 47-50.

MANUAL DEL OPERADOR Cosechadora de caña de azúcar John Deere 3520 OMCM352063, Edición D8 (SPANISH), 2006.

MORALES, Jonathan & RODRIGUEZ, Ramon. Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology [online]. 2017, vol. 92, no. 1-4, s. 1013-1026. ISSN 02683768.

NAKAJIMA, Seiichi. "TPM", Instituto japonés de mantenimiento de plantas. Traducido al español por Tecnologías de Gerencia y Producción S.A, Madrid, 1984.

NALLUSAMY, S. Enhancement of Productivity and Efficiency of CNC Machines in a Small-Scale Industry Using Total Productive Maintenance. International Journal of Engineering Research in Africa [online]. 2016, vol. 25, s. 119-126. ISSN 16633571.

NALLUSAMY Y MAJUMDAR Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry. International Journal of Performability Engineering [online]. 2017, vol. 13, no. 2, s. 173. ISSN 09731318.

NEFTALI, TOLEDO DÍAZ DE LEON. Población y Muestra. 2016.

PASCU, Cristina, et al. Implementation of Total Productive Maintenance Principles for Quality Improvement in an Automotive Company. Applied Mechanics and Materials [online]. 2018, vol. 880, s. 171-176. ISSN 16609336.

POÓR, Peter & BASL, Josef. Predictive maintenance as an intelligent service in Industry 4.0. Journal of Systems Integration [online]. 2019, vol. 10, no. 1, pp. 3–10. [consulta: abril de 2021] <https://doi.org/10.20470/jsi.v10i1.364>.

REYNA, Manuel y ZUMARAN, Luis. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para reducir costos en el área de transporte de personal en la empresa Continental SA, Lima, 2018-2019. 2021.

ROSIQUE, Antonio y MÁRQUEZ Adolfo. Principios y marcos de referencia de la gestión de activos. AENOR-Asociación Española de Normalización y Certificación, 2016.

TAMAYO, Mario, et al. El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa, 2012.

TAVARES, Lourival. Administración moderna de mantenimiento. Novo Polo Publicacoes, 1999.

VARA, Arístides. ¿Como hacer una tesis en ciencias empresariales? Manual Breve Para los Tesistas Administración, Negocios Internacionales, Recursos Humanos Y Marketing, Segunda. Lima, Perú, 2014.

FLORES, et al. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Ingeniería Industrial [en línea]. 2016, (34), 11-26[fecha de Consulta 30 de abril de 2021]. ISSN: 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mantenimiento productivo total	El mantenimiento productivo total es una filosofía de mantenimiento, que permite involucrar a todas las partes que intervienen en los procesos operativos como administrativos, con la finalidad extender la vida útil de los equipos y mejorar la capacidad de los trabajadores (Nakajima, 1984).	$\%MA = \frac{TTR}{TTP} \times 100$ <p>TTR: Total de Tareas Realizadas TTP: Total de Tareas Programadas</p>	Mantenimiento autónomo	% Mantenimiento autónomo (% MA)	Razón
		$\%C = \frac{HHC}{HHD} \times 100$ <p>HHC: Horas Hombre en Capacitación. HHD: Horas Hombre Disponibles</p>	Capacitación	% Capacitación (% C)	Razón
Efectividad general de los equipos	Díaz (2020), considera que Efectividad General de los Equipos (OEE) es un indicador cuyo objetivo es calcular la efectividad productiva de las máquinas para disminuir sus desperdicios al mínimo, a través de esto las empresas lo vean como una prioridad.	$\%D = \frac{TTO - TPF}{TTO} \times 100$ <p>TTO: Tiempo Total Operativo TPF: Horas muertas por paradas o averías</p>	Disponibilidad	% D	Razón
		$\%R = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción planificada}} \times 100$	Rendimiento	% R	Razón
		$\%C = \frac{\text{Unidades conformes}}{\text{Unidades totales}} \times 100$	Calidad	% C	Razón
		% OEE = Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	Efectividad General de los Equipos	% OEE	Razón

Anexo 2. Matriz de Recolección de Datos - Cuestionario

Marca Temporal	¿Son capacitados constantemente respecto al mantenimiento de los equipos?	¿Reciben información técnica cuando se integran nuevos equipos?	¿Se les entrega un listado de herramientas antes de cada actividad a desarrollar?	¿Las herramientas mecánicas que recibe co-responder siempre con lo que se necesita?	¿Inspeccionan sus herramientas de trabajo antes de desarrollar sus actividades?	¿Localizan fácilmente las herramientas y piezas de trabajo dentro del almacén?	¿Consultan habitualmente la información técnica para solucionar fallas críticas?	¿Encuentran correctamente ordenada la documentación técnica y se puede acceder a ella fácilmente?	¿Se reúnen frecuentemente con su supervisor antes de realizar sus actividades?	¿Suelen trabajar en equipo en cada desarrollo de sus actividades?	¿Reciben a tiempo el rol de las actividades planificadas con anticipación?	¿Con que frecuencia utilizan procedimientos de trabajo aprobados para el desarrollo de sus actividades?	¿Logran solucionar las fallas que se presentan en los equipos?	¿Suelen tener comunicación directa con su supervisor en cada actividad?
12/08/2021 12:40	Casi Nunca	Nunca	Nunca	A veces	Nunca	A veces	Casi Nunca	Nunca	A veces	A veces	Casi Nunca	Casi Nunca	A veces	A veces
12/08/2021 12:40	Nunca	Nunca	Nunca	Casi Nunca	Nunca	A veces	Nunca	Casi Nunca	A veces	A veces	Casi Siempre	Casi Siempre	A veces	Casi Nunca
12/08/2021 12:41	Nunca	Casi Nunca	Casi Nunca	Casi Nunca	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	Casi Nunca	Casi Nunca	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	Casi Nunca	Casi Nunca
12/08/2021 12:41	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	A veces	Nunca	A veces	Casi Nunca	Casi Nunca	Casi Nunca	A veces	Siempre	Casi Nunca	Casi Siempre	Casi Siempre
12/08/2021 12:42	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	A veces	Casi Nunca	Casi Siempre	Casi Nunca	A veces	A veces	Siempre	Siempre	Casi Siempre	Casi Siempre	A veces
12/08/2021 12:43	Nunca	Nunca	Nunca	Casi Nunca	Nunca	A veces	Nunca	Casi Nunca	A veces	A veces	Casi Siempre	Casi Siempre	A veces	Casi Nunca

12/08/2021 13:55	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	A ve- ces	Casi Nunca	Casi Siem- pre	Casi Nunca	A veces	A veces	Siem- pre	Siem- pre	Siempre	Casi Siem- pre	A ve- ces
12/08/2021 13:56	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	A ve- ces	Casi Nunca	Casi Siem- pre	Casi Nunca	A veces	A veces	Siem- pre	Siem- pre	Siempre	Casi Siem- pre	A ve- ces
12/08/2021 13:56	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	A ve- ces	Casi Nunca	Casi Siem- pre	Casi Nunca	A veces	A veces	Siem- pre	Siem- pre	Siempre	Casi Siem- pre	A ve- ces
12/08/2021 13:57	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	A ve- ces	Casi Nunca	Casi Siem- pre	Casi Nunca	A veces	A veces	Siem- pre	Siem- pre	Siempre	Casi Siem- pre	A ve- ces
12/08/2021 13:57	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	A ve- ces	Casi Nunca	Casi Siem- pre	Casi Nunca	A veces	A veces	Siem- pre	Siem- pre	Siempre	Casi Siem- pre	A ve- ces
12/08/2021 13:57	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	A ve- ces	Casi Nunca	Casi Siem- pre	Casi Nunca	A veces	A veces	Siem- pre	Siem- pre	Siempre	Casi Siem- pre	A ve- ces
12/08/2021 13:59	Casi Nunca	Casi Nunca	Nunca	A ve- ces	Casi Nunca	Casi Siem- pre	Casi Nunca	A veces	A veces	Siem- pre	Siem- pre	Siempre	Casi Siem- pre	A ve- ces
12/08/2021 14:02	Nunca	Nunca	Nunca	Casi Nunca	Nunca	A ve- ces	Nunca	Casi Nunca	A veces	A ve- ces	Casi Siem- pre	Casi Siempre	A ve- ces	Casi Siem- pre

Anexo 2A. Matriz de Tabulación de Entrevista al Jefe de Mantenimiento

TABLA No. 2
MATRIZ DE TABULACIÓN ENTREVISTAS

PREGUNTA	Entrevistado 1 Jefe de mantenimiento agrícola	Resumen o conclusión
1. De acuerdo al estándar ISO 55001 relacionado a la gestión de mantenimiento: ¿Se encuentra definido e implementado un Plan de Mantenimiento Programado?	No.	Carece de esta gestión.
2. ¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal cuando se necesita, de la forma más rápida posible?	No lo garantiza, más está orientado a la jerarquía de cada uno de los miembros del área.	Solo es representativo.
3. ¿Se logra cumplir el programa de mantenimiento Programado?	Si se cumple, pero de manera parcial.	Su cumplimiento no es el deseado.
4. ¿El presupuesto anual para mantenimiento garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización, planificación, ejecución y control del mantenimiento?	Si.	Si lo garantiza.
5. ¿Existe una persona responsable de la planificación, ejecución y control del mantenimiento?	Si, tenemos un planificador de mantenimiento.	Si cuentan con aquella persona.
6. ¿Existe un software que ayude en la planificación de mantenimiento?	¡Claro!, nosotros usamos el programa SAP.	Suelen trabajar con un software.
7. ¿El personal está familiarizado con las políticas y objetivos de la empresa?	No, por lo general es la parte más compleja que nos ha tocado manejar y donde nos esforzamos para mejorarlo.	El personal necesita pasar por una reinducción nuevamente.

