



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación del mantenimiento productivo total y su efecto en la
productividad en el Molino San Francisco SAC - Ciudad de Dios, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA INDUSTRIAL**

AUTORES:

Davalos Carlos, Selena Carolina ([orcid.org/ 0000-0001-5969-114X](https://orcid.org/0000-0001-5969-114X))

Grau Biminchumo, Angie Dajhana (orcid.org/0000-0002-4152-3276)

ASESOR:

Mg. Cruz Salinas, Luis Edgardo ([orcid.org/ 0000-0002-3856-3146](https://orcid.org/0000-0002-3856-3146))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHEPÉN-PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente estudio de investigación está dedicado a Dios por permitir mantenernos con salud a pesar de la coyuntura que atravesamos, por fortalecernos con sabiduría para lograr este objetivo. A nuestra familia por su apoyo y motivación incondicional siendo nuestro soporte absoluto en el trayecto de este camino

Agradecimiento

A el molino San Francisco S.A.C., al equipo administrativo y operarios por el apoyo en la recolección de datos.

A nuestro asesor de tesis Cruz Salinas, Luis Edgardo por el apoyo brindado. Y al jurado por cada aporte otorgado

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.4. Procedimientos	13
3.5. Método de análisis de datos	13
3.6. Aspectos éticos	13
IV. RESULTADOS	14
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES	65
VII. RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	67

Índice de tablas

Tabla 1. Implementación del TPM.....	7
Tabla 2 Check list	16
Tabla 3 Índice de frecuencia	17
Tabla 4 Producción semanal.....	19
Tabla 5 Productividad de la mano de obra	21
Tabla 6 Productividad de la materia prima.....	22
Tabla 7 Productividad combinada	23
Tabla 8 Promedio de productividad combinada.....	23
Tabla 9 Tiempo medio entre fallas (MTBF).....	24
Tabla 10 Tiempo medio de reparación (MTTR).....	25
Tabla 11 Disponibilidad	26
Tabla 12 Rendimiento	27
Tabla 13 Calidad.....	28
Tabla 14 OEE	29
Tabla 15 Cronograma de capacitaciones	31
Tabla 16 Plan de mantenimiento.....	33
Tabla 17 Solución a los problemas presentados	33
Tabla 18 Plan de implementación de 5'S.....	37
Tabla 19 Cronograma de mantenimiento máquina descascaradora	40
Tabla 20 Cronograma de mantenimiento maquina Pre limpia	41
Tabla 21 Cronograma de mantenimiento a conos pulidores	43
Tabla 22 Cronograma de mantenimiento a elevadores.....	44
Tabla 23 Cronograma de mantenimiento a máquina selectora.....	46
Tabla 24 Cronograma de mantenimiento a mesa paddy.....	47
Tabla 25 Tiempo medio entre fallas (MTBF).....	49
Tabla 26 Tiempo medio de reparación (MTTR).....	50
Tabla 27 Disponibilidad	51
Tabla 28 Cuadro comparativo de la disponibilidad	52
Tabla 29 Producción semanal después de la aplicación.....	53
Tabla 30 Productividad M.P Postest	54
Tabla 31 Productividad de la mano de obra postest.....	55
Tabla 32 Comparación de Índice de productividad.....	56
Tabla 33 Post test Rendimiento	57
Tabla 34 Post test Calidad	57
Tabla 35 Post test de evaluación de OEE	58
Tabla 36 Comparación de datos de pretest y postest de OEE.....	58
Tabla 37 Contrastación de hipótesis.....	59
Tabla 38 Prueba de hipótesis.....	60

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Diagrama de Ichikawa	15
Figura 2 Diagrama de Pareto	18
Figura 3 Producción mensual.....	20
Figura 4 MTBF Tiempo medio entre fallas.....	25
Figura 5 MTTR Tiempo medio de reparación	26
Figura 6 Disponibilidad	27
Figura 7 Anuncio de aplicación del TPM a gerencia	30
Figura 8 Grupo encargado del TPM.....	32
Figura 9 Misión y Visión	32
Figura 10 Políticas.....	32
Figura 11 Registro de capacitación.....	35
Figura 12 Mantenimiento clasificador Rolex.....	36
Figura 13 Mantenimiento de elevadores.....	36
Figura 14 Mantenimiento de conos pulidores	36
Figura 15 Mantenimiento eléctrico	36
Figura 16 Área de herramientas	38
Figura 17 Área de descanso	39
Figura 18 Espacios del área de producción.....	39
Figura 19 Tiempo medio entre fallas (MTBF)	50
Figura 20 Tiempo medio entre fallas (MTBF)	51
Figura 21 Disponibilidad.....	52
Figura 22 Producción semanal postest.....	54
Figura 23 Prueba estadística	60

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la aplicación del TPM y cómo logra impactar la productividad de la agroindustria San Francisco S.A.C, Ciudad de Dios, 2022. El tipo de investigación fue aplicada con un diseño experimental en donde la muestra estuvo conformada por todas las máquinas del proceso de producción de la empresa. Las técnicas de recolección de datos que se utilizaron fueron la observación de campo, ficha de registro de producción y análisis documental asimismo los instrumentos se empleó el registro del OEE y una ficha de registro de fallas para estimar la disponibilidad de los equipos. Los resultados alcanzados en el presente estudio fueron: la disponibilidad promedio se incrementó de 72.47% a 88.11%; mientras que el Tiempo Medio entre Fallas(MTBF) aumento de 20.02 a 39.86 horas y el tiempo medio entre reparaciones disminuyó de 5.76 a 4.78 horas; así también los indicadores de la productividad aumentaron, la materia prima incremento 0.70 kg/kg, la mano de obra 162.3 kilogramos/ horas hombre teniendo influencia en la productividad final que aumento de 1.28 y 1.29 lo cual demuestra el impacto positivo del mantenimiento productivo total en la productividad.

Palabras clave: Mantenimiento Productivo Total, Productividad, MTTR, MTBF, mano de obra

Abstract

The objective of the present investigation was to determine the effect of the application of the TPM and how it manages to impact the productivity of the agroindustry San Francisco S.A.C, Ciudad de Dios, 2022. The type of investigation was applied with an experimental design where the sample was made up of all machines in the company's production process. The data collection techniques that were used were field observation, production record sheet and documentary analysis, as well as the instruments, the OEE record and a failure record sheet were used to estimate reliability. The results achieved in this study were: the average availability increased from 72.47% to 88.11%; while the Mean Time Between Failures (MTBF) increased from 20.02 to 39.86 hours and the mean time between repairs decreased from 5.76 to 4.78 hours; Likewise, the productivity indicators increased, the raw material increased 0.70 kg/kg, the workforce 162.3 kilograms/man hours, having an influence on the final productivity that increased from 1.28 and 1.29, which demonstrates the positive impact of total productive maintenance in the productivity.

Keywords: Total Productive Maintenance, Productivity, MTTR, MTBF, labour

I. INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica actualmente las agroindustrias se ven obligadas a adquirir diferentes habilidades que les permiten enfrentarse a su entorno competitivo de diversos segmentos del mercado; manteniéndose en constante mejora para lograr destacar ante las necesidades de sus clientes, así mismo implementando estrategias de mantenimiento que permitan aumentar la productividad y disponibilidad de los equipos, logrando un índice bajo de errores para la producción (Solleiro y Colín, 2019).

En el Perú existe variedad de industrias molineras que resaltan por la capacidad de pilado, sin embargo, según Muñoz (2019) menciona que en el sector agroindustrial afronta la problemática de un inadecuado proceso de producción, es decir, no cuentan con conocimiento suficiente para mejorar su proceso y destacar por la calidad de su producto final, así como también, se observa mal manejo de recursos y gastos elevados de operaciones. Es por ello que las empresas se mantienen en constante búsqueda de soluciones.

Las agroindustrias se encuentran implementando máquinas que permitan aumentar su productividad, el cual hace que el Mantenimiento Productivo Total sea una pieza fundamental para la eficacia de sus innovadoras máquinas, por tanto, permitirá mantener y alargar la vida útil de estas (Narro, 2018).

El molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, ubicado en Ciudad de Dios se dedica al rubro de pilado, comercialización y almacenaje, donde la alta gerencia tiene el objetivo de mantener el proceso de pilado al máximo, pero es imposible obtener en su totalidad el arroz entero, debido a los problemas más frecuentes que existen al darse altos porcentajes de quebrado, presentando deficiencia en las maquinarias y mano de obra; por ende, la empresa produce además del producto principal, los subproductos como: arrocillo de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$, ñelen, descarte y polvillo. Además, la agroindustria presentó inconvenientes de paradas no programadas por maquinarias sobrecargadas de trabajo, debido a otras maquinarias defectuosas ya que solo se aplica un mantenimiento correctivo, esto se da a reflejar en la capacidad de producción por debajo del estándar. Junto con eso, se ha visto afectado el ambiente al encontrarse áreas insalubres, desordenadas, herramientas esparcidas por todos lados provocando suciedad y

confusión. Por consecuencia trae una baja de productividad debido a los problemas de proceso que se dan en el área de producción, como el desperdicio de materia prima en el terreno, así como el producto terminado.

En cuanto a la medición, el problema es que tienen pasos no estándar porque los tiempos de proceso son variables, por lo que no hay certeza del tiempo exacto en que se obtendrá el producto final. De continuar con el problema la eficiencia de producción disminuirá, por lo tanto, es indispensable aplicar un plan de mantenimiento productivo total que en adelante se denominará (TPM) lo que nos llevó a plantearnos la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto de la aplicación del TPM en la productividad de la empresa Agroindustria San Francisco S.A.C. - Ciudad de Dios, 2022

Se justificó de manera teórica porque mediante la investigación se buscó establecer el efecto del TPM y cómo logró impactar en la productividad. Nos permitió aplicar conocimientos de ingeniería industrial aplicando herramientas y materiales de estudio que mejoran la productividad de la organización. La justificación es metodológica porque el estudio de investigación permitió ser guía para otras investigaciones similares que deseen implementar el TPM en su plan de mantenimiento. Este estudio se justificó de manera práctica ya que mejoró su proceso productivo, al reducir costos y tiempos, así mismo fomentará una cultura de prevención y mayor importancia al mantenimiento.

El presente estudio tuvo como objetivo general: Determinar el efecto de la aplicación del TPM en la productividad de la Agroindustria San Francisco S.A.C - - y como objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual de la empresa y calcular la productividad actual. Diseñar plan de mantenimiento y recursos. Analizar el efecto que conlleva implementar el mantenimiento productivo total en la productividad de la agroindustria.

La hipótesis que se planteó fue que la aplicación de un plan de TPM incrementará la producción del molino agroindustrial San Francisco SAC.

II. MARCO TEÓRICO

Se encontraron antecedentes internacionales relacionados con nuestro tema de investigación; uno de los primeros fue Anaya (2020) en su estudio aplicado, busca desarrollar un plan de acción para la implementación del TPM, haciendo uso de las 5S y la herramienta de Lean Manufacturing. Evaluando el nivel de crecimiento de los colaboradores acerca del conocimiento previo y validando su compromiso. Esto dará como resultado una ventaja competitiva ante la situación que se enfrentan en el mercado laboral además de incrementar la fiabilidad de los equipos empleados. Demostrado un alto impacto en la reducción de fallas no programadas. Obteniendo una disponibilidad del 86% así mismo permitiendo una TIR del 28% siendo una oportunidad financiera.