8. ¿Las averías que no se logren cumplir, son justificadas?	No, debido a que no contamos con un formato para registrar dicha información.	No tienen ningún formato o herramienta para focalizar este registro.
9. ¿Se emite un informe semanal o mensual que analice la evolución del departamento de mantenimiento?	No, por ahora esos puntos son los que se pretenden implementar a futuro.	No se pueden medir dicha evolución.
10. ¿Después de cada actividad realizada se emite un reporte de mantenimiento y esta es útil para la toma de decisiones?	No, solo se reporta como actividad culminada y se procede a cerrar la orden de mantenimiento.	Se entiende que solo avisan de manera verbal pero que no hay un informe técnico y tampoco tienen un archivo o programa donde este se pueda registrar y guardar esta información.
11. ¿El gasto en repuestos es el adecuado?	No es el adecuado.	Se gasta mas de lo previsto.
12. ¿En el área trabajan con repuestos originales o alternativos?	Por ahora se trabaja con alternativos, pero debido a las fallas constantes que se vienen presentando se está evaluando por trabajar con los originales.	La mayoría de repuestos a utilizar son alternativos.
13. ¿Se utilizan adecuadamente las Órdenes de Trabajo y se lleva el control de avance de las mismas?	Si utilizamos adecuadamente las ordenes de trabajo, pero no tenemos un control de ellas, lo cual es un punto a implementar.	Carece de un control y seguimiento.
14. ¿Existe compatibilidad de la toma de decisiones entre las áreas de cosecha y mantenimiento?	Si, ya que es necesario comunicarnos de manera continua para mantener la operación.	Se comunican pero no es lo suficiente.

15. ¿La disponibilidad, el rendimiento y la calidad de las cosechadoras de caña de azúcar es la adecuada?

No, debido a que tenemos indicadores con valores bajos relacionados a la disponibilidad y rendimiento, mientras que la calidad no se ve afectada.

Solo la disponibilidad y el rendimiento son afectados.

Anexo 2B. Matriz de Tabulación de Entrevista a los Supervisores

TABLA No. 2
MATRIZ DE TABULACIÓN ENTREVISTAS

N°	Item	Entrevistado 1 Supervisor de mantenimiento cosecha 1	Entrevistado 2 Supervisor de mantenimiento cosecha 2	Entrevistado 3 Supervisor de mantenimiento agrícola	Entrevistado 4 Supervisor de mantenimiento Taller	Entrevistado 5 Planificador de mantenimiento	Conclusiones
1	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	Si.	Si.	Si.	Si, ya que es la base para los mantenimientos de todos los equipos.	Si.	Como planificación si se respeta.
2	¿Existe un plan de formación cuando se integra nuevo personal al área de mantenimiento?	No tenemos.	No existe.	No.	No tenemos ningún plan, debería crearse uno para fortalecer rápidamente a los nuevos ingresos.	No.	Cada vez que integra un nuevo personal, este ni pasa por un tema de formación.
3	¿En qué porcentaje realiza el seguimiento respecto al cumplimiento de las actividades programas del día?	No tenemos ninguna herramienta donde se realice el seguimiento y podamos determinar el porcentaje.	No se hace seguimiento.	No se tiene un porcentaje.	En el taller de maestranza no tenemos un plan de actividades por ello no realizamos seguimientos.	No se realiza seguimiento.	No se realiza un seguimiento, por lo tanto, no se puede tener un % respecto a dicho cumplimiento.

4	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?	Si, pero no está claro quien lo ejecutara, está por mejorar.	Si, pero se delega a cualquier técnico.	Si, pero se le asigna a cualquier técnico.	Si, y lo realizan los técnicos.	Si, y lo realiza el técnico que este de turno.	La programación existe, pero no se asigna a un técnico responsable de experiencia.
5	¿Existe una asignación clara de prioridades en las actividades de mantenimiento?	No existe ninguna prioridad como lo mencionas.	No existe ninguna prioridad como lo mencionas.	No.	No, los técnicos no tienen un orden para desarrollar sus actividades.	Por ahora no.	Las actividades no obedecen a ningún tipo de criticidad.
6	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	Al contrario, son muy elevados.	Soy altos.	A lo contrario, son altos y muchas veces es por la baja disponibilidad de personal.	Son altas, pero la mayoría está en proceso de reparación.	No, en estos 2 últimos años nos afectaron bastante ya que se complicó la importación de repuestos, la falta de personal por covid-19, por lo que se tuvo que cubrir solo las emergencias o paradas de máquinas.	El alto, pero está sujeto a otros factores, como personal y recursos.
7	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?	No, la mayoría demora más de lo planificado.	Se demora más de lo planificado.	No, porque en campo muchas veces se nos complica la reparación	No son iguales ya que en algunos casos no tenemos las herramientas adecuadas para realizar algunas tareas y nos toma más tiempo.	Esto se nos complica mucho, pero tratamos de ajustar los tiempos.	Las actividades sobrepasan el tiempo estimado, el cual este sujeto a otros factores, como falta de herramientas y falta de capacitación.

por factores diversos.

8	¿El personal de mantenimiento recibe formación actualizada cuando se generan cambios en los procedimientos?	No.	No.	No.	El proceso es lento y los cambios se van dando a conocer de manera parcial.	No.	Existe una baja concientización en este aspecto.
9	¿Posee registros históricos, de los mantenimientos, para cada equipo?	Solo una base registrada en SAP, pero no está bien detallada.	Si, pero de manera básica.	No.	Si, pero no está bien desarrollado.	Se tiene el registro en SAP el cual queda por defecto cada vez que se genera una orden de mantenimiento por falla, pero es básica.	Los registros suelen ser básicos y carecen de información relevante.
10	¿Existe comunicación en tiempo real entre los operadores de cosecha y el personal de mantenimiento?	Si a través de radio de comunicación o llamadas telefónicas.	Si, para esos utilizamos radios y celulares.	Si.	Se comunican con una radio en todo tiempo.	Si.	La comunicación entre las partes operativas es buena.
11	¿Los operadores de maquinaria agrícola utilizan una lista de verificación antes de utilizar los equipos?	Si, pero no todos.	Si utilizan, pero solo algunos.	Si, pero pocos lo usan.	Si, pero no te puedo asegurar si todos lo hacen.	Si.	Existe una baja concientización respecto a esta buena práctica.

12	¿Existen bitácoras respecto a uso diario de la maquinaria y la condición en que se deja?	No existe.	No.	No.	No contamos con ninguna, solo se realiza un cruce de información de manera verbal entre mecánicos de turno de algún pendiente.	Los técnicos en campo se releven de manera verbal con respecto a cómo se están quedando las maquinas en cada turno.	No existen registros, debido a que la comunicación es verbal y poco confiable.
13	¿Cada maquinaria posee una cartilla de identificación de alarmas críticas que demandan reparación?	No tienen.	No.	No.	No tenemos este tipo de cartillas.	No.	Las máquinas no poseen esta herramienta.
14	¿Los operadores de maquinaria agrícola, realizan funciones básicas de mantenimiento para poder reparar?	No.	No.	No.	Solo realizan actividades de limpieza y suelen cambiar componentes de desgaste rápido como son las cuchillas.	No, ellos solo realizan cambio de componentes de desgaste como son sus cuchillas de cortador de base, pero para las fallas llaman a los mecánicos.	Solo se limitan a algunas tareas específicas, lo cual es deficiente.
15	¿La lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock se actualiza y se mejora periódicamente?	No.	No.	En tractores agrícolas no.	No hay un periodo de revisión y actualización de esta lista.	Se tiene conocimiento de los repuestos consumibles como las cuchillas, rodillos, aspas, etc., pero aún no hemos realizado una lista detallada de cada componente	Carece de actualización lo cual es muy perjudicante.

para determinar su criticidad.

16	¿Las herramientas mecánicas corresponden siempre con lo que necesita el personal?	A veces.	A veces.	A veces, ya que la mayoría son convencionales.	A veces, pero aún nos falta implementar más herramientas que nos ayuden a mejorar las reparaciones en taller.	Tenemos las herramientas necesarias, pero nos hacen falta herramientas especiales para reparaciones de varios sistemas y también se necesita equipos para revisar el software de los equipos, por lo cual siempre se pide este servicio a la concesionaria.	carecen de herramientas para trabajos especiales.
17	¿El personal cuenta con los EPP a tiempo para el desarrollo de sus actividades?	Si.	Si utiliza sus EPP.	Casi siempre, pero en algunas ocasiones demoran.	Si.	Casi siempre, pero a veces el área de compras y sistema de gestión demoran.	La mayoría de veces si cuentan con los EPP.