Bernal et al, (2020), en su investigación tuvo como objetivo disminuir costos y reducir demoras en una empresa colombiana; se obtuvo como resultado que la implementación del TPM es rentable para lograr la reducción de coste de mantenimiento, además de aumentar los índices de productividad y disponibilidad de las máquinas a mediano plazo en un 30%, de este modo todo influirá positivamente en las ventas.

Según Meza (2015), realizó un proyecto del Colegio Cundinamarca en Bogotá, enfocándose principalmente en la aplicación de los pilares del TPM, se encontraron pérdidas ya que agrupa como un todo, las operaciones de los equipos y el producto, demostrando la reducción de costos para el mantenimiento programado o no planificado y una mayor productividad. Todas estas gestiones deben implementar tareas que planifiquen una evolución constante del negocio, siguiendo un cronograma instituido por actividades estratégicamente programadas para la valoración de estos pilares desde un enfoque integral, donde todas las partes son necesarias para lograr una evolución óptima.

Asimismo, Llontop (2018) en una empresa de Pomalca, en el área de extracción de jugos tuvo la finalidad de aumentar la capacidad de operación y mantenimiento, el cual analizó el diagnóstico basado a la identificación de pérdidas calculando la efectividad global, disponiendo de los datos cuantitativos de averías, defectos y rendimientos. El resultado obtenido fue una mejora en la

productividad con la aplicación del mantenimiento autónomo en un 75%, además de reducir los tiempos de reparación en los equipos, recuperando 47,2 horas lo que representa 8212,8 toneladas de caña de azúcar.

Como antecedentes nacionales se encontraron investigaciones similares a la nuestra, tenemos a Victorio (2019) en su tesis a una empresa limeña, tuvo como enfoque principal realizar mantenimiento autónomo y preventivo que permita reducir fallas y paradas no programadas con participación total de dicha organización. Empleando como herramienta principal se ha empleado las 5S. Obteniendo como resultado una mejora de la productividad en un 89% de eficiencia y un 94% de eficacia, incrementando en un 84% en la productividad de entregas a tiempo.

Valdez(2017) presentó su investigación de equipos trackless en Uchucchacua, nos da a conocer la problemática de una baja disponibilidad de sus equipos por el cual implementa mantenimiento autónomo, empleando tableros de gestión visual , tablas MTBF y tableros Kaizen, reforzando el TPM para aumenta la disponibilidad en los equipos Trackless, así como también fomentar las capacitaciones a los operadores los cuales a través de la experiencia van comprendiendo la problemática de este modo aportarán en el cuidado y reportes de fallas. Obteniendo mayor provecho en la productividad y un incremento de disponibilidad de equipos en un 85%.

Del mismo modo tenemos a Vargas (2020) con su aporte de investigación de una línea de producción de lavavajillas, en el cual reflejan fallas y paradas menores, limitando el rendimiento y disponibilidad de productividad al reducirse a un 30% por paro en la línea 2, así como también en el costo de producción unitario por el servicio del personal. Es por ello que se da seguimiento de los resultados y medidas de procesos mediante la observación directa con el personal realizando actividades fundamentales desde entrenar reportes y soluciones de defectos o fallas básicas hasta crear una cultura de alto compromiso del personal que sea capaz de liderar el desarrollo del programa con conocimiento teórico y práctica. Logrando un incremento en el cumplimiento del plan de producción en un 2.00% y satisfacción laboral que se visualiza en el desempeño alcanzado.

Maldonado et al. (2017) a través de su investigación aplicada, no experimental

en la empresa Indoamérica. Se planteó como objetivo identificar las fallas, desperdicios, movimientos innecesarios, defectos, tiempo de espera y recurso humano mal empleado y aprovechado. Aplicando la filosofía de Lean Manufacturing y el TPM, utilizando como indicador el OEE con el fin de reducir las paradas de las máquinas para ellos fue necesario el análisis documentado, a través de la recolección de datos, el cual ha dado como resultado una factibilidad de beneficio/costo de un s/.1.42. Concluyendo que la investigación tuvo un impacto en la producción y fue factible.

Por otro lado, tenemos a Martínez (2016), en su tesis de doctorado presenta un análisis longitudinal, en el cual emplea dos cuestionarios los cuales tienen la finalidad de facilitarles al personal encargado de la implementación del TPM, al utilizar esta herramienta con la que suplirán las carencias de los modelos y metodologías, así como también se creó grupos pilotos con la finalidad de conducir el esfuerzo del cambio y estimular el trabajo en equipos. Obteniendo un aumento de un 50% en el resultado de implementación en las auditorías del TPM, el cual afecta positivamente a la potenciación del resto de facilitadores.

Pineda et al. (2015) a través de la investigación aplicada en Lambayeque; quien diseñó un sistema de mantenimiento el cual se basa especialmente en el TPM, permitiendo una continua mejora en la confiabilidad y productividad del molino Don Julio, el cual tuvo como objetivo analizar la productividad, evaluar la confiabilidad de los equipos y máquinas y el beneficio/costo de una probable implementación del plan de mantenimiento preventivo propuesto. Los autores obtuvieron una mejora en la confiabilidad, en el cual el OEE aumentó en un 85%, facilitando la reducción de fallas y paradas en máquinas y los costos en relación a meses anteriores fueron reduciendo.

Así mismo se debe dar sustento teórico de las variables que respaldan esta investigación. Tenemos como variable independiente a el Mantenimiento Total Productivo (TPM) y como variable dependiente a la Productividad.

El TPM se caracteriza por ser una filosofía de mantenimiento el cual tiene como prioridad eliminar las pérdidas de producción causadas por el estado de las máquinas y sistemas. Se originó en Japón como un sistema destinado a eliminar las pérdidas del equipo. Desarrolló mantenimientos preventivos, planificados, predictivos y correctivos dentro de su estructura. Se debe iniciar con la mejora del equipo que debe incluir la mejora de la entidad, en la que están implicados todos los empleados de la empresa, desde el operario hasta el directivo con un alto rango jerárquico (Jasiulewicz-Kaczmarek, 2016)

Así mismo el TPM tiene como uno de sus principales objetivos maximizar el OEE (Overall Equipment Effectiveness) de los equipos, este indicador está conformado por tres coeficientes: disponibilidad, eficiencia y calidad; caracterizado por ser una ratio de carácter internacional, ya que esta permitirá la evaluación de la producción (Lezama et al., 2019).

$$OEE = DISPONIBILIDAD * EFICIENCIA * CALIDAD$$

Los coeficientes plasmados son:

Disponibilidad (D) es el tiempo en el que opera la máquina donde refleja la pérdida por inactividad.

Eficiencia (E) determina el nivel en el que se encuentra en funcionamiento considerando los tiempos de paro.

Calidad (Q) determina la fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad teniendo en cuenta el tiempo en la obtención de productos defectuosos.

Canahua (2021), asegura que, de no implementarse el mantenimiento preventivo programado, la empresa tendría el riesgo de caer en las 6 grandes pérdidas; son averías constantes en las máquinas, tiempos muertos entre lotes, cuellos de botella, deficiencia en la calidad de sus productos, mini paradas, periodos largos de inicio. Los aspectos principales en donde se presentan las 6 fallas son demoras en el sistema productivo, eficiencia menor a la capacidad establecida de las máquinas y producto deficiente.

La metodología de las 5S fue creada en Japón en los 60, su objetivo es crear condiciones que permitan ejecutar una labor de forma organizada, ordenada y limpia (García, 2018) permitiendo ser parte de la mejora en la entidad al implementar el TPM.

Las 5S es parte de las herramientas principales de Lean Manufacturing, busca instaurar orden y limpieza, mejorando la eficiencia y el ambiente de trabajo, esta herramienta es fundamental para implementarse junto con otra herramienta Lean (Manzano y Gisbert, 2016)

Estudios muestran que empresas en las que ya se implementó el TPM con éxito, se evidenciaron actividades y metodologías diferentes pero mejoradas, sin embargo, el mayor porcentaje utiliza un modelo similar al que publicó Seiichi Nakajima en su estudio de mantenimiento de plantas en 1971; esta publicación incluye los principios del mantenimiento productivo total en el cual diseña un programa que se divide en 3 etapas: preparación, implementación y establecer (Guedes et al., 2021).

El TPM y sus ocho pilares requieren de la participación del personal en su totalidad ya que involucra a toda el área de operaciones de la empresa, estos deben tener como objetivo preservar el cuidado, así mismo, mantener la funcionalidad de los equipos para lograr el éxito de cada organización (Zarreh et al., 2018)

Shen (2015) manifestó que los pilares del TPM se deben de mezclar en el desarrollo de la implementación; además aconsejó que se deben centrar en el pilar de mantenimiento preventivo y correctivo de manera general o depende a las características de sistema de producción que se maneje y en el caso de plantas con polvo, suciedad y tecnología modernas empezar la aplicación del TPM por el pilar de mantenimiento de calidad.

Tabla 1. Implementación del TPM

ETAPAS	DESCRIPCIÓN	PILARES
PREPARACIÓN	Alta dirección de introducir el TPM	
	Programas de formación introductoria	
	Crear una estructura promocional de TPM	
	Establecer políticas y objetivos para el TPM	

	Formular plan maestro para el desarrollo del TPM	
IMPLEMENTACIÓN PRELIMINAR	Lanzamiento del TPM	
IMPLEMENTACIÓN	Mejora la eficiencia de la producción	PILAR 01
		PILAR 02
		PILAR 03
		PILAR 04
	Desarrollar programa de gestión del equipo	PILAR 05
	Dirigir un sistema de mantenimiento de la calidad	PILAR 06
	Establecimiento de un sistema para mejora de la eficiencia de los departamentos administrativos	PILAR 07
Establecimientos de un sistema de la seguridad y salud, y medio ambiente.	PILAR 08	
ESTABILIZACIÓN	Perfeccionamiento del TPM	

Fuente: Pilares del TPM

Es fundamental implementar la disponibilidad como parte de un mantenimiento preventivo en los equipos, ya que proporciona la probabilidad de actividad o función en un determinado periodo de tiempo, dependiendo de un análisis de objetivos, situación actual, e historial de equipos que permita un adecuado control de costos (Alavedra et al., 2016).

$$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

TPM está orientada a maximizar la eficacia en lo que abarca el sistema y gestión del de equipos del sistema productivo, dando impactó a la OEE y tiene como objetivo descartar toda pérdida causada por el estado del equipo (Carrillo et al., 2019).

las 5s es uno de los pilares esenciales de la aplicación del TPM, Coronado et al., (2017), define a este método como un sistema de organización, limpieza, estandarización y en las áreas del trabajo, además ayuda a involucrar a todo el personal y es una manera eficaz de comprometes a los operarios para crear una cultura de cambio.

Así también daremos sustento teórico a la productividad como variable dependiente; en cuanto a Piñero, et al., (2018), define a la productividad como la

relación entre lo que produce y los recursos que utiliza. Es el resultado de decisiones que toman los negocios en su actividad innovadora.

La productividad se establece en la relación entre el tiempo y los resultados que se demoran en obtener. El tiempo se conoce como un denominador principal, es una medida universal que no puede ser controlada por el ser humano. Es por ello que si se obtienen resultados en el menor tiempo posible el sistema es más productivo. incluso existen diferentes sistemas de producción, pero su definición sigue siendo la misma. Entonces la productividad puede tener variedad de significados, pero el concepto principal es la relación entre la calidad de bienes, servicios y la cantidad de recursos que se utilizan para producir (Singh et al., 2018).

Lezama et al., (2019) la productividad se encuentra dividida por dos tipos, los cuales son:

Productividad Parcial: Relaciona al total de cantidades producidas, y materia prima o mano de obra que fue utilizada en el proceso.