Anexo 2C. Ficha para el cálculo de la OEE

Reportes	A		B		B/A	C	Micropara- das	D		D/C	E	Unidades defectuo- sas	F	F/E	OEE
	Tiempo disponible	Tiempo de paradas	Tiempo de operación	Disponibilidad	Tiempo de operación	Tiempo Neto		Rendimiento	Unidades producidas	Unidades conformes	Calidad				
Feb-19	2,659	736	1923	0.723204212	1923	832	1629	0.847113885	65153	0	65153	1	0.612636329		
Mar-19	3374	1555.8	1818	0.538826319	1818	465	1319	0.725522552	52741	0	52741	1	0.390930646		
Abr-19	2771	965.1	1806	0.651750271	1806	884	1443	0.799003322	57715	0	57715	1	0.520750632		
May-19	2314	859.5	1455	0.628781331	1455	653	1309	0.899656357	52360	0	52360	1	0.565687122		
Jun-19	2897	1662	1235	0.426303072	1235	685	1160	0.939271255	46411	0	46411	1	0.400414222		
Jul-19	3196	962.1	2234	0.698998748	2234	782	1623	0.726499552	64929	0	64929	1	0.507822278		
Ago-19	3505	814	2691	0.767760342	2691	989	1477	0.548866592	59075	0	59075	1	0.421398003		
Set-19	2627	866.9	1760	0.66996574	1760	789	1054	0.598863636	42145	0	42145	1	0.40121812		
Oct-19	3417	884.3	2533	0.741293532	2533	988	1385	0.546782471	55408	0	55408	1	0.40532631		
Nov-19	3226	1291.1	1935	0.599814011	1935	770	1370	0.708010336	54780	0	54780	1	0.42467452		
Dic-19	4017	962.2	3054	0.760268857	3054	787	1623	0.531434185	64933	0	64933	1	0.40403286		
Ene-20	3644	1862	1781	0.488748628	1781	825.2	1528	0.857944975	61119	0	61119	1	0.419319429		
Feb-20	2844	1019	1824	0.641350211	1824	662.3	1493	0.818530702	59718	0	59718	1	0.524964838		
Mar-20	2687	1064	1623	0.604019352	1623	740.8	1438	0.886013555	57512	0	57512	1	0.535169334		
Abr-20	2713	919	1795	0.661629193	1795	373.9	1462	0.81448468	58487	0	58487	1	0.538886841		
May-20	2734	1043	1720	0.62911485	1720	654.23	1423	0.827325581	64836	0	64836	1	0.520482809		
Jun-20	3504	886	2618	0.747146119	2618	509.89	1749	0.668067227	69943	0	69943	1	0.499143836		
Jul-20	3594	1118	2477	0.689204229	2477	390.15	1834	0.740411788	73360	0	73360	1	0.510294936		
Ago-20	2853	872	1981	0.694356817	1981	677.89	1637	0.826350328	65489	0	65489	1	0.573781984		
Set-20	2631	844	1787	0.679209426	1787	345.94	1411	0.789591494	56425	0	56425	1	0.536297986		
Oct-20	3145	1022	2123	0.675039746	2123	705.1	1621	0.763542157	64846	0	64846	1	0.515421304		
Nov-20	3700	1225	2475	0.668918919	2475	643.7	1907	0.770505051	76270	0	76270	1	0.515405405		
Dic-20	3491	1003	2489	0.712976225	2489	526.2	1783	0.716351949	71326	0	71326	1	0.510741908		
Ene-21	2844	1019	1824	0.641350211	1824	662.3	1493	0.818530702	52360	0	52360	1	0.524964838		

Feb-21	2318	859.5	1455	0.62769629	1455	653	1249	0.858419244	52343	0	52343	1	0.538826575
Mar-21	2514	987.3	1527	0.607398568	1527	1537	1309	0.857236411	69943	0	69943	1	0.520684169
Abr-21	2443	921	1555	0.636512485	1555	825.9	1302	0.837299035	56430	0	56430	1	0.532951289
May-21	2683	1020	1721	0.641446142	1721	564	1460	0.848343986	64032	0	64032	1	0.544166977
Jun-21	2878	1090	1963	0.682070883	1963	708.73	1637	0.833927662	65501	0	65501	1	0.568797776

Anexo 2D. Fallas de los sistemas de máquinas cosechadoras año 2019 - 2021

SISTEMAS DE CO-SECHADORA	2019	2020	2021	TOTAL	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
Elevador	435	428	122	985	15.75%	985	15.75%
Trozador	381	419	157	957	15.30%	1942	31.05%
Cortador de base	361	483	147	991	15.84%	2933	46.89%
Motor de combustión	371	402	187	960	15.35%	3893	62.24%
Rodillos alimentadores	352	393	191	936	14.96%	4829	77.20%
Divisores de cosecha	105	103	16	224	3.58%	5053	80.78%
cabina	93	98	23	214	3.42%	5267	84.20%
Tren de rodamiento	81	96	11	188	3.01%	5455	87.21%
Extractor Primario	69	92	7	168	2.69%	5623	89.90%
Tornamesa	49	87	19	155	2.48%	5778	92.37%
Tanque Hidráulico	43	48	5	96	1.53%	5874	93.91%
Bombas principales	34	47	3	84	1.34%	5958	95.25%
Rodillos tumbadores	27	37	9	73	1.17%	6031	96.42%
Extractor Secundario	25	17	6	48	0.77%	6079	97.19%
Paquete de enfriamiento	18	30	17	65	1.04%	6144	98.23%
Caja de bombas	16	15	11	42	0.67%	6186	98.90%
Neumáticos	13	5	6	24	0.38%	6210	99.28%
Despuntador	5	2	3	10	0.16%	6220	99.44%
Cabina	7	0	0	7	0.11%	6227	99.55%
Tanque de Combustible	3	2	1	6	0.10%	6233	99.65%
Rueda Delantera	0	1	4	5	0.08%	6238	99.73%
Rueda Posterior	0	4	0	4	0.06%	6242	99.79%
Caja de bombas	1	1	2	4	0.06%	6246	99.86%
Sin componente	0	2	0	2	0.03%	6248	99.89%
Ruedas	0	2	0	2	0.03%	6250	99.92%
estructura	1	1	0	2	0.03%	6252	99.95%
hidráulico	0	1	0	1	0.02%	6253	99.97%
Transmisión	1	0	0	1	0.02%	6254	99.98%
punteo delantero	1	0	0	1	0.02%	6255	100.00%
	2492	2816	947	6255	100%		

Anexo 3. Validación de Instrumentos por Experto 1



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Oliver Fabian Cuzco Cordero con DNI N° 02845346 Magister en Informática de profesión Profesional Químico desempeñándome actualmente como Docente Programa Formación Adulto en La Universidad "César Vallejo" Tarma - Peru.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación la entrevista con preguntas dirigidas al jefe de mantenimiento y a los supervisores de mantenimiento, así mismo el cuestionario con preguntas dirigidas al personal mecánico de mantenimiento.

Preguntas dirigidas al jefe de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
De acuerdo al estándar ISO 55001 relacionado a la gestión de mantenimiento: ¿Se encuentra definido e implementado un Plan de Mantenimiento Programado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI () NO (x)
¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal cuando se necesite, de la forma más rápida posible?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Se logra cumplir el programa de mantenimiento Programado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿El presupuesto anual para mantenimiento garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización, planificación, ejecución y control del mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
¿Existe una persona responsable de la planificación, ejecución y control del mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

¿Existe un software que ayude en la planificación de mantenimiento?	✓			✓	✓		
¿El personal está familiarizado con las políticas y objetivos de la empresa?	✓			✓	✓		
¿Las averías que no se logren cumplir, son justificadas?	✓			✓	✓		
¿Se emite un informe semanal o mensual que analice la evolución del departamento de mantenimiento?	✓			✓	✓		
¿Después de cada actividad realizada se emite un reporte de mantenimiento y esta es útil para la toma de decisiones?	✓			✓	✓		
¿El gasto en repuestos es el adecuado?	✓			✓	✓		
¿En el área trabajan con repuestos originales o alternativos?	✓			✓	✓		
¿Se utilizan adecuadamente las Órdenes de Trabajo y se lleva el control de avance de las mismas?	✓			✓	✓		
¿Existe compatibilidad de la toma de decisiones entre las áreas de cosecha y mantenimiento?	✓			✓	✓		
¿La disponibilidad, el rendimiento y la calidad de las cosechadoras de caña de azúcar es la adecuada?	✓			✓	✓		
Preguntas dirigidas a los supervisores de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	✓			✓	✓		SI () NO (✓)
¿Existe un plan de formación cuando se integra nuevo personal al área de mantenimiento?	✓			✓	✓		
¿En qué porcentaje realiza el seguimiento respecto al cumplimiento de las actividades programas del día?	✓			✓	✓		

¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?	✓			✓	✓	
¿Existe una asignación clara de prioridades en las actividades de mantenimiento?	✓			✓	✓	
¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	✓			✓	✓	
¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?	✓			✓	✓	
¿El personal de mantenimiento recibe formación actualizada cuando se generan cambios en los procedimientos?	✓			✓	✓	
¿Posee registros históricos, de los mantenimientos, para cada equipo?	✓			✓	✓	
¿Existe comunicación en tiempo real entre los operadores de cosecha y el personal de mantenimiento?	✓			✓	✓	
¿Los operadores de maquinaria agrícola utilizan una lista de verificación antes de utilizar los equipos?	✓			✓	✓	
¿Existen bitácoras respecto a uso diario de la maquinaria y la condición en que se deja?	✓			✓	✓	
¿Cada maquinaria posee una cartilla de identificación de alarmas críticas que demandan reparación?	✓			✓	✓	
¿Los operadores de maquinaria agrícola, realizan funciones básicas de mantenimiento para poder reparar?	✓			✓	✓	
¿La lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock se actualiza y se mejora periódicamente?	✓			✓	✓	
¿Las herramientas mecánicas corresponden siempre con lo que necesita el personal?	✓			✓	✓	

¿El personal cuenta con los EPP a tiempo para el desarrollo de sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Preguntas dirigidas al personal mecánico de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿Son capacitados constantemente respecto al mantenimiento de los equipos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		SI () NO (x)
¿Reciben información técnica cuando se integran nuevos equipos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Se les entrega un listado de herramientas antes de cada actividad a desarrollar?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Las herramientas mecánicas que recibe corresponden siempre con lo que se necesita?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Inspeccionan sus herramientas de trabajo antes de desarrollar sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Localizan fácilmente las herramientas y piezas de trabajo dentro del almacén?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Consultan habitualmente la información técnica para solucionar fallas críticas?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Encuentran correctamente ordenada la documentación técnica y se puede acceder a ella fácilmente?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Se reúnen frecuentemente con su supervisor antes de realizar sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Suelen trabajar en equipo en cada desarrollo de sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Reciben a tiempo el rol de las actividades planificadas con anticipación?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Con que frecuencia utilizan procedimientos de trabajo aprobados para el desarrollo de sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Logran solucionar las fallas que se presentan en los equipos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

¿Suelen tener comunicación directa con su supervisor en cada actividad?	\			\	\		
¿Son capacitados constantemente respecto al mantenimiento de los equipos?	\			\	\		

Marcar con una X en el casillero que corresponda, según su evaluación.