Ecuación 1 Productividad parcial

$$\text{Productividad parcial} = \frac{\text{salida total}}{\text{una entrada}}$$

Productividad Global: Engloba a los recursos totales empleados, es decir, la suma de todos los factores que intervienen, identificados como la mano de obra, así como también el capital empleado.

Ecuación 2 Productividad total

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Producto Total}}{\text{Insumos Totales}}$$

Así mismo, Fontalvo et al., (2017) describe a la productividad como un equivalente de las unidades producidas, y los recursos consumo

Productividad de Materia Prima: Implica la mejora de un proceso productivo, el cual refiere a una comparación, esta permitirá determinar los recursos empleados, y los bienes/ servicios producidos (Lezama et al., 2019).

Ecuación 3 Productividad de materia prima

$$\text{Productividad Materia Prima} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Materia Prima}}$$

La Productividad Mano de obra: Equivale a maximizar las unidades producidas haciendo uso del mismo recurso, por ende, también aplica para producir lo mismo, pero con un menor recurso, y estos recursos no empleados se redirigen a otra producción de productos (Espíndola et al., 2017).

Ecuación 4 Productividad laboral

$$\text{Productividad Laboral} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Número de horas hombre}}$$

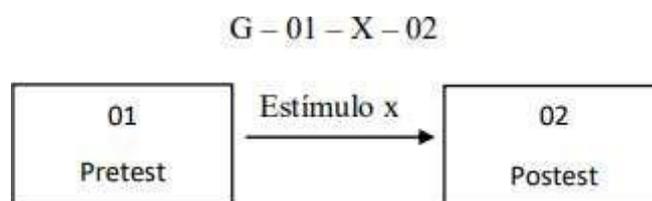
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación realizada es de tipo aplicada, orientada a conseguir un nuevo conocimiento destinado, que conlleve a solucionar los problemas a través de la práctica (Esteban, 2018). Por consiguiente, esta investigación es aplicada ya que aplicó las teorías existentes de mantenimiento productivo total, llevándolas a la práctica para la solución del problema real.

La presente investigación fue experimental de tipo pre experimental, de acuerdo a la recopilación de datos que se obtienen a través de la observación de hechos condicionados por el investigador (Esteban, 2018), fue experimental en el cual se manipuló la variable del TPM y se obtuvo resultados del impacto en la variable de productividad.

Ecuación 5 Investigación pre experimental



Dónde:

G: Molino San Francisco S.A.C. 2022.

O1: productividad antes de aplicar el TPM.

O2: productividad después de aplicar el

TPM. X: aplicación del TPM.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Definición conceptual

El Mantenimiento Productivo Total, es una metodología de Lean Manufacturing que permite garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y el sistema operativo, dando resultados de los conceptos de cero defectos, cero accidentes, prevención y participación total del personal (Cacuango, 2021).

Definición operacional

La investigación se centra en el análisis de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total que será medida a través de la OEE y confiabilidad para obtener resultados favorables.

- **Indicadores:** Eficiencia global de equipos (OEE): Disponibilidad * Rendimiento * Calidad y Disponibilidad: $(MTBF/MTBF+MTTR) * 100\%$
- **Escala de medición:** fue de razón. Variable Dependiente: Productividad

Definición conceptual:

La productividad es la relación que existe entre lo que se emplea y el producto generado, así mismo permite medir el desempeño del trabajador (Herrera y Gómez, 2018).

Definición operacional:

La investigación se centró en el análisis de la variable productividad que se medía

a través de la productividad de mano de obra y productividad de materia prima que permitieron evaluar las mejoras respectivas.

- **Indicadores:** Productividad de MO: (Producción/N° de hrs totales), y Productividad de MP: (Producción/ Cant MP).
- **Escala de medición:** Fue de razón.

Población, muestra y muestreo

Población: La población se ejecutó empleando elementos de muestreo, alcance y tiempo. López (2015). Se definió de la siguiente manera: Todas las máquinas del proceso de productividad.

La muestra fue considerada no probabilística, además concierne a la misma población.

Criterio de inclusión: Caracterizada por realizarse en el estudio para adquirir los datos, de este modo se estimó: Las maquinarias empleadas en el área de proceso y las horas muertas de cada equipo.

Criterio de exclusión: Refiere a los criterios que no son tomados en cuenta ya que podría alterar los resultados. No se consideraron las maquinarias antiguas con falta de capacidad para producir lo estimado.

Unidad de análisis: La unidad de análisis fue en el área de producción de pilado de arroz.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Alegre (2021), se encarga de brindarnos información de manera coherente y razonable con el fin de examinar de una manera meticulosa el caso o hecho.

Para la medición de la productividad del molino San Francisco, se usó la técnica de observación de campo y análisis documental y se empleó como instrumento la ficha de registro de producción, y un formato para estimar la productividad de mano de obra (MO) y materia prima (MP).

Para la aplicación de la herramienta del TPM se utilizó la técnica de observación

y análisis documental; y como instrumento se empleó el registro del OEE (Eficiencia Global de Equipos) (Anexo 05) y una ficha de registro de fallas para estimar la disponibilidad.

3.4. Procedimientos

Se realizó la coordinación previa con el encargado directo del Molino San Cristóbal S.A.C., quien nos brindó el acceso al molino e información requerida, empleando las técnicas e instrumentos de recolección de datos en base a nuestros objetivos. Para determinar la producción en la que se encuentra la empresa se utilizó la ficha de registro de producción, esta permitió evaluar el estado inicial y secuencial de la producción.

Para el diseño de mantenimiento y recursos, se empleó la herramienta del TPM aplicando las 5S, esta refiere a llevar a cabo una reunión con los operarios y el directivo, de tal modo lograr capacitar al personal. Además, se utilizó el registro de Eficiencia Global de Equipos (OEE) que nos permitió evaluar la disponibilidad, calidad y rendimiento de las máquinas. Así mismo, se empleó el registro de disponibilidad, de este modo calcular el tiempo medio entre reparación y falla, para la comparación de la herramienta empleada.

3.5. Método de análisis de datos

- **Análisis descriptivo:** Se examinó las variables de estudio, empleando las dimensiones de preferencia, cuantificando media y moda, y señalando los datos en una tabla de probabilidad.
- **Análisis en relación a las hipótesis:** Para demostrar el efecto del mantenimiento productivo total en la producción se llevó a cabo una prueba de normalidad, y los resultados que no cumplieron las premisas de normalidad, se realizó un análisis no paramétrico, empleando pruebas estadísticas de Wilcoxon en el software SPSS.

3.6. Aspectos éticos

En la presente investigación se tomaron en cuenta los siguientes principios:

Confidencialidad: Todos los datos que nos proporcionaron se utilizaron solo para la investigación.

Originalidad: para garantizar la originalidad además de evitar el plagio se evaluó por turnitin y se citó textualmente en base las reglas ISO 690-2.

Objetividad: los criterios principales para elaborar este estudio fue el imparcial y el ético.

Veracidad: los datos recopilados fueron veraces y estuvieron en el dominio del investigador, el cuidado por la confidencialidad de los mismos.

Consentimiento: el desenvolvimiento de la investigación contó con la aceptación y apoyo de la gerencia para poder alcanzar la cooperación del talento humano.

Democracia: se incentivó la participación de todo el personal, sin forzarlos.

IV. RESULTADOS

El molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, ubicado en Ciudad de Dios se dedica al rubro de pilado, comercialización y almacenaje, donde la alta gerencia tiene el objetivo de mantener el proceso de pilado al máximo.

OE1: Diagnosticar la situación actual y calcular la productividad actual del molino agroindustrial san Francisco S.A.C., Chepén, 2022

El desarrollo del primer objetivo específico consistió en ejecutar diferentes acciones para evaluar la situación actual del molino San Francisco. para ello analizamos el principal problema tras las visitas realizadas, observando una baja producción a raíz de causas que a continuación se mostrarán en el diagrama de Ishikawa:

Figura 1 Diagrama de Ichikawa



Fuente: Área de producción del molino San Francisco S.A.

En el diagrama de Ishikawa se puede observar con claridad las principales causas que conllevan a que la empresa San Francisco S.A.C tenga una baja producción.

A continuación, se detalla el número de ocurrencias detectadas por cada factor en el mes de evaluación (JUNIO, 2022), mediante un check list.

Tabla 2 Check list

Frecuencia de los factores de problemática		PERIODO JUNIO - 2022				TOTAL
		1° SEM.	2° SEM.	3° SEM.	4° SEM.	
CAUSA						
A.	Constantes fallas y averías	7	7	7	7	28
B.	Falta de orden y limpieza	7	7	6	7	27
C.	Ausencia de capacitaciones	7	7	6	6	26
D.	Ausencia de mantenimiento	7	6	6	6	25
E.	Falta de registro de paradas	6	6	7	6	25
F.	Falta de registro de operatividad	5	5	5	5	20
G.	Falta de supervisión al personal	5	5	4	4	18
H.	Inadecuada organización de tareas	3	4	3	3	13
I.	Personal no calificado	3	2	2	2	9
J.	Falta de compromiso	3	2	2	1	8
K.	Desperdicio de producto terminado y materia prima	2	1	1	2	6
L.	Defectos en la calidad	1	2	1	1	5
						210

Fuente: Elaboración propia

Luego se realizó el diagrama de Pareto según los resultados de las encuestas para evaluar las principales causas de la baja producción en el molino san francisco.

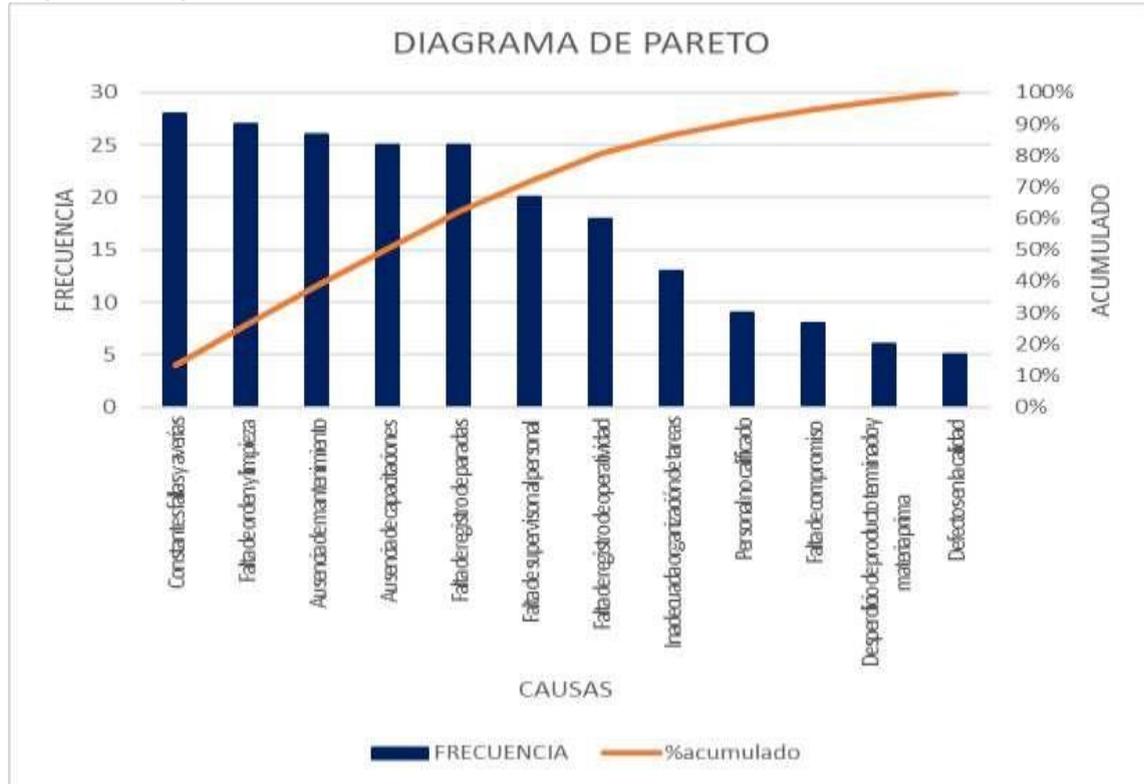
Tabla 3 Índice de frecuencia

	CAUSAS	FRECUENCIA	%	%acumulado
A.	Constantes fallas y averías	28	13%	13%
B.	Falta de orden y limpieza	27	13%	26%
C.	Ausencia de mantenimiento	26	12%	39%
D.	Ausencia de capacitaciones	25	12%	50%
E.	Falta de registro de paradas	25	12%	62%
F.	Falta de supervisión al personal	20	10%	72%
G.	Falta de registro de operatividad	18	9%	80%
H.	Inadecuada organización de tareas	13	6%	87%
I.	Personal no calificado	9	4%	91%
J.	Falta de compromiso	8	4%	95%
K.	Desperdicio de producto terminado y materia prima	6	3%	98%
L.	Defectos en la calidad	5	2%	100%
	TOTAL	210	100.00%	

Fuente: Área de producción

A través del análisis se han determinado las causas más críticas que se han identificado durante el periodo de tiempo determinado en las cuales se observa que las primeras causas que influyen en la disminución de la productividad son las constantes fallas y averías, falta de orden y limpieza, ausencia de mantenimiento y capacitaciones. Además de la falta de registros de paradas y operatividad.

IFigura 2 Diagrama de Pareto



Fuente: Encuestas a trabajadores del molino San Francisco

A través del análisis presentado en el diagrama de Pareto, se observan los problemas que impactan en la productividad del molino, así mismo el porcentaje representativo acumulado de cada uno de ellos. Determinando que el 80.00% de las causas que ocasionan esta problemática son constantes fallas y averías, falta de orden y limpieza, ausencia de mantenimiento y capacitaciones. Además de la falta de registros de paradas y operatividad.

Además, calculamos la producción actual del molino agroindustrial

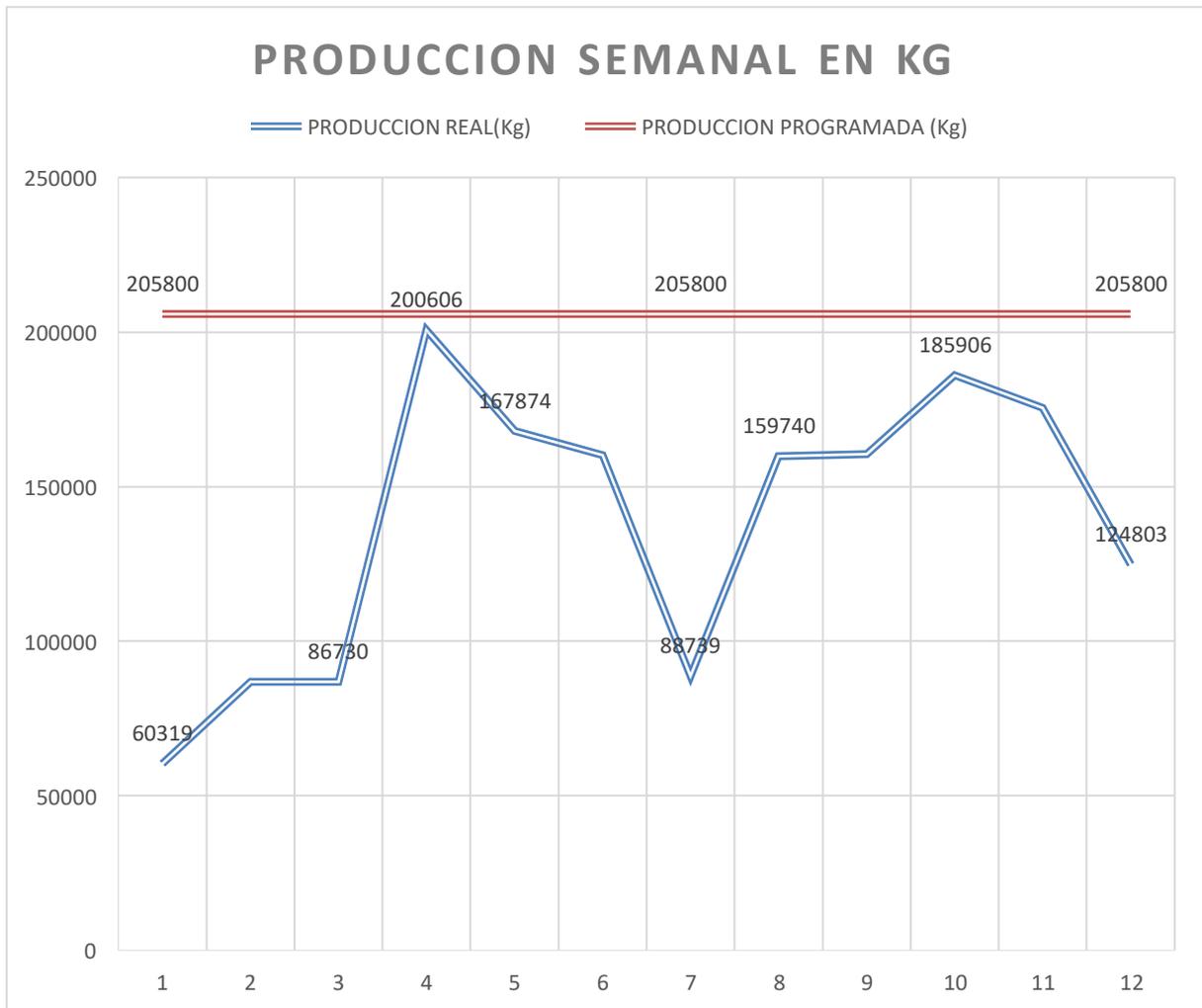
Tabla 4 Producción semanal

No SEMANAS	MES	PRODUCCIÓN REAL(Kg)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (Kg)
1	Mar-22	60319	205800
2	Mar-22	86828	205800
3	Mar-22	86730	205800
4	Mar-22	200606	205800
5	Abr-22	167874	205800
6	Abr-22	160132	205800
7	Abr-22	88739	205800
8	Abr-22	159740	205800
9	May-22	160524	205800
10	May-22	185906	205800
11	May-22	175420	205800
12	May-22	124803	205800
TOTAL		1657621	2469600

Fuente: Registros de producción mensual

En la tabla se puede observar la producción actual del molino San Francisco, en la que se muestra la producción programada y la producción real evidenciando de esa manera la baja producción.

Figura 3 Producción mensual



Fuente: Registro de la producción mensual

En la figura se observa claramente que la producción no cumple con lo que se estima mensual, incluso muestra a la semana 8 con la producción más cercana a lo programado sin embargo no cumple con la producción requerida de 205800 kilogramos de arroz semanales.

Se observa la productividad de mano de obra y la variación que ha presentado durante los meses de marzo, abril y mayo.

Tabla 5 Productividad de la mano de obra

No SEMANAS	MES	CANTIDAD ARROZ PILADO (Kg)	HORAS HOMBRE EMPLEADAS	Unidades producidas (Kg)/Horas hombre
1	Mar-22	60319	300	201.1
2	Mar-22	86828	300	289.4
3	Mar-22	86730	300	289.1
4	Mar-22	200606	300	668.7
5	Abr-22	167874	300	559.6
6	Abr-22	160132	300	533.8
7	Abr-22	88739	300	295.8
8	Abr-22	159740	300	532.5
9	May-22	160524	300	535.1
10	May-22	185906	300	619.7
11	May-22	175420	300	584.7
12	May-22	124803	300	416.0
PROMEDIO				460.5

Fuente: Registro de producción

Se puede apreciar que la productividad de mano de obra ha venido variando semana a semana, y en promedio se tiene una productividad de mano de obra de 438 unidades/hora hombre de trabajo.

A continuación, evaluó la productividad de la materia prima antes de la aplicación del mantenimiento productivo total.

Tabla 6 Productividad de la materia prima

ITEM	MES	CANTIDAD ARROZ PILADO (Kg)	CANTIDAD ARROZ EN CÁSCARA (Kg)	PRODUCTIVIDAD MATERIA PRIMA
1	Mar-22	60319	86800	0.695
2	Mar-22	86828	124530	0.697
3	Mar-22	86730	124530	0.696
4	Mar-22	200606	288400	0.696
5	Abr-22	167874	240100	0.699
6	Abr-22	160132	228760	0.700
7	Abr-22	88739	127330	0.697
8	Abr-22	159740	228550	0.699
9	May-22	160524	229740	0.699
10	May-22	185906	266140	0.699
11	May-22	175420	251160	0.698
12	May-22	124803	178500	0.699
PROMEDIO				0.698

Fuente: Registros de la productividad

La productividad de la materia prima entre las 16 primeras semanas registrados fue variando de 0.69 a 0.7, obteniendo como promedio de 0.69 kg/kg

Para finalizar el cálculo de los índices de productividad se evaluó la productividad combinada antes de la aplicación del TPM.

Tabla 7 Productividad combinada

ITEM	SEMANA	PRODUCTIVIDAD COMBINADA
1	Mar-22	1.28
2	Mar-22	1.28
3	Mar-22	1.27
4	Mar-22	1.28
5	Abr-22	1.29
6	Abr-22	1.29
7	Abr-22	1.28
8	Abr-22	1.29
9	May-22	1.29
10	May-22	1.29
11	May-22	1.28
12	May-22	1.28

Fuente: Registro de producción

Se observa que el índice de productividad combinada varía de 1.27 a 1.29 en las 12 semanas de estudio, en otras palabras, por cada sol invertido pueden ganar entre 0.27 y 0.29 soles.

Tabla 8 Promedio de productividad combinada

MES	P. COMBINADA
MARZO	1.28
ABRIL	1.28
MAYO	1.29
PROMEDIO	1.28

Fuente: Registro de producción

La productividad combinada en los 4 primeros meses de pretest fue de 1.28, quiere decir que por cada sol invertido tiene ingresos de 0.28 soles.

Por consiguiente, se procederá a calcular la disponibilidad de las máquinas, de acuerdo a la ficha de registro de indicadores iniciales.

Tabla 9 Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Tiempo medio entre fallas (MTBF)				
Nro de semana	MES	Tiempo disponible (h)	Nro de fallas	MTBF (Tiempo disponible/Nro de fallas)
1	Mar-22	51	2	25.50
2	Mar-22	22	4	5.50
3	Mar-22	35	4	8.75
4	Mar-22	44	3	14.67
5	Abr-22	49	2	24.50
6	Abr-22	49	2	24.50
7	Abr-22	48	2	24.00
8	Abr-22	22	6	3.67
9	May-22	52	1	52.00
10	May-22	49	2	24.50
11	May-22	53	2	26.50
12	May-22	31	5	6.20
				20.02

Fuente: Información suministrada por el Molino San Francisco.

En la siguiente tabla se observa el MTBF, dando el promedio de 20.02 horas por cada falla o evento de averías presentadas.