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 28 días del mes de junio del 2021.

Mgtr. Dy. Oliver Fabian Cuzin Bastardo
 DNI : 52875376
 Especialidad Ing. Industrial
 E-mail : o.cuzin@hatmail.com


Dy. Oliver Fabian Cuzin Bastardo
 CIP: 56 206

Anexo 3A. Validación de Instrumentos por Experto 2



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Magister en Docencia Universitaria, de profesión Ingeniero Industrial desempeñándome actualmente como Docente en Universidad César Vallejo, en Escuela de Ingeniería Industrial.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el cuestionario.

Preguntas dirigidas al jefe de mantenimiento.

Preguntas dirigidas a los supervisores de mantenimiento.

Preguntas dirigidas al personal mecánico de mantenimiento.

Preguntas dirigidas al jefe de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
De acuerdo al estándar ISO 55001 relacionado a la gestión de mantenimiento: ¿Se encuentra definido e implementado un Plan de Mantenimiento Programado?	X			X	X		Sí () NO (X)
¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal cuando se necesite, de la forma más rápida posible?	X			X	X		
¿Se logra cumplir el programa de mantenimiento Programado?	X			X	X		
¿El presupuesto anual para mantenimiento garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización, planificación, ejecución y control del mantenimiento?	X			X	X		
¿Existe una persona responsable de la planificación, ejecución y control del mantenimiento?	X			X	X		

¿Existe un software que ayude en la planificación de mantenimiento?	X			X	X		
¿El personal está familiarizado con las políticas y objetivos de la empresa?	X			X	X		
¿Las averías que no se logren cumplir, son justificadas?	X			X	X		
¿Se emite un informe semanal o mensual que analice la evolución del departamento de mantenimiento?	X			X	X		
¿Después de cada actividad realizada se emite un reporte de mantenimiento y esta es útil para la toma de decisiones?	X			X	X		
¿El gasto en repuestos es el adecuado?	X			X	X		
¿En el área trabajan con repuestos originales o alternativos?	X			X	X		
¿Se utilizan adecuadamente las Órdenes de Trabajo y se lleva el control de avance de las mismas?	X			X	X		
¿Existe compatibilidad de la toma de decisiones entre las áreas de cosecha y mantenimiento?	X			X	X		
¿La disponibilidad, el rendimiento y la calidad de las cosechadoras de caña de azúcar es la adecuada?	X			X	X		
Preguntas dirigidas a los supervisores de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	X			X	X		SÍ () NO (X)
¿Existe un plan de formación cuando se integra nuevo personal al área de mantenimiento?	X			X	X		
¿En qué porcentaje realiza el seguimiento respecto al cumplimiento de las	X			X	X		

actividades programas del día?						
¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?	X			X	X	
¿Existe una asignación clara de prioridades en las actividades de mantenimiento?	X			X	X	
¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	X			X	X	
¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?	X			X	X	
¿El personal de mantenimiento recibe formación actualizada cuando se generan cambios en los procedimientos?	X			X	X	
¿Posee registros históricos, de los mantenimientos, para cada equipo?	X			X	X	
¿Existe comunicación en tiempo real entre los operadores de cosecha y el personal de mantenimiento?	X			X	X	
¿Los operadores de maquinaria agrícola utilizan una lista de verificación antes de utilizar los equipos?	X			X	X	
¿Existen bitácoras respecto a uso diario de la maquinaria y la condición en que se deja?	X			X	X	
¿Cada maquinaria posee una cartilla de identificación de alarmas críticas que demandan reparación?	X			X	X	
¿Los operadores de maquinaria agrícola, realizan funciones básicas de mantenimiento para poder reparar?	X			X	X	
¿La lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock se actualiza y se mejora periódicamente?	X			X	X	
¿Las herramientas mecánicas corresponden						

siempre con lo que necesita el personal?	X			X	X		
¿El personal cuenta con los EPP a tiempo para el desarrollo de sus actividades?	X			X	X		
Preguntas dirigidas al personal mecánico de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿Son capacitados constantemente respecto al mantenimiento de los equipos?	X			X	X		<p style="text-align: center;"> sí () NO (X) </p>
¿Reciben información técnica cuando se integran nuevos equipos?	X			X	X		
¿Se les entrega un listado de herramientas antes de cada actividad a desarrollar?	X			X	X		
¿Las herramientas mecánicas que recibe corresponden siempre con lo que se necesita?	X			X	X		
¿Inspeccionan sus herramientas de trabajo antes de desarrollar sus actividades?	X			X	X		
¿Localizan fácilmente las herramientas y piezas de trabajo dentro del almacén?	X			X	X		
¿Consultan habitualmente la información técnica para solucionar fallas críticas?	X			X	X		
¿Encuentran correctamente ordenada la documentación técnica y se puede acceder a ella fácilmente?	X			X	X		
¿Se reúnen frecuentemente con su supervisor antes de realizar sus actividades?	X			X	X		
¿Suelen trabajar en equipo en cada desarrollo de sus actividades?	X			X	X		
¿Reciben a tiempo el rol de las actividades planificadas con anticipación?	X			X	X		
¿Con que frecuencia utilizan procedimientos de trabajo aprobados para el desarrollo de sus actividades?	X			X	X		

¿Logran solucionar las fallas que se presentan en los equipos?	X			X	X		
¿Suelen tener comunicación directa con su supervisor en cada actividad?	X			X	X		
¿Son capacitados constantemente respecto al mantenimiento de los equipos?	X			X	X		

Marcar con una X en el casillero que corresponda, según su evaluación.

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 28 días del mes de junio del 2021.



Mg. Gerardo Sosa Panta
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP. 07114

Mgtr. : Gerardo Sosa Panta
 DNI : 03591940
 Especialidad : Ingeniero Industrial
 E-mail : gerardodolar@gmail.com

Anexo 3B. Validación de Instrumentos por Experto 3



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, SEVERO AUGUSTO FAHRENDER CEPEDA con DNI N° 72644839 Magister en ING. AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL de profesión ING. INDUSTRIAL desempeñándome actualmente como DOCENTE DE LA U.C.V en PROGRAMA DE FORMACIÓN PARA ADULTOS (PTA).

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación la entrevista con preguntas dirigidas al jefe de mantenimiento y a los supervisores de mantenimiento, así mismo el cuestionario con preguntas dirigidas al personal mecánico de mantenimiento.

Preguntas dirigidas al jefe de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
De acuerdo al estándar ISO 55001 relacionado a la gestión de mantenimiento; ¿Se encuentra definido e implementado un Plan de Mantenimiento Programado?	X			X	X		SI () NO (X)
¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal cuando se necesita, de la forma más rápida posible?	X			X	X		
¿Se logra cumplir el programa de mantenimiento Programado?	X			X	X		
¿El presupuesto anual para mantenimiento garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización, planificación, ejecución y control del mantenimiento?	X			X	X		
¿Existe una persona responsable de la planificación, ejecución y control del mantenimiento?	X			X	X		

¿Existe un software que ayude en la planificación de mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿El personal está familiarizado con las políticas y objetivos de la empresa?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Las averías que no se logren cumplir, son justificadas?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Se emite un informe semanal o mensual que analice la evolución del departamento de mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Después de cada actividad realizada se emite un reporte de mantenimiento y esta es útil para la toma de decisiones?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿El gasto en repuestos es el adecuado?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿En el área trabajan con repuestos originales o alternativos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Se utilizan adecuadamente las Órdenes de Trabajo y se lleva el control de avance de las mismas?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Existe compatibilidad de la toma de decisiones entre las áreas de cosecha y mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿La disponibilidad, el rendimiento y la calidad de las cosechadoras de caña de azúcar es la adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Preguntas dirigidas a los supervisores de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		SÍ () NO (X)
¿Existe un plan de formación cuando se integra nuevo personal al área de mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿En qué porcentaje realiza el seguimiento respecto al cumplimiento de las actividades programas del día?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?	X			X	X	
¿Existe una asignación clara de prioridades en las actividades de mantenimiento?	X			X	X	
¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	X			X	X	
¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?	X			X	X	
¿El personal de mantenimiento recibe formación actualizada cuando se generan cambios en los procedimientos?	X			X	X	
¿Posee registros históricos, de los mantenimientos, para cada equipo?	X			X	X	
¿Existe comunicación en tiempo real entre los operadores de cosecha y el personal de mantenimiento?	X			X	X	
¿Los operadores de maquinaria agrícola utilizan una lista de verificación antes de utilizar los equipos?	X			X	X	
¿Existen bitácoras respecto a uso diario de la maquinaria y la condición en que se deja?	X			X	X	
¿Cada maquinaria posee una cartilla de identificación de alarmas críticas que demandan reparación?	X			X	X	
¿Los operadores de maquinaria agrícola, realizan funciones básicas de mantenimiento para poder reparar?	X			X	X	
¿La lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock se actualiza y se mejora periódicamente?	X			X	X	
¿Las herramientas mecánicas corresponden siempre con lo que necesita el personal?	X			X	X	

¿El personal cuenta con los EPP a tiempo para el desarrollo de sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Preguntas dirigidas al personal mecánico de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿Son capacitados constantemente respecto al mantenimiento de los equipos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<p style="text-align: center;">SÍ () NO (X)</p>
¿Reciben información técnica cuando se integran nuevos equipos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Se les entrega un listado de herramientas antes de cada actividad a desarrollar?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Las herramientas mecánicas que recibe corresponden siempre con lo que se necesita?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Inspeccionan sus herramientas de trabajo antes de desarrollar sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Localizan fácilmente las herramientas y piezas de trabajo dentro del almacén?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Consultan habitualmente la información técnica para solucionar fallas críticas?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Encuentran correctamente ordenada la documentación técnica y se puede acceder a ella fácilmente?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Se reúnen frecuentemente con su supervisor antes de realizar sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Suelen trabajar en equipo en cada desarrollo de sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Reciben a tiempo el rol de las actividades planificadas con anticipación?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Con que frecuencia utilizan procedimientos de trabajo aprobados para el desarrollo de sus actividades?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Logran solucionar las fallas que se presentan en los equipos?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

¿Suelen tener comunicación directa con su supervisor en cada actividad?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Son capacitados constantemente respecto al mantenimiento de los equipos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Marcar con una X en el casillero que corresponda, según su evaluación.

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 29 días del mes de JUNIO del 2021.

Mgr. : SEVERO AUGUSTO FAHSBENDER CESPEDES
DNI : 02644838
Especialidad : ING. INDUSTRIAL
E-mail : S.FAHSBEN @ HOTMAIL.COM


Ing. Severo Fahsbender Cespedes
CIP N° 32598

Anexo 4. Confiabilidad Prueba Piloto

```
RELIABILITY  
  /VARIABLES=P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P12 P13 P14  
  /SCALE('ALL VARIABLES') ALL  
  /MODEL=ALPHA  
  /STATISTICS=DESCRIPTIVE.
```

Fiabilidad

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	10	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,924	14

Anexo 4A. Confiabilidad de Cuestionario

```
RELIABILITY  
  /VARIABLES=P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P12 P13 P14  
  /SCALE('ALL VARIABLES') ALL  
  /MODEL=ALPHA  
  /STATISTICS=DESCRIPTIVE.
```

Fiabilidad

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos


		N	%
Casos	Válido	40	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	40	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,946	14

Anexo 5. Cuestionario – Personal Mecánico



Cuestionario – Personal Mecánico

Estimados colaboradores, agradeceremos nos brinde unos minutos valiosos de su tiempo para responder cada pregunta del siguiente formulario de manera anónima, el cual se ha desarrollado con finalidad académica.

[Iniciar sesión en Google](#) para guardar lo que llevas hecho. [Más información](#)

***Obligatorio**

¿Son capacitados constantemente respecto al mantenimiento de los equipos? *

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

Fuente: https://docs.google.com/forms/d/1FT8-yvuZDL0TIEMf5jE-vICmtXi8WoqaZGmbjfl-U_g/viewform?edit_requested=true

Anexo 6. Costo de Mantenimiento Correctivo Año 2020

Costo Mantenimiento Correctivo Año 2020		
RODILLOS ALIMENTADORES	S/	117,529.51
TROZADOR	S/	74,947.03
MOTOR DE COMBUSTION	S/	68,432.10
ELEVADOR	S/	64,567.83
CORTADOR DE BASE	S/	59,681.73
DIVISOR DE COSECHA	S/	57,241.29
TREN DE RODAMIENTO	S/	21,566.79
EXTRACTOR PRIMARIO	S/	34,533.89
TORNAMESA	S/	27,465.68
CAJA DE BOMBAS	S/	28,282.10
DESPUNTADOR	S/	14,706.26
NEUMATICOS	S/	15,686.94
TANQUE HIDRAULICO	S/	3,490.17
RODILLOS TUMBADORES	S/	4,911.38
CABINA	S/	2,654.01
EXTRACTOR SECUNDARIO	S/	8,318.24
PAQUETE DE ENFRIAMIENTO	S/	2,929.21
TANQUE DE COMBUSTIBLE	S/	41.58
TOTAL	S/	606,985.74

Anexo 6A. Ingresos de Cosecha 2020

Ingresos de cosecha año 2020		
Enero	S/	2,348,676.00
Febrero	S/	2,405,350.00
Marzo	S/	2,139,114.00
Abril	S/	2,364,492.00
Mayo	S/	2,869,286.00
Junio	S/	3,450,524.00
Julio	S/	3,263,368.00
Agosto	S/	2,610,958.00
Setiembre	S/	2,355,266.00
Octubre	S/	2,798,114.00
Noviembre	S/	3,262,050.00
Diciembre	S/	3,279,184.00
TOTAL	S/	33,146,382.00

Anexo 6B. Horas Perdidas de Cosecha Mecanizada Año 2020

Horas Perdidas de Cosecha Mecanizada Año 2020	
Enero	S/ 1,321,360.90
Febrero	S/ 864,858.42
Marzo	S/ 975,847.20
Abril	S/ 533,605.48
Mayo	S/ 838,788.38
Junio	S/ 614,675.66
Julio	S/ 520,596.82
Agosto	S/ 504,504.04
Setiembre	S/ 464,581.82
Octubre	S/ 531,391.24
Noviembre	S/ 465,517.60
Diciembre	S/ 689,393.08
TOTAL	S/ 8,325,120.64

Anexo 6C. Proyección de Inversión

Proyecto de Inversión	
Capacitación	S/ 146,000.00
Cartillas de Inspección	S/ 2,500.00
Reporte de Mantenimiento	S/ 500.00
	S/ 149,000.00

Anexo 7. Elaboración de Propuesta

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 1 de 14	

1. Objetivo

1.1. Objetivo General

Realizar la Propuesta de mantenimiento productivo total para mejorar la efectividad general de los equipos en una empresa agroindustrial, Piura 2021

1.2. Objetivos específicos

Elaborar un formato para registrar los reportes de mantenimiento

Elaborar cartillas de inspecciones diarias para cada uno de los sistemas más críticos de las maquinas cosechadoras de caña de azúcar.

Elaborar un plan de capacitación anual sobre maquinas cosechadoras de caña de azúcar.

2. Alcance

Comprende todas las actividades realizadas sobre las máquinas cosechadoras, cuyo mantenimiento e inspección esté bajo responsabilidad del personal mantenimiento mecánico del ingenio azucarero.

3. Definiciones

Maquina Cosechadora de Caña

Es un equipo agrícola diseñado especialmente para la cosecha de caña de azúcar logrando alcanzar una capacidad de 40 toneladas por hora haciendo un proceso más confiable y con mayor rendimiento.

Mantenimiento Autónomo

Es el pilar del mantenimiento productivo total que involucra a todas las áreas de una empresa, desde la administrativa hasta la operativa con el objetivo de mejorar la gestión de mantenimiento.

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 2 de 14	

Educación y Capacitación

Es uno de los pilares fundamentales, el cual se adapta a la necesidad encontrada en planta o cualquier línea de producción, para fortalecer los conocimientos y mejorar los procesos a través de su aplicación.

Reporte de Mantenimiento

Es un documento donde se detalla paso a paso cada actividad realizada por los técnicos, el cual se encuentra compuesto por varios apartados, empezando desde el ITEM, numero de orden de trabajo, el tipo de mantenimiento, nombre del equipo a intervenir, la descripción del trabajo, la especialidad del personal ejecutante y las observaciones encontradas dentro de la actividad desarrollada.

4. Desarrollo de la Propuesta

La Propuesta se llevará a cabo mediante 4 etapas, las cuales constan de:

4.1. Etapa 1: Inspección de las máquinas cosechadoras mediante cartillas

Mediante la información obtenida a través de la revisión documental, del cual se obtuvo un diagnóstico, mediante un diagrama de Pareto, el cual nos ayudó a identificar las fallas más frecuentes obtenidas de los periodos 2019-2021, siendo los siguientes:

- Elevador
- El Sistema de Trozador
- Cortador de Base
- Motor de Combustión
- Rodillos alimentadores

Posteriormente se procede a elaborar 5 Formatos, bajo los títulos de Cartilla de Inspección rápida del Elevador, Cartilla de Inspección rápida del trozador, Cartilla de Inspección rápida del Cortador de Base, Cartilla de Inspección Motor de Combustión y Cartilla de Inspección rápida de los Rodillos Alimentadores, los cuales podemos visualizar en las siguientes figuras.