Figura 4 MTBF Tiempo medio entre fallas



Se presenta en la siguiente figura 2 el tiempo medio entre fallas durante las 16 semanas de la evaluación, donde se obtuvo un promedio de 20.02 horas trabajadas por cada falla o evento de averías presentadas.

Tabla 10 Tiempo medio de reparación (MTTR)

Nro de semana	MES	Tiempo total de inactividad	Nro de fallas	MTTR (Tiempo total de inactividad/Nro de fallas)
1	Mar-22	5	2	2.50
2	Mar-22	34	4	8.50
3	Mar-22	24	4	6.00
4	Mar-22	8	3	2.67
5	Abr-22	10	2	5.00
6	Abr-22	10	2	5.00
7	Abr-22	11	2	5.50
8	Abr-22	33	6	5.50
9	May-22	16	1	16.00
10	May-22	10	2	5.00
11	May-22	6	2	3.00
12	May-22	22	5	4.40
				5.76

Fuente: Información suministrada por el Molino San Francisco.

En la siguiente tabla se observa el MTTR, dando el promedio de 5.76 horas de tiempo de reparación por cada falla o evento de averías presentadas.

Figura 5 MTTR Tiempo medio de reparación



Se presenta la figura 3, el cual plasma el tiempo medio de reparación en el periodo de las 12 semanas que fueron evaluadas, dando un promedio de 5.76 horas de reparación por cada falla o evento de averías presentadas.

Tabla 11 Disponibilidad

Nro de semana	MES	MTBF	MTTR	$\frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)} * 100$
1	Mar-22	25.50	2.50	91.07%
2	Mar-22	5.50	8.50	39.29%
3	Mar-22	8.75	6.00	59.32%
4	Mar-22	14.67	2.67	84.62%
5	Abr-22	24.50	5.00	83.05%
6	Abr-22	24.50	5.00	83.05%
7	Abr-22	24.00	5.50	81.36%
8	Abr-22	3.67	5.50	40.00%
9	May-22	52.00	16.00	76.47%
10	May-22	24.50	5.00	83.05%
11	May-22	26.50	3.00	89.83%
12	May-22	6.20	4.40	58.49%
				72.47%

Fuente: Información suministrada por el Molino San Francisco

La siguiente tabla, plasma la disponibilidad estadística al inicio de la evaluación del presente proyecto, el cual se obtuvo como promedio un 72.47% de disponibilidad para llevar a cabo el proceso.

Figura 6 Disponibilidad



En la siguiente figura, representa la disponibilidad que fue evaluado durante las 12 semanas de pre test. plasmando la disponibilidad de la máquina, la cual se obtuvo como promedio 72.47%.

Así mismo de los datos recolectados antes de la aplicación del TPM se determinó el rendimiento y calidad para saber la eficiencia global de equipos promedio de las 12 semanas.

Tabla 12 Rendimiento

Semana	Fecha	Producción Real (kg)	Producción programada (Kg)	Rendimiento
1	Feb-22	84700	205800	41.16%
2	Feb-22	167720	205800	81.50%
3	Feb-22	138040	205800	67.07%
4	Feb-22	248500	205800	97.75%
5	Mar-22	86170	205800	41.87%
6	Mar-22	124040	205800	60.27%
7	Mar-22	124530	205800	60.51%
8	Mar-22	288400	205800	94.14%
9	Abr-22	239960	205800	96.01%
10	Abr-22	228760	205800	91.11%
11	Abr-22	127050	205800	61.73%
12	Abr-22	228200	205800	96.04%
				74.10%

Fuente: Registro de producción

Se evaluó las 12 semanas de pretest y se obtuvo un promedio de 71.14 % de rendimiento

Tabla 13 Calidad

Semana	Fecha	Producción Real (Kg)	Producción buena (Kg)	Calidad
1	Feb-22	84700	58849	69.48%
2	Feb-22	167720	117404	70.00%
3	Feb-22	138040	96628	70.00%
4	Feb-22	248500	173607	69.86%
5	Mar-22	86170	60319	70.00%
6	Mar-22	124040	86828	70.00%
7	Mar-22	124530	86730	69.65%
8	Mar-22	288400	200606	69.56%
9	Abr-22	239960	167874	69.96%
10	Abr-22	228760	160132	70.00%
11	Abr-22	127050	88739	69.85%
12	Abr-22	228200	159740	70.00%
PROMEDIO				69.86%

Fuente: Registro de producción

En la tabla se muestra la variación de la calidad en las 12 semanas de evaluación obteniendo como promedio de calidad pretest 69.86%

Con los resultados antes mostrados analizamos la eficiencia global de los equipos.

Tabla 14 OEE

Semana	Fecha	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
1	Mar-22	91.67%	41.16%	69.48%	26%
2	Mar-22	43.33%	81.50%	70.00%	25%
3	Mar-22	60.00%	67.07%	70.00%	28%
4	Mar-22	86.67%	97.75%	69.86%	59%
5	Abr-22	83.33%	41.87%	70.00%	24%
6	Abr-22	83.33%	60.27%	70.00%	35%
7	Abr-22	81.67%	60.51%	69.65%	34%
8	Abr-22	45.00%	94.14%	69.56%	29%
9	May-22	73.33%	96.01%	69.96%	49%
10	May-22	83.33%	91.11%	70.00%	53%
11	May-22	90.00%	61.73%	69.85%	39%
12	May-22	63.33%	96.04%	70.00%	43%
PROMEDIO					37%

Fuente: Registro de producción

Se aprecia en la tabla que el OEE es 37% este índice muestra un porcentaje muy bajo y existe un amplio campo para mejorar.

OE2. Diseño de un plan de mantenimiento y recursos para el molino San Francisco S.A.C.

Luego de realizar el pretest al Molino San Francisco, se determinará el análisis actual de la empresa, de mismo modo, pasará a describir las actividades realizadas para establecer el TPM, el cual busca brindar beneficios a la agroindustria.

FASE 1.

Paso 1. Anuncio de la alta dirección de aplicar el TPM

Los trabajadores del molino tendrán como fase de preparación la información necesaria para la implementación del TPM, por ende, deberán conocer la importancia, metas y beneficios al efectuar esta mejora, así también contar plenamente con el compromiso que deberán asumir hasta el término del mismo.

Figura 7 Anuncio de aplicación del TPM a gerencia



Paso 2. Difusión introductoria educacional del TPM.

Se dará a conocer la herramienta del TPM a todos sus colaboradores, a través de apoyo visual, con la finalidad de obtener la comprensión necesaria detallando la importancia y ventajas del TPM, que facilite la implementación de la misma.

Como parte de este proceso también se desarrollaron capacitaciones, en las cuales se les brindó información y aclaración de dudas para una mejor ejecución.

Tabla 15 Cronograma de capacitaciones.



MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES

TEMAS	JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación de proyecto	■											
implementación del TPM		■										
Beneficios y objetivos del TPM		■										
Presentación de plan de mantenimiento			■									
Importancia del mantenimiento preventivo				■								
Distribución de tareas					■							
Importancia del mantenimiento autónomo						■						
Mejora de procesos de lubricación							■					
Aplicación 5'S								■				
Uso adecuado de EPP									■			
Reforzamiento de mantenimiento autónomo										■		
Reforzamiento de mantenimiento preventivo											■	
Evaluación de conocimientos												■

Fuente: Elaboración propia

Paso 3. Establecer grupo encargado del TPM

Por consiguiente, se busca generar mejoras en el área de mantenimiento, por el cual se designó un equipo respectivo, los cuales serán líderes y darán seguimiento

a la implementación y capacitaciones; además motivará a sus compañeros en las debidas estrategias para lograr cumplir las metas establecidas:

- Garantizar el cumplimiento de las capacitaciones.
- Colaborar con el mantenimiento del ambiente limpio y ordenado.
- Aumentar la Eficiencia Global de los Equipos.

Figura 8 Grupo encargado del TPM



Paso 4. Establecer política y objetivos del TPM

Acorde a la situación actual de la agroindustria, se deberá establecer una política y objetivos del TPM, ante la visión, misión que ya conciernen, del mismo modo con las estrategias a aplicar para la aplicación de la mejora, relacionada a sus metas de corto y largo plazo del molino San Francisco S.A.C.

Figura 10 Políticas



Figura 9 Misión y Visión



Paso 5. Elaboración del Plan Maestro para el desarrollo del mantenimiento

productivo total (TPM).

Para el plan maestro, se llegó a presentar el programa de las actividades a realizar las cuales serán ejecutadas dentro del periodo de 4 meses (junio, julio, agosto y septiembre) de tal manera, cumplir con las metas proyectadas en el mantenimiento en conjunto con la participación de los colaboradores.

Tabla 16 Plan de mantenimiento

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM	MES JUNIO Y JULIO							
	N° Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Elaboración del proyecto del TPM	■							
Reunión con la alta directiva del molino para la presentación del proyecto		■						
Capacitación del TPM al personal		■						
Estructura del TPM			■					
Elaboración y desarrollo del plan de mantenimiento				■				
Ejecución del proyecto TPM					■			
Implementación de la fase básica de las 5s					■			
Desarrollo de los lineamientos de mantenimiento autónomo						■		
Capacitaciones de mejora						■		
Desarrollo del programa de mantenimiento en las máquinas del molino San Francisco SAC							■	■

Fuente: elaboración propia

Tabla 17 Solución a los problemas presentados.

MÁQUINA	PROBLEMAS	SOLUCIÓN
---------	-----------	----------

SELECTORA	Desgaste de manguera de aire presión	Limpieza e inspección
SELECTORA	Pantalla touch descompuesto	Revisión técnica
SELECTORA	Rotura de manguera de aire presión	Cambio de manguera
SELECTORA	Sensor por color descalibrado	Revisión de cables
PRE-LIMPIA	Válvula y rodaje quemados	Limpieza e inspección
PRE-LIMPIA	Rodamientos desgastados	Lubricación cambio de rodajes
PRE-LIMPIA	Pernos y tuercas robadas	Inspección y cambio de tuercas
PRE-LIMPIA	Fusibles quemados	Inspección de estabilizador de voltaje
ELEVADORES	Capachos rotos	Cambio de capachos, limpieza e inspección
ELEVADORES	Desgaste de fajas	Reforzamiento de fajas e inspección
ELEVADORES	Poleas rotas	Cambio de polea
DESCASCARADORA	Deficiencia en separados de rodamientos	Inspección y ajustes de pernos
DESCASCARADORA	Avería en sin fin por suciedad	Limpieza e inspección semanal
DESCASCARADORA	Rodamientos desgastados	Cambio de rodamiento e inspección constante
DESCASCARADORA	Rodillos desgastados	Cambio de rodillos cada 1000 sacos

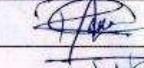
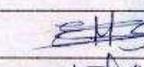
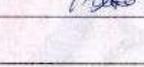
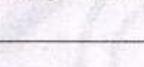
Fuente: Registros de fallas

Fase 2.

Paso 6. Lanzamiento formal del TPM

En el siguiente paso, se prosiguió a organizar las reuniones, las cuales se enfocan a mejorar la dedicación y motivación del personal correspondiente. Se prosiguió a informar las fases que se aplicaron en la etapa preliminar, así mismo se dio a conocer las actividades que se plasmaron en el cronograma.

Figura 11 Registro de capacitación.

		MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C	
		REGISTRO DE CAPACITACIONES	
TEMAS		Presentación de proyecto	
RESPONSABLE		Davalos Carlos Selena Carolina	
N°	INTEGRANTES	CARGO	FIRMA
1	Pichen Yépez, Gallirgos Alipio	Maquinista	
2	Vigo Gil, Flaminio Rubén	Gerente	
3	Vigo Gil, José Cristóbal	Sub Gerente	
4	Vigo Narro, Willy Cesar	Almacén	
5	Vigo Gil, Rosa Jeanette	Secretaria	
6	Alvarado Suarez, Luis Alberto	Estibador	
7	Uriol Concepción, Eduard	Estibador	—
8	Mendoza Santacruz, Edwin D.	Maquinista	
9	Acosta Rojas, Julio Cesar	Estibador	
10	Sarrea Hector	Poloillero	
11			
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación (02-08) • Duración (30 minutos) 			

Fase 3.

Paso 7. Desarrollo del proceso para la mejora de la productividad.

Para el siguiente paso se necesitó el apoyo de los operarios y demás involucrados, para ello se procedió a desarrollar el programa de mantenimiento autónomo que permita un correcto manejo de las máquinas, así mismo, el programa de

mantenimiento preventivo y charlas de reforzamiento de conocimiento.

Figura 12 Mantenimiento clasificador Rolex



Figura 13 Mantenimiento de elevadores



Figura 14 Mantenimiento de conos pulidores.



Figura 15 Mantenimiento eléctrico.



Así mismo, se evaluará el OEE después de la implementación del TPM para precisar el nivel alcanzado, en el cual hemos abarcado la ejecución de las 5'S, obteniendo como resultados ambientes limpios, seguros y ordenados.

Tabla 18 Plan de implementación de 5'S

Programa de implementación de 5'S			
Fase	Actividad	Puesto	Periodo fijado
1. CLASIFICAR			
1	Identificar zonas con mayor desorden en el molino	Maquinista y operadores	1 día
	Dividir objetos necesarios e innecesarios de acuerdo al método (Anexo N°8)	Maquinista y operadores	3 días
	Adaptar un área para agrupar los objetos innecesarios	asistente de seguridad	1 día
	Diseñar un modelo de tarjeta roja para definir los objetos innecesarios	Asistente de seguridad	2 días
2. ORDENAR			
2	Diseñar tarjeta de orden (Anexo N°9)	asistente de seguridad	1 día
	Codificar los objetos necesarios	Operarios	2 días
	Clasificar los objetos de acuerdo a su función	Operario y maquinista	2 días
3. LIMPIAR			
3	Limpieza y evaluación del origen de contaminación	Asistente de seguridad	5 días
	Elaborar una distribución de tareas de limpieza (Anexo N°10)	Asistente de seguridad	1 día
4. ESTANDARIZACIÓN			

4	Charlas 5s	Asistente de seguridad	1 día
	Diseñar formato de control (Anexo N°11)	Asistente de seguridad	3 días
5. DISCIPLINA			
52	Elaborar formatos de auditoría 5S	Asistente de seguridad	2 días
	Reporte a gerencia	Maquinista	1 día

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el programa de implementación para 5S con actividades que se ejecutaron dentro de un plazo establecido.

Además, se realizó un análisis antes de la aplicación de las 5S con el objetivo de saber el nivel de cumplimiento de la metodología en la empresa, para lograrlo se elaboró un formato de evaluación. Lo que llevó a darnos como resultado que el molino san francisco tenía 39% de cumplimiento de 5S.

Se aplicaron diferentes estrategias para lograr la aplicación del plan de 5S, finalmente se obtuvo un resultado favorable ya que el nivel de cumplimiento aumentó a 60%, quiere decir se obtuvo una mejora de 21% en la limpieza y orden del molino.

ANTES

DESPUÉS



Figura 16 Área de herramientas

ANTES



DESPUÉS



Figura 17 Área de descanso

ANTES



DESPUÉS



Figura 18 Espacios del área de producción

Fase 4.

Paso 8. Consolidación

La integración de TPM se logró mediante la creación del Manual de TPM, que se desarrolló durante el periodo de 4 meses (junio, julio, agosto y septiembre), en los cuales se han ido ejecutando, buscando mejoras continuas de acuerdo a los objetivos trazados. Al finalizar con la aplicación del TPM se espera evidenciar el aumento en la productividad

Tabla 19 Cronograma de mantenimiento máquina descascaradora

		MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C															
		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL															
MÁQUINA	DESCASCADORA SATAKE	CÓDIGO				DESS01				RESPONSABLE				Maquinista			
PROCESO	PILADO DE ARROZ	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE			
ACTIVIDADES		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SEMANAL																	
Control de rodajes																	
Control de motor eléctrico																	
Estado de malla																	
Estado de rodillos																	
Control de limpieza																	
Revisar el funcionamiento separador																	
Revisar Fajas																	
MENSUAL																	
Revisar tuvo de aspiración de aire																	

Control de rodajes																			
Control de motor eléctrico																			
Estado de la piedra pulidora																			
Limpieza de malla clasificadora																			
Control de limpieza																			
Limpiar tuvo alimentador																			
Limpiar mangas																			
Revisar posición de fajas																			
MENSUAL																			
Revisar tuvo de aspiración de aire																			
Ajustar fajas																			
lubricar rodajes																			
Ajustar los pernos del guardamotor y contactor																			
CADA 6 MESES																			
Reparación de malla																			
Cambiar rodajes																			

Fuente: manuales de maquinas

Tabla 21 Cronograma de mantenimiento a conos pulidores.

		MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C															
		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL															
MÁQUINA	CONOS PULIDORES	CÓDIGO		DESS01				RESPONSABLE				Maquinista					
PROCESO	PILADO DE ARROZ	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE			
ACTIVIDADES		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SEMANAL																	
Control de rodajes																	
Control de motor eléctrico																	
Estado de la piedra pulidora																	
Limpieza de malla clasificadora																	
Control de limpieza																	
MENSUAL																	
Calibración de pulidora																	

Estado de poleas																	
Estado de caningos o capachos																	
Control y limpieza general																	
Revisar alineamiento																	
Lubricar y engrasar chumaceras																	
MENSUAL																	
Revisar estado de tornillos																	
Revisar posible elongación de la correa																	
Revisar que no haya escapes de la estructura																	
Revisar estado de caningos, sustituir en caso de ruptura																	
CADA 4 MESES																	
Revisión General zona de descarga																	
Cambio de una pieza específica en la estructura																	

Fuente: manuales de maquinas

Tabla 23 Cronograma de mantenimiento a máquina selectora.

		MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C															
		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL															
MÁQUINA	Selectora	CÓDIGO								RESPONSABLE				Maquinista			
PROCESO	Pilado de arroz	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE			
ACTIVIDADES		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SEMANAL																	
Limpieza general																	
Revisar posibles fugas de aire																	
Revisar lámparas																	
Estado de caningos o capachos																	
MENSUAL																	

Estado de cables																				
Limpieza a profundidad de lámparas																				
ANUAL																				
Cambio de lámparas en caso de daño																				

Fuente: manuales de maquinas

Tabla 24 Cronograma de mantenimiento a mesa paddy.

		MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C															
		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL															
MÁQUINA	Mesa Paddy	CÓDIGO				RESPONSABLE				Maquinista							
PROCESO	PILADO DE ARROZ	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE			
ACTIVIDADES		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SEMANAL																	

Control de rodajes																	
Control de motor eléctrico																	
Estado de poleas																	
Estado de caningos o capachos																	
Control y limpieza general																	
Revisar alineamiento																	
Lubricar y engrasar chumaceras																	
MENSUAL																	
Revisar estado de tornillos																	
Revisar posible elongación de la correa																	
Revisar que no haya escapes de la estructura																	
Revisar estado de clasificadores, sustituir en caso de ruptura																	
CADA 4 MESES																	
Revisión General zona de descarga																	
Cambio de una pieza específica en la estructura																	

Fuente: manuales de máquina

OE3. Analizar el efecto que conlleva implementar el mantenimiento productivo total en la productividad de la agroindustria.

Se procede a evaluar los resultados obtenidos luego de la aplicación del TPM.

Tabla 25 Tiempo medio entre fallas (MTBF)

No de semana	MES	Tiempo disponible (h)	No de fallas	MTBF (Tiempo disponible/ Nro de fallas)
1	Ago-22	53	1	53.00
2	Ago-22	56	1	56.00
3	Ago-22	55	2	27.50
4	Ago-22	46	3	15.33
5	Set-22	52	1	52.00
6	Set-22	57	2	28.50
7	Set-22	50	1	50.00
8	Set-22	56	1	56.00
9	Oct-22	53	1	53.00
10	Oct-22	55	1	55.00
11	Oct-22	48	3	16.00
12	Oct-22	48	3	16.00
				39.86

Fuente: Registro de fallas

En la siguiente tabla se observa el MTBF, dando el promedio de 39.86 horas por cada falla o evento de averías presentadas

Figura 19 Tiempo medio entre fallas (MTBF)



Se presenta en la siguiente figura, el tiempo medio entre fallas durante las 12 semanas de la evaluación, donde se obtuvo un promedio de 39.86 horas trabajadas por cada falla o evento de averías presentadas.

Tabla 26 Tiempo medio de reparación (MTTR)

Nro de semana	MES	Tiempo total de inactividad(hrs)	Nro de fallas	MTTR (Tiempo total de inactividad/Nro de fallas)
1	Ago-22	6	1	6.00
2	Ago-22	3	1	3.00
3	Ago-22	4	2	2.00
4	Ago-22	13	3	4.33
5	Set-22	7	1	7.00
6	Set-22	2	2	1.00
7	Set-22	10	1	10.00
8	Set-22	4	1	4.00
9	Oct-22	7	1	7.00
10	Oct-22	5	1	5.00
11	Oct-22	12	3	4.00
12	Oct-22	12	3	4.00
				4.78

Fuente: Registro de fallas

Se presenta la figura 20, el cual plasma el tiempo medio de reparación en el periodo de las 12 semanas post Test, dando un promedio de 4.78 horas de reparación por cada falla o evento de averías presentadas.

Figura 20 Tiempo medio entre fallas (MTBF)



Se presenta la figura 20, el cual plasma el tiempo medio de reparación en el periodo de las 12 semanas que fueron evaluadas, dando un promedio de 4.16 horas de reparación por cada falla o evento de averías presentadas.

Tabla 27 Disponibilidad.

Nro de semana	MES	MTBF	MTTR	MTBF/(MTBF+MTTR) *100
1	Ago-22	53.00	6.00	89.83%
2	Ago-22	56.00	3.00	94.92%
3	Ago-22	27.50	2.00	93.22%
4	Ago-22	15.33	4.33	77.97%
5	Set-22	52.00	7.00	88.14%
6	Set-22	28.50	1.00	96.61%
7	Set-22	50.00	10.00	83.33%
8	Set-22	56.00	4.00	93.33%
9	Oct-22	53.00	7.00	88.33%
10	Oct-22	55.00	5.00	91.67%
11	Oct-22	16.00	4.00	80.00%
12	Oct-22	16.00	4.00	80.00%
				88.11%

Fuente: Registro de fallas

La siguiente tabla, plasma la disponibilidad estadística al inicio de la evaluación del presente proyecto, el cual se obtuvo como promedio un 88.11% de disponibilidad para llevar a cabo el proceso.

Figura 21 Disponibilidad.



En la siguiente figura, representa la disponibilidad que fue evaluado durante las 12 semanas de pre test. plasmando la disponibilidad de la máquina, la cual se obtuvo como promedio 88.11%.

Tabla 28 Cuadro comparativo de la disponibilidad.