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 3 de 14	

CARTILLA DE INSPECCION RAPIDA DE ELEVADOR					
Maquina:		Operador:		Horometro:	
Tecnico:				Fecha:	
Fundo:				Equipo - Turno:	
Esta cartilla debe realizarse de manera rapida y eficiente cada vez que la cosechadora este en TPM y enviar doc. Original a oficina de Mantenimiento. La finalidad es disminuir las horas de parada de maquinaria.					
Si marca en requiere parar maquina urgente (RMU), ejecutar labor inmediatamente e informar a Supervisor de Mantenimiento.					
Colocar una marca check según corresponda. B = Bueno RPI = Requiere programar intervencion					
RMU = Requiere parar maquina urgente.					
ELEVADOR	COMPONENTES	ESTADO			OBSERVACIONES
		B	RPI	RMU	
Sistema de arrastre	Verificar estiramiento de la cadena del elevador, según anexo 1				
Sistema de arrastre	Revisar ajuste de pernos de las taliscas				
Sistema de arrastre	Revisar daños en engranajes superiores, centrales e inferiores				
Sistema de arrastre	Revisar ejes de engranajes centrales				
Sistema de arrastre	Revisar juego en rodajes en engranajes centrales				
Sistema de arrastre	Revisar válvula check del piston templador de cadena				
Estructura	Revisar curva de piso elevador				
Estructura	Revisar piso final del elevador				
Estructura	Revisar rieles				
Estructura	Revisar los pernos que sujetan los pisos al chasis				
Estructura	Revisar los soportes de los pisos centrales				
Estructura	Revisar soporte de motores hidraulicos al chasis				
Estructura	Revisar taliscas				
Estructura	Revisar canasta				
Estructura	Revisar gomas de impacto laterales				
Estructura	Revisar piston de bin flat				
Estructura	Revisar cortina de bin flat				
Estructura	Revisar bisagras de bin flat				
Estructura	Revisar plancha del protector elevador				
Estructura	Revisar anillo extractor secundario				
Estructura	Revisar guía de cable del elevador				
Estructura	Revisar las poleas del elevador				
Estructura	Revisar el soporte de poleas				
Estructura	Revisar los pines de las poleas				
Estructura	Revisar los cables de seguridad del elevador				
Estructura	Comprobar ancho de estructura de elevador según anexo 2				
Estructura	Revisar anclaje de elevador				
Estructura	Revisar chasis final de elevador				
Estructura	Revisar puntos de engrase del eje del motor del extractor secundario (2 und)				
Estructura	Revisar puntos de engrase del giro del capuchon del extractor secundario (3 un)				
Hidraulico	Revisar fuga por mangueras de alta				
Hidraulico	Revisar las abrazaderas de mangueras de alta presion				
Hidraulico	Revisar fuga en motores hidraulicos de cadenas elevador				
Hidraulico	Revisar fuga en bloque hidraulico				
Hidraulico	Revisar fuga en pistones del elevador				
Hidraulico	Revisar fuga en motor extractor secundario				
Hidraulico	Revisar fuga en mangueras giro elevador				
Hidraulico	Revisar fuga en pistones templadores de cadena elevador				
Electrico	Revisar cableado electrico y faros de elevador				

FIRMA DE TECNICO ENCARGADO

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 4 de 14	

CARTILLA DE INSPECCION RAPIDA DE TROZADOR					
Maquina:		Operador:		Horometro:	
Tecnico:			Fecha:		
Fundo:			Equipo - Turno:		
Esta cartilla debe realizarse de manera rapida y eficiente cada vez que la cosechadora este en TPM y enviar doc. Original a oficina de Mantenimiento. La finalidad es disminuir las horas de parada de maquinaria.					
Si marca en requiere parar maquina urgente (RMU), ejecutar labor inmediatamente e informar a Supervisor de Mantenimiento.					
Colocar una marca check según corresponda. B = Bueno RPI = Requiere programar intervencion RMU = Requiere parar maquina urgente.					
RODILLOS TROZADORES	COMPONENTES	ESTADO			OBSERVACIONES
		B	RPI	RMU	
Sistema Mecánico	Revisar juego entre trozador y ejes giratorios				
Sistema Mecánico	Revisar estado superficial del trozador (deterioro, desgaste)				
Sistema Mecánico	Revisar estado de ejes giratorios (torceduras, oxido)				
Sistema de Corte	Verificar estado supercicial de cuchillas (torcedura, filo)				
Sistema de Corte	Verificar angulo de cuchillas correspondiente a 90°				
Sistema de Corte	Verificar torque de ajuste en tornillos de cuchillas				
Sistema Mecánico	Verificar sincronización de las hojas del trozador				
Sistema Mecánico	Revisar ajuste del embrague de seguridad del trozador				
Sistema Lubricacion	Revisar puntos de lubricacion visibles				
Sistema Lubricacion	Revisar y realizar engrase de ser necesario				
Sistema Eléctrico	Revisar cableado (revestimiento, libre de cortes)				

FIRMA DE TECNICO ENCARGADO

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 5 de 14	

CARTILLA DE INSPECCION RAPIDA DEL CORTADOR DE BASE					
Maquina:		Operador:		Horometro:	
Tecnico:				Fecha:	
Fundo:				Equipo - Turno:	
Esta cartilla debe realizarse de manera rapida y eficiente cada vez que la cosechadora este en TPM y enviar doc. Original a oficina de Mantenimiento. La finalidad es disminuir las horas de parada de maquinaria.					
Si marca en requiere parar maquina urgente (RMU), ejecutar labor inmediatamente e informar a Supervisor de Mantenimiento.					
Colocar una marca check según corresponda. B = Bueno RPI = Requiere programar intervencion RMU = Requiere parar maquina urgente.					
CAJA CORTADOR DE BASE	COMPONENTES	ESTADO			OBSERVACIONES
		B	RPI	RMU	
Sistema Hidraulico	Verificar ajuste de bridas de las mangueras				
Sistema Hidraulico	Revisar ajuste de pernos de sujeccion del motor				
Sistema Hidraulico	Revisar fugas en mangueras de alta presion de CB				
Sistema Hidraulico	Revisar fugas en motor hidraulico CB				
Sistema de Corte	Revisar ajuste de piernas CB (juego)				
Sistema de Corte	Revisar fugas por piernas				
Sistema de Corte	Revisar estado de piernas				
Sistema de Corte	Revisar estado y sujeccion de canilleras				
Sistema de Corte	Revisar estado de discos				
Sistema de Corte	Revisar estado de cuchillas (dobladuras)				
Sistema de Corte	Revisar puntos de engrase				
Sistema de Corte	Revisar estado de valvulas de descarga de grasa				
Estructura	Revisar cortinas laterales				
Estructura	Revisar topes de algulo de corte				
Estructura	Revisar pernos de soporte de de caja				
Estructura	Revisar estructura de soporte de caja				
Estructura	Revisar pernos de la tapa de la caja				
Estructura	Revisar nivel de aceite de caja				
Estructura	Revison estado del respiradero				
Estructura	Revisar estado de visor de nivel de aceite				

FIRMA DE TECNICO ENCARGADO

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 6 de 14	

CARTILLA MOTOR DE COMBUSTION							
Maquina:		Operador:		Horometro:			
Tecnico:		Serie de motor:		Fecha:			
Fundo:		Serie de motor:		Equipo - Turno:			
Esta cartilla debe realizarse de manera rapida y eficiente cada vez que la cosechadora este en TPM y enviar doc. Original a oficina de Mantenimiento. La finalidad es disminuir las horas de parada de maquinaria.							
Colocar una marca check según corresponda. B = Bueno M = Malo							
NT = No Tiene Q = Quebrada F = Fuga							
MOTOR DE COMBUSTION	COMPONENTES	ESTADO					OBSERVACIONES
		B	M	NT	Q	F	
Componentes del motor	Inspección de la faja del motor						
Componentes del motor	Inspección de templador de faja						
Componentes del motor	Inspección de poleas de motor						
Componentes del motor	Inspección de soportes de gomas de motor						
Componentes del motor	Inspección de templador de chasis del motor						
Componentes del motor	Inspección de ajuste de los filtros de motor						
Componentes del motor	Inspección de ajuste de la tapa de balancines						
Componentes del motor	Inspección de ajuste del carter de motor						
Sistema de inyeccion	Inspección de cañerías de inyectores (6)						
Sistema de inyeccion	Inspección de los reguladores de caudal (6)						
Sistema de inyeccion	Inspección de Fiting de Inyector (6)						
Sistema de inyeccion	Inspección de la válvula de control de aspiración						
Sistema de inyeccion	Inspección de Bomba de Inyección de Alta Presión						
Sistema de inyeccion	Inspección de Bomba de Inyección de Baja Presión						
Sistema de inyeccion	Inspección de Common Rail						
Sistema de inyeccion	Inspección de Cañería de retorno de combustible - culata						
Sistema de inyeccion	Inspección de Abrazaderas de los Inyectores						
Sistema de inyeccion	Inspección de mangueras de combustible (entrada y salida)						
Sistema de inyeccion	Inspección de Abrazaderas de las Mangueras (entrada y salida)						
Sistema de inyeccion	Inspección del enfriador de combustible						
Sistema de inyeccion	Inspección de mangueras del enfriador de combustible						
Sistema de inyeccion	inspección de abrazaderas de enfriador de combustible						
Sistema de inyeccion	Inspección del filtro Racor						
Sistema de inyeccion	Inspección de la llave de paso de combustible						
Sistema de refrigeracion	Inspección de mangueras (entrada y salida)						
Sistema de refrigeracion	Inspección de abrazaderas						
Sistema de refrigeracion	Inspección de bomba de agua						
Sistema de refrigeracion	Inspección de grifo de drenaje de la bomba de agua						
Sistema de refrigeracion	Inspección de paquete de enfriamiento						
Sistema de refrigeracion	Inspección de deposito de refrigerante						
Sistema de refrigeracion	Inspección de Ventilador de paquete de enfriamiento						
Sistema de refrigeracion	Inspección de liquido de nivel de refrigerante						
Sistema de lubricacion	Inspección de nivel de aceite de motor						
Sistema de lubricacion	Inspección de enfriador de aceite de motor						
Sistema de lubricacion	Inspección de filtro de aceite de motor						
Sistema de lubricacion	Inspección de tapa de distribución						
Sistema de lubricacion	Inspección de manguera de desfogue de motor						
Sistema de lubricacion	inspección de llave de drenaje de aceite de motor						
S. Admision y Escape	Inspección de mangueras de admision						
S. Admision y Escape	Inspección de abrazaderas de manguera de admision						
S. Admision y Escape	Inspección de tubos de admisión						
S. Admision y Escape	Inspección de abrazaderas de multiple de admisión						
S. Admision y Escape	Inspección de Porta filtro de aire						
S. Admision y Escape	Inspección de Filtro de aire						
S. Admision y Escape	Inspección de Válvula de descarga						
S. Admision y Escape	Inspección de Intercooler						
S. Admision y Escape	Inspección de Multiple de escape						
S. Admision y Escape	Inspección de Turbo Compresor						
S. Admision y Escape	Inspección de Silenciador						
S. Admision y Escape	Inspección de acorreo de Multiple de escape						
S. Admision y Escape	Inspección de abrazaderas de Multiple de escape						
Electrico	Revisar conector del ramal de inyectores						
Electrico	Revisar conexiones del arrancador						
Electrico	Revisar conexiones del alternador						