PERIODO	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
PRE TEST	20.02	5.76	72.47%
POST TEST	39.86	4.78	88.11%

En la tabla 28 refleja que al iniciar la disponibilidad de las máquinas era de un 72.47%, a comparación del post test, ya aplicado el mantenimiento preventivo y autónomo demuestra un aumento con un 88.11% de disponibilidad. Esto quiere decir que se efectuó una mejora del 15.64%.

Así mismo, analizamos el efecto en la productividad luego de la aplicación del TPM, se recopiló datos de 16 semanas.

Primero evaluaremos los índices de productividad

Tabla 29 Producción semanal después de la aplicación

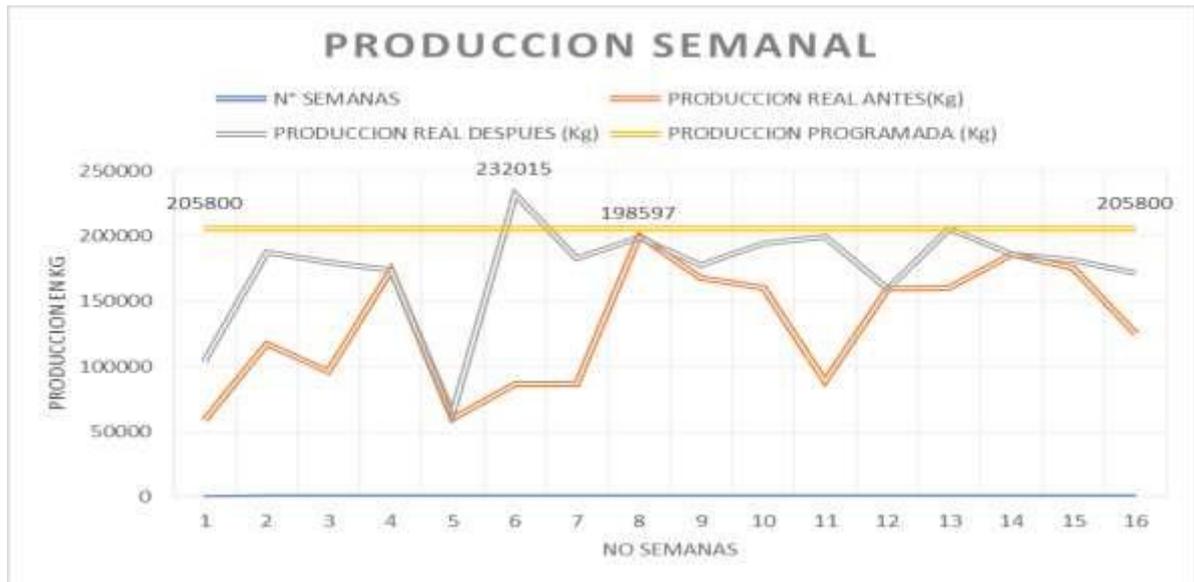
No SEMANAS	PRODUCCIÓN REAL ANTES(Kg)	PRODUCCIÓN REAL DESPUÉS (Kg)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (Kg)
1	58849	104076	205800
2	117404	187621	205800
3	96628	179977	205800
4	173607	173607	205800
5	60319	63994	205800
6	86828	232015	205800
7	86730	183064	205800
8	200606	198597	205800
9	167874	177674	205800
10	160132	194383	205800
11	88739	199234	205800
12	159740	159740	205800
TOTAL	1457456	2053982	2469600

Fuente: Registro de producción

Se observa que la producción en kilogramos aumentó considerablemente de 2 104 109 Kg a 2 798 488 Kg y aunque aún no se cumple con la producción programada se puede apreciar el incremento con una diferencia de 694 379 Kg.

A continuación, se muestra en la figura la variación de producción durante 16 semanas, en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Figura 22 Producción semanal postest



Fuente: Registro de producción

En la figura se observa claramente el incremento de la producción luego de la aplicación del TPM.

Productividad de la materia prima

Tabla 30 Productividad M.P Postest

No SEMANAS	ANTES	DESPUÉS	PRODUCTIVIDAD MATERIA PRIMA ANTES	PRODUCTIVIDAD MATERIA PRIMA DESPUES
1	Mar-22	Ago-22	0.695	0.700
2	Mar-22	Ago-22	0.697	0.700
3	Mar-22	Ago-22	0.696	0.700
4	Mar-22	Ago-22	0.696	0.700
5	Abr-22	Set-22	0.699	0.695
6	Abr-22	Set-22	0.700	0.700
7	Abr-22	Set-22	0.697	0.700
8	Abr-22	Set-22	0.699	0.700
9	May-22	Ago-22	0.699	0.700
10	May-22	Ago-22	0.699	0.700
11	May-22	Ago-22	0.698	0.700
12	May-22	Ago-22	0.700	0.700
			0.698	0.700

Fuente: Registro de producción

Se obtuvo los siguientes resultados de sobre la productividad de la materia prima antes y después de la aplicación del TPM, se puede apreciar que anteriormente se

tuvo una proactividad de 69% y luego aumentó a 70%, logrando así 1% de incremento a favor del molino agroindustrial san francisco.

Productividad de la mano de obra

Tabla 31 Productividad de la mano de obra postest

N° SEMANAS	ANTES	DESPUÉS	Unidades producidas (Kg)/Horas hombre	Unidades producidas (Kg)/Horas hombre
1	Mar-22	Ago-22	196.2	346.9
2	Mar-22	Ago-22	391.3	625.4
3	Mar-22	Ago-22	322.1	599.9
4	Mar-22	Ago-22	578.7	578.7
5	Abr-22	Set-22	201.1	213.3
6	Abr-22	Set-22	289.4	773.4
7	Abr-22	Set-22	289.1	610
8	Abr-22	Set-22	668.7	662
9	May-22	Ago-22	599.6	592.2
10	May-22	Ago-22	533.8	647.9
11	May-22	Ago-22	295.8	664.1
12	May-22	Ago-22	532.5	532.5
			408.2	570.5

Fuente: Registro de producción

Luego de los resultados obtenidos se puede afirmar que la aplicación del método TPM influyó de manera positiva en la productividad de la mano de obra, antes por cada hora hombre se produce 440 kg de arroz, posteriormente por cada hora trabajador se tenía 550 Kg de arroz, el incremento fue de 110 kilogramos de arroz/hora hombre.

Comparamos el índice combinado de productividad pretest y postest.

Tabla 32 Comparación de Índice de productividad

No SEMANAS	ANTES	DESPUÉS	PRODUCTIVIDAD COMBINADA antes	PRODUCTIVIDAD COMBINADA Después
1	Mar-22	Ago-22	1.28	1.29
2	Mar-22	Ago-22	1.28	1.29
3	Mar-22	Ago-22	1.27	1.29
4	Mar-22	Ago-22	1.28	1.29
5	Abr-22	Set-22	1.29	1.29
6	Abr-22	Set-22	1.29	1.29
7	Abr-22	Set-22	1.28	1.29
8	Abr-22	Set-22	1.29	1.29
9	May-22	Oct-22	1.29	1.29
10	May-22	Oct-22	1.29	1.29
11	May-22	Oct-22	1.28	1.29
12	May-22	Oct-22	1.28	1.29
PROMEDIO			1.28	1.29

Fuente: Registro de producción

En la tabla se observa la productividad combinada antes y después de la aplicación del TPM, donde se muestra que un incremento de 10 céntimos quiere decir que por cada sol que invierte gana 0.1 céntimos más.

Finalmente evaluamos la eficiencia global de los equipos (OEE), teniendo en cuenta la calidad, rendimiento y disponibilidad.

Tabla 33 Post test Rendimiento

Semana	Fecha	Producción programada (Kg)	Producción Real (Kg)	Rendimiento
1	Jun-22	205800	148680	72.24%
2	Jun-22	205800	268030	98.24%
3	Jun-22	205800	257110	99.93%
4	Jun-22	205800	248010	98.51%
5	Jul-22	205800	91420	44.42%
6	Jul-22	205800	331450	97.05%
7	Jul-22	205800	261520	97.07%
8	Jul-22	205800	283710	97.86%
9	Ago-22	205800	253820	93.33%
10	Ago-22	205800	277690	94.93%
11	Ago-22	205800	284620	98.30%
12	Ago-22	205800	228200	99.88%
PROMEDIO				90.98%

Fuente: Registró de producción

Se evaluó las 12 semanas y se obtuvo un promedio de 90.98% de rendimiento

Tabla 34 Post test Calidad

Semana	Fecha	Producción Real	Producción buena	Calidad
1	Jun-22	148680	104076	70.00%
2	Jun-22	268030	187621	70.00%
3	Jun-22	257110	179977	70.00%
4	Jun-22	248010	173607	70.00%
5	Jul-22	91420	63994	70.00%
6	Jul-22	331450	232015	70.00%
7	Jul-22	261520	183064	70.00%
8	Jul-22	283710	198597	70.00%
9	Ago-22	253820	177674	70.00%
10	Ago-22	277690	194383	70.00%
11	Ago-22	284620	199234	70.00%
12	Ago-22	228200	159740	70.00%
PROMEDIO				70.00%

Fuente: Registró de producción

En la tabla se muestra la variación de la calidad en las 12 semanas de evaluación obteniendo como promedio de calidad pretest 70.00% .

Tabla 35 Post test de evaluación de OEE

Semana	Fecha	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
1	Ago-22	90.00%	72.24%	70.00%	46%
2	Ago-22	95.00%	98.24%	70.00%	65%
3	Ago-22	93.33%	99.93%	70.00%	65%
4	Ago-22	78.33%	98.51%	70.00%	54%
5	sept-22	88.33%	44.42%	70.00%	27%
6	sept-22	96.67%	97.05%	70.00%	66%
7	sept-22	83.33%	97.07%	70.00%	57%
8	sept-22	93.33%	97.86%	70.00%	64%
9	Oct-22	88.33%	93.33%	70.00%	58%
10	Oct-22	91.67%	94.93%	70.00%	61%
11	Oct-22	80.00%	98.30%	70.00%	55%
12	Oct-22	80.00%	99.88%	70.00%	56%
PROMEDIO					56%

Fuente: Registro de producción

En las últimas 12 semanas de evolución el OEE promedio fue de 56%.

Tabla 36 Comparación de datos de pretest y postest de OEE

Periodo	Fecha	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
PRETEST	MAR-MAY	73.75%	74.10%	69.86%	37%
POSTEST	AGO-OCT	88.19%	90.98%	70.00%	56%

Fuente: Registro de producción

Se observa que la aplicación ayudó a incrementar un 19 % de OEE, así también se

observa la variación de la disponibilidad, rendimiento y la calidad; 88.19%, 90.98,70.00% respectivamente.

Prueba de normalidad

La prueba de hipótesis que se realizó en la presente investigación se efectuó mediante la prueba no paramétrica, este evalúa la distribución de toda la información encontrada después del estudio.

Tabla 37 Contrastación de hipótesis

No	PRETEST	POSTEST
1	1.27	1.29
2	1.28	1.29
3	1.28	1.29
4	1.28	1.29
5	1.28	1.28
6	1.28	1.29
7	1.27	1.29
8	1.28	1.29
9	1.29	1.29
10	1.29	1.29
11	1.28	1.29
12	1.29	1.29

Las hipótesis específicas para justificar la normalidad fueron las siguientes.

H0: La productividad del molino sigue una distribución normal.

H1: La productividad del molino no sigue una distribución normal.

Sig<0.05 Aceptamos H1 y rechazamos Ho.

Sig>0.05 Aceptamos Ho y rechazamos H1.

Tabla 38 Prueba de hipótesis.