FIRMA DE TECNICO ENCARGADO

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 7 de 14	

CARTILLA DE INSPECCION RAPIDA DE RODILLOS ALIMENTADORES					
Maquina:		Operador:		Horometro:	
Tecnico:		Fecha:			
Fundo:		Equipo - Turno:			
Esta cartilla debe realizarse de manera rapida y eficiente cada vez que la cosechadora este en TPM y enviar doc. Original a oficina de Mantenimiento. La finalidad es disminuir las horas de parada de maquinaria.					
Si marca en requiere parar maquina urgente (RMU), ejecutar labor inmediatamente e informar a Supervisor de Mantenimiento.					
Colocar una marca check según corresponda.					
B = Bueno RPI = Requiere programar intervencion RMU = Requiere parar maquina urgente.					
RODILLOS ALIMENTADORES	COMPONENTES	ESTADO			OBSERVACIONES
		B	RPI	RMU	
Sistema Hidraulico	Revisar ajuste y posicion de mangueras				
Sistema Hidraulico	Revisar motores hidraulicos (fugas, desajustes)				
Sistema Hidraulico	Revisar adaptadores hidraulicos (ajuste y deformacion)				
Sistema Hidraulico	Revisar bloque hidraulico (ajuste y fugas)				
Sistema Estructural	Revisar desgaste de rodillos alimentadores (según plantilla)				
Sistema Estructural	Revisar gomas de impacto (ajuste y desgaste)				
Sistema Estructural	Revisar marcas de ajuste de pernos (desajuste)				
Sistema Estructural	Revisar plancha de pateador (desgaste y fisuras)				
Sistema Estructural	Revisar tapas chumaceras				
Sistema Estructural	Revisar topes metalicos de rodillo flotantes				
Sistema Estructural	Revisar ajuste y estado de pin triangular				
Sistema Electrico	Revisar conectores electricos (sujecion y guardapolvo)				
Sistema Electrico	revisar Bobinas (resina y cableado)				
Rodillo Liso	Revisar ajuste y estado de rodillo liso				
Sistema Lubricacion	Revisar puntos de lubricacion visibles				

FIRMA DE TECNICO ENCARGADO

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 8 de 14	

Así mismo se organiza al personal técnico mecánico, para realizar charlas de inducción respecto al llenado de dichos formatos, informándoles la relevancia que representan para el departamento de mantenimiento.

Estas breves inducciones se llevarán a cabo en tiempos de pausas activas, sin interferir en sus horarios de trabajo, en un lapso de tiempo de 30 min diarios, logrando culminar dicha capacitación en 5 días hábiles.

CHARLA DE INDUCCIÓN SOBRE CARTILLAS DE INSPECCIÓN								
ITEM	CHARLA DE INDUCCIÓN	SEMANA					INSTRUCTOR	TRABAJADOR
		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
1	Importancia de la Inspección	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	SUPERVISOR DE INGENIO AZUCARERO	
2	Importancia del registro de Datos							
3	Beneficios del Registro de Datos							
4	Descripción de General del Formato							
5	Leyenda de los Item del Formato							
6	Correcto llenado del Contenido							
7	Entrega Daria de las Cartillas al Área de Mantenimiento							
8	Culminación de Charla							

Después de capacitado el personal, cada día 2 técnicos mecánicos tendrán la responsabilidad de realizar la inspección rápida a cada máquina, tomando un tiempo aproximado de 5 minutos por cartilla, de encontrar alguna observación comunicará rápidamente a supervisor de turno, para levantar observaciones, evitando que se materialicen, pasando a efectos mayores. Este proceso se realizará en cada renovación de turno, antes que el operador utilice la máquina.

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 9 de 14	

4.2 Etapa N°2: Registro de Datos a través de los reportes de manteniendo

Utilizando los resultados obtenidos de la matriz de Vester, como la falta de reportes de mantenimiento, se procede a elaborar un formato para la elaboración de dicho reporte, el cual se encuentra compuesto por los siguientes apartados como el ITEM, numero de orden de trabajo, el tipo de mantenimiento, nombre del equipo a intervenir, la descripción del trabajo, la especialidad del personal ejecutante y las observaciones encontradas dentro de la actividad desarrollada, la cual se muestra en la siguiente figura.

REPORTE DIARIO DE MANTENIMIENTO						Área de Mantenimiento	
						Versión	1.0
						Revisado y Aprobado	
						Fecha:	
ITEM	N° OT	TIPO	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	Especialidad	OBSERVACIONES	

LEYENDA			
MP : Mantenimiento Preventivo	MCP : Mantenimiento Correctivo Programado	TG : Trabajos Generales	
MC : Mantenimiento Correctivo	MPi : Mantenimiento Predictivo		

Nombre del Responsable	Firma	Supervisor de Turno	Firma

Este formato será utilizado por el personal técnico mecánico en cada actividad a desarrollar, posteriormente se procederá a realizar la instrucción correspondiente al personal técnico, siendo una población de 40 mecánicos, el cual será capacitado por grupos en los espacios de pausas activas, cada grupo estará conformado por 8 personas, y cada charla tendrá una duración de 20 minutos.

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 10 de 14	

CHARLA DE INDUCCIÓN SOBRE REPORTE DE MANTENIMIENTO								
ITEM	CHARLA DE INDUCCIÓN	SEMANA					INSTRUCTOR	TRABAJADOR
		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
1	Importancia del Mantenimiento	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	SUPERVISOR DE INGENIO AZUCARERO	
2	Importancia del Registro de Datos							
3	Beneficios del Registro de Datos							
4	Descripción de General del Formato							
5	Leyenda de los Item del Formato							
6	Correcto llenado del Contenido							
7	Entrega diaria del Reporte al Área de Mantenimiento							
8	Culminación de Charla							

Finalizada la actividad, el responsable deberá entregar dicho reporte al supervisor de turno, para que esté realice la conformidad correspondiente, evalúe y de encontrarse alguna observación, enviar una solicitud al planificador del área, para programar el mantenimiento respectivo, el cual ayudara a solucionar las fallas presentadas.

4.3 Etapa N°3: Llevar a cabo el programa de capacitación al personal técnico mecánico

El programa de capacitación es de vital importancia para toda organización y parte de eliminar el pensamiento de que una capacitación es un gasto, sin embargo, la capacitación es una inversión, la cual nos traerá buenos resultados a corto, mediano y largo plazo, a través de retribuciones en la mejora de procesos, reducción de fallas, reducción de costos por reparaciones, actualización de conocimientos, y otros.

Para lo cual el estudio cuenta con un plan anual de capacitación basado en las falencias que presenta el personal técnico mecánico, para lograr mejorar la efectividad general de los equipos.

Este plan anual consta de 20 capacitaciones, las cuales serán dictadas por especialistas en los temas correspondientes. Así mismo el personal fue distribuido en grupos 10 y 20 personas según el curso, de tal manera que no afecte los tiempos de trabajo, con la finalidad de que todos sean capacitados obteniendo un aprendizaje de manera uniforme, para lograr buenos resultados.

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 11 de 14	

PROGRAMA ANUAL DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL TÉCNICO MECÁNICO																
ITEM	CAPACITACION	MESES										PRECIO ESTIMADO	PROVEEDOR SUGERIDO	LUGAR	AFORO	OBSERVACION
		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12					
1	Entrenamiento de nuevos procedimientos de trabajo.	G1			G2			G3			G4	S/ 3,500.00	Empresa Agroindustrial.	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
2	Utilización Correcta de Equipos y herramientas.		G1		G2		G3		G4			S/ 3,500.00	Empresa Agroindustrial.	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
3	Evaluación de códigos de fallas.	G1-G2						G3-G4				S/ 7,000.00	Ingenisa Asociados SAC	Ingenio azucarero.	20 Mecánicos.	
4	Reparación y diagnóstico de componentes de bombas hidráulicas.			G1-G2						G3-G4		S/ 15,600.00	Ingenisa Asociados SAC	Ingenio azucarero.	20 Mecánicos.	
5	Mantenimiento de sistemas electrónicos de cosechadoras de caña.	G1-G2						G3-G4				S/ 14,000.00	Ingenisa Asociados SAC	Ingenio azucarero.	20 Mecánicos.	
6	Almacenamiento y Lubricación de aceites lubricantes	G1			G2			G3			G4	S/ 15,600.00	Nort Oil Sac	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
7	Medición y diagnóstico de sistema de tracción con orugas.	G1			G2			G3			G4	S/ 8,000.00	KOMATSU	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
8	Evaluación y clasificación de rodamientos según su uso.			G1-G2						G3-G4		S/ 15,600.00	Nort Oil Sac	Ingenio azucarero.	20 Mecánicos.	
9	Reparación y diagnóstico de componentes de motores hidráulicos.			G1-G2						G3-G4		S/ 10,000.00	Ingenisa Asociados SAC	Ingenio azucarero.	20 Mecánicos.	
10	Análisis de fallas en cilindros hidráulicos.			G1-G2						G3-G4		S/ 7,500.00	Ingenisa Asociados SAC	Ingenio azucarero.	20 Mecánicos.	
11	Clasificación y uso de mangueras hidráulicas.	G1			G2			G3			G4	S/ 5,000.00	Contix	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
12	Confección de mangueras hidráulicas.	G1			G2			G3			G4	S/ 7,500.00	Contix	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
13	Mantenimiento a motores de combustión modelo 6090.		G1-G2							G3-G4		S/ 7,500.00	Contix	Ingenio azucarero.	20 Mecánicos.	
14	Manejo de escáner para detección de fallas.		G1-G2							G3-G4		S/ 5,000.00	Contix	Ingenio azucarero.	20 Mecánicos.	
15	Capacitación sobre indicadores de mantenimiento.	G1			G2			G3			G4	S/ 3,500.00	Empresa Agroindustrial.	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
16	Capacitación sobre la importancia del mantenimiento autónomo.	G1			G2			G3			G4	S/ 3,500.00	Empresa Agroindustrial.	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
17	Mantenimiento de cortadora de base.	G1			G2			G3			G4	S/ 3,500.00	Empresa Agroindustrial.	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
18	Mantenimiento de cortadora de rodillos alimentadores.		G1		G2		G3		G4			S/ 3,500.00	Empresa Agroindustrial.	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
19	Mantenimiento del trozador.			G1		G2		G3		G4		S/ 3,500.00	Empresa Agroindustrial.	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	
20	Mantenimiento del elevador de caña.	G1			G2			G3			G4	S/ 3,500.00	Empresa Agroindustrial.	Ingenio azucarero.	10 Mecánicos.	

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 12 de 14	

4.4 Etapa N°4: proyección de la OEE, sin Propuesta y con Propuesta

A través de la revisión documental, se pudo observar la efectividad general de las maquinas cosechadoras del ingenio azucarero en los periodos 2019 – 2021, mostrando un porcentaje promedio del 52%, siendo ineficiente, según Cáceres (2020).

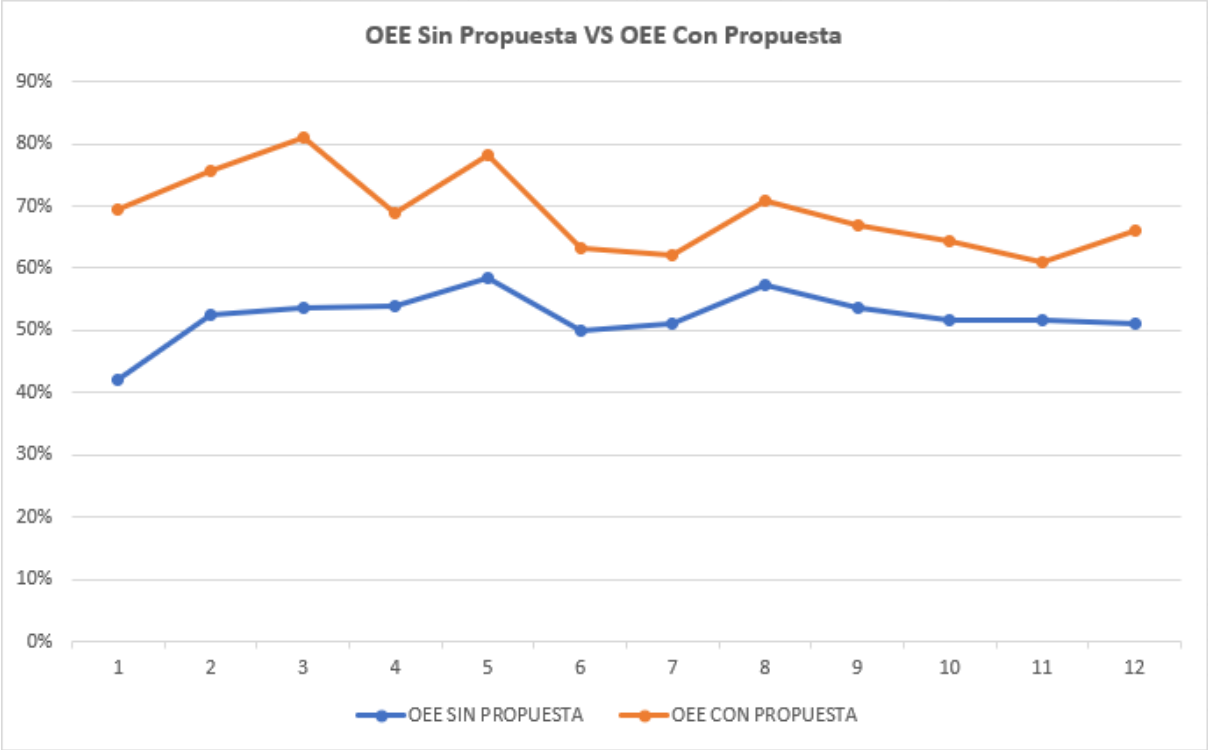
Por otro lado, al aplicar dicha propuesta, según los autores, Nallusamy y Majumdar (2017), Enriquez y Marquez (2019), Nallusamy (2016), García (2018) y Cáceres (2020), quienes en sus estudios aplicaron el TPM, para dar solución a sus problemas, logrando aumentar la eficiencia general de sus equipos en un rango de valores del 10% al 20% aproximadamente, dicha proyección se muestra en la figura.

Por lo tanto, el estudio realizado muestra que al aplicar la propuesta del TPM, este logrará valores positivos los cuales se darán de manera progresiva, Cáceres (2018) utilizó las 5 clasificaciones del OEE, < 65% (Deficiente), ≥ 65% y ≤ 75% (Regular), ≥ 75% y ≤ 85% (Aceptable), ≥ 85% y ≤ 95% (Buena), ≥ 95% y ≤ 100% (Excelente), Tomando de referencia esta teoría, la proyección promedio anual del estudio será del 69%, cuyo indicador según Cáceres será regular. Así mismo este indicador mejorará cada año si seguimos aplicando dichas herramientas.

MES	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE SIN PROPUESTA	MES	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE CON PROPUESTA
Ene-20	49%	86%	100%	42%	Ene-22	76%	91%	100%	69%
Feb-20	64%	82%	100%	53%	Feb-22	87%	87%	100%	76%
Mar-20	60%	89%	100%	54%	Mar-22	88%	92%	100%	81%
Abr-20	66%	81%	100%	54%	Abr-22	81%	85%	100%	69%
May-20	68%	86%	100%	58%	May-22	87%	89%	100%	78%
Jun-20	75%	67%	100%	50%	Jun-22	88%	72%	100%	63%
Jul-20	69%	74%	100%	51%	Jul-22	80%	78%	100%	62%
Ago-20	69%	83%	100%	57%	Ago-22	83%	85%	100%	71%
Set-20	68%	79%	100%	54%	Set-22	81%	82%	100%	67%
Oct-20	68%	76%	100%	52%	Oct-22	80%	80%	100%	64%
Nov-20	67%	77%	100%	52%	Nov-22	76%	80%	100%	61%
Dic-20	71%	72%	100%	51%	Dic-22	86%	77%	100%	66%
TOTAL PROMEDIO	66%	79%	100%	52%	TOTAL PROMEDIO	83%	83%	100%	69%

PROPUESTA	DOC-O&M-001-2021	
	Versión 1	21/11/2021
	Página 13 de 14	

En el gráfico indicado, se logra hacer una comparación de ambos valores del OEE, tomando como referencia el año 2020 Sin Propuesta vs el OEE propuesto, donde se logra apreciar un incremento positivo del 17% según el cálculo proyectado.



En la siguiente Tabla se presenta el cronograma a seguir de la propuesta para su desarrollo, la cual está compuesta por 8 pasos siendo mostrados a continuación:

Tabla 5. Cronograma de la Propuesta

Cronograma de Propuesta	Año 2022												
ACTIVIDADES	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	S12	
Aprobación de Propuesta por Gerencia de Mantenimiento													
Coordinación con Jefe de Mantenimiento y Supervisores													
Inducción al Personal de Mantto Respecto (Fichas Rápidas y Reporte de Mantto)													
Aplicación del Mantto Autónomo mediante Herramientas													
Capacitación al Personal de Mantto Respecto a Máquinas Cosechadoras													
Presentación de Avance a Gerencia de Mantenimiento													
Seguimiento al Desarrollo de Propuesta													
Elaboración de Informe Final													

Fuente: Elaboración Propia