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre Test	0.784	12	0.006262
Post Test	0.327	12	0.000001

Fuente: prueba de hipótesis

Se observa la prueba de Shapiro-Wilk para determinar si la prueba de hipótesis a usar es Paramétrica o No Paramétrica ya que los datos son menores a 50 y el nivel de significancia fue 0.000001 lo cual es menor que 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis H1, la productividad del molino no sigue una distribución normal. Por consiguiente, se realizó la prueba de Wilcoxon.

Prueba de Wilcoxon.

H0: La aplicación del TPM no tendrá un efecto positivo en la productividad en el molino San Francisco S.A.C.

H1: La aplicación del TPM tendrá un efecto positivo en la productividad en el molino San Francisco S.A.C

$p \geq 0.05$ Se acepta H0 y rechazamos H1

$p < 0.05$ Rechazamos H0 y aceptamos H1

Figura 23 Prueba estadística

Estadísticos de prueba^a	
	Productividad Pos Test - Productividad Pre Test
Z	-2,111 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,035

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Como el valor sig de la prueba de la Prueba Wilcoxon de es de 0.035 siendo menor a 0.05, indica que hay diferencia significativa entre las variables de estudio, se acepta la hipótesis H1, esto quiere decir que la variable independiente si tiene una influencia significativa en la variable dependiente.

V. DISCUSIÓN

El presente estudio que se realizó en el molino agroindustrial en Ciudad de Dios tuvo como objetivo principal determinar el efecto de la aplicación del TPM en la productividad de la agroindustria San Francisco S.A.C.

El molino no cuenta con ninguna estrategia que permita mejorar su productividad y mantenimiento de sus equipos, tras la aplicación del TPM se evidenciaron índices favorables en el incremento de la producción y OEE, además redujo las paradas no programadas. Esto conllevó a minimizar los errores de sus trabajadores, posicionándose como una empresa competitiva en su rubro.

Los resultados obtenidos confirman el impacto positivo del mantenimiento productivo total en la productividad. Los resultados alcanzados en el presente estudio fueron: la disponibilidad promedio se incrementó de 72.47% a 88.11%; mientras que el Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) aumentó de 20.02 a 39.86 horas y el tiempo medio entre reparaciones disminuyó de 5.76 a 4.78 horas; así también los indicadores de la productividad aumentaron, la materia prima incrementó 0.70 kg/kg, la mano de obra 162.3 kilogramos/horas hombre y su producción aumentó de 2 053 982 kilogramos a 2 469 600 kilogramos, teniendo influencia en la productividad final que aumentó de 1.28 a 1.29, estos resultados se asemejan a los resultados que obtuvo Gormas (2019) quien en su tesis de aplicación del TPM para mejorar la productividad en el molino NecoPeru también tuvo efectos positivos de su estudio tales como: su OEE aumentó un 8.60% ya que antes de su aplicación tenía 58.80% y luego 67.40%, su producción aumentó de 94 173 sacos a 9900 sacos de 49 kilogramos y en su productividad de 1.07 a 1.12; además al igual que nosotros la prueba estadística se acepta la hipótesis alternativa, es decir se asume que la aplicación del TPM mejora la productividad.

Con respecto al primer objetivo específico para determinar la situación actual de la empresa la evaluación se dividió en 2 periodos, el primero postest de Marzo a mayo y el postest de Agosto a setiembre; la evaluación para saber el estado actual de la empresa estuvo en el primer periodo en este también se calculó la productividad y se utilizaron técnicas como la observación, el diagrama de

Ishikawa, el diagrama de Pareto el cual identificó las causas del problemas de baja productividad, estos fueron:

Constantes fallas y averías (13%)

Falta de orden y limpieza (13%)

Ausencia de mantenimiento, ausencia de capacitaciones (12%)

Falta de registro de paradas (12%)

Falta de supervisión al personal (10%)

Falta de registro de operatividad (9%)

Inadecuada organización de tareas (6%)

Personal no calificado (4%)

Falta de compromiso (3%)

Desperdicio de producto terminado y materia prima (3%)

Defectos en la calidad (2%)

Todas estas causas conllevan a que el molino San Francisco tenga una baja productividad. Los indicadores de la productividad antes de la aplicación del método fueron en promedio los siguientes: la mano de obra 460.5 unidades/horas hombre y la materia prima 0.69 kg/kg; semejante a la investigación de Arce y Mantilla (2020), en la empresa Molicentro Chepén S.A.C, la cual identificó problemas similares que afectan a la productividad: tales como

Falta de mantenimiento preventivo.

Falta de orden, paradas no programadas.

Falta de capacitaciones al personal.

De la misma forma sus indicadores de productividad de la mano de obra fueron 20,100 unidades/trabajador y el índice promedio de la materia prima 0.56 kg/kg.

En el segundo objetivo específico tenemos, diseñar el plan de Mantenimiento productivo Total (TPM) en los cuales se usaron como recursos los registros de fallas y tiempo de paradas, en los cuales se dio seguimiento de las paradas no programadas, el total de tiempo de inactividad, las horas de producción, determinando la disponibilidad total de las máquinas y la solución para cada uno de los problemas, además se desarrolló el implemento a través de 4 fases que permitan analizar, organizar, planificar y consolidar la filosofía del TPM, así mismo con la propuesta del mantenimiento autónomo y preventivo, acompañado de la aplicación de las 5S que ayudó a organizar y mantener las áreas limpias y ordenadas ya que se el índice de cumplimiento inicial fue de 39% luego de la aplicación aumentó a 60% lo que quiere decir que hubo un incremento de 21% ,así mismo la eficiencia global de los equipos logró llegar a un 56% incrementando un 21%.

López (2020), confirma que la aplicación de las 5S ayuda a aumentar la

productividad puesto que es su investigación de herramientas innovadoras para mejorar la productividad obtuvo como resultado un incremento sorprendente en el cumplimiento de las 5s ya que antes no se mantenía un orden por falta de apoyo y compromiso de los colaboradores, es así que luego de la aplicación, basa en disciplina y organización, se aumentó a 84%, los que conllevo a que su productividad mejore aprovechando las áreas de trabajo siendo más competitiva, por ende se encuentre en un nivel alto.

A lo mencionado, coincide con la investigación de Moreira (2022), el cual, al implementar el TPM, mediante la recolección de tiempos, registros del OEE semanal y mensual además del desarrollo de cada etapa del mantenimiento productivo total; realizado en un taller mecánico industrial en Ecuador tuvo un impacto positivo al obtener como resultado en la OEE de un 58.75% a un 82.20%. El mejoramiento de sus equipos permite que las operaciones se ejecuten adecuadamente, obteniendo como resultado un incremento en la productividad de 32.20%. Además Contreras et al. (2016) en su estudio a la empresa Inversiones Generales del Mar concluyen que usando la herramienta de 5s y un plan de mantenimiento para las máquinas se logra incrementar la productividad en el área de producción, así también resalta la importancia de mejorar la eficiencia global de equipos (OEE), ya que repercute en el desempeño de la productividad, como es el caso de las investigaciones antes mencionadas las cuales tuvieron como resultados incrementos considerables de su OEE; contreras confirma esto ya que tuvo un incremento de 11.08% en su productividad.

Estos resultados guardan relación con la investigación de Lévano (2019), que realizó su investigación en una empresa de transporte público, quien afirma que la implementación del mantenimiento productivo total brindará mayor calidad de servicio al usuario y dará como resultados reducir tiempos en los paraderos, y optimizar los procesos en su desarrollo; obteniendo una mejora en el nivel de eficiencia de un 78% en lo que respecta al uso de los equipos.

En el tercer objetivo se midió la productividad de la agroindustria después de haber aplicado el TPM, el cual se obtuvo como resultados aumentos en la productividad combinada es de 1.28 a 1.29, y en los indicadores del OEE

también se obtuvo una variación positiva, la disponibilidad fue de 73.75% a 88.19%, el rendimiento de 75.10% a 90.98% y la calidad de 69.86% a 70.00% todos ellos aumentaron sus porcentajes lo cual demuestra el efecto positivo de la aplicación del mantenimiento productivo total en la productividad del molino San Francisco S.A.C.

El diagnóstico anterior coincide con los obtenidos por Cáceres y Gamez (2019) quienes tuvieron un efecto positivo en la productividad después de haber aplicado el TPM en el proceso de granallado en una empresa especializada en diseño y fabricación y montaje de edificaciones; logrando obtener un porcentaje del 84.90%, es decir incrementaron a un 22.86%. La productividad pasó de 62.04% a 84.90%.

En todos los casos se confirma el aumento de productividad, que es corroborado por Garay y Maceda (2020) quienes afirman que el mantenimiento productivo total contribuye en el aumento de productividad de la organización a implementar, enfocada a buscar mejoras continuas de la disponibilidad, así mismo, minimizar degradación de los equipos, reducir pérdidas, logrando una máxima eficacia. Estos resultados son reforzados por Hooi y Leong (2017), afirmando que el TPM reduce tiempos de reparación, mediante el mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado o preventivo eliminando defectos en la fuente a través de la participación de sus colaboradores.

VI. CONCLUSIONES

1. El diagnóstico de la situación actual de la empresa nos mostró los principales problemas de productividad, además se obtuvieron diferentes resultados en los indicadores de la productividad; la mano de obra tuvo un promedio de 460.5 unidades/horas hombre de trabajo, la materia prima 0.69 kg/kg y el promedio de la productividad combinada 1.28 quiere decir que por cada sol invertido tienen ingresos de 0.28 soles a favor del molino.
2. Se diseñó un plan de mantenimiento productivo total (TPM) en el molino agroindustrial San Francisco S.A.C, Ciudad de Dios, 2022 logrando una reducción de 0.98 horas en el Tiempo Medio de Reparación (MTTR) y una mejora de 19.84 horas para el Tiempo Medio entre Fallas (MTBF), obteniendo también un incremento en la disponibilidad de los equipos de 15.64%.
3. El efecto de la aplicación del mantenimiento productivo total se vio positivamente reflejado en los diferentes indicadores de la productividad: la materia prima aumentó a 0.7 y en la mano de obra aumentó 162.3 . Se optó por la prueba Shapiro Wilk el cual no sigue una distribución normal, dando un nivel de significancia de 0,00001 por ende se realizó la prueba de Wilcoxon indicando que sí existe una influencia significativa en la productividad.
4. La aplicación del mantenimiento productivo total tuvo un efecto positivo logrando aumentar la productividad del molino agroindustrial San Francisco S.A.C, en el que se obtuvo inicialmente un índice de 1.28 y después de la aplicación 1.29, quiere decir que la empresa gana 0.29 por cada sol invertido.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir aplicando los formatos diseñados en la investigación ya que a futuro la productividad podría seguir aumentando. Además, tener personal a cargo de supervisar y hacer cumplir los cronogramas de mantenimiento.
- Capacitar al personal constantemente sobre mantenimiento autónomo y preventivo para que así se forme una cultura de mantenimiento sólida.
- Se recomienda a futuros investigadores que brinden mayor importancia a los trabajadores ya que ellos son un factor fundamental para la efectividad de la metodología del mantenimiento productivo total (TPM).

REFERENCIAS

- Alavedra Flores, Carol, Gastelu Pinedo, Yumira, Méndez Orellana, Griseyda, Minaya Luna, Christian, Pineda Ocas, Brandon, Prieto Gilio, Krisley, Ríos Mejía, Kenny, Moreno Rojo César 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 16 de Noviembre de 2022]. ISSN: 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>
- Alegre Brítez, M. Á. (2021). Relevant aspects of techniques and instruments in qualitative research. *Población y Desarrollo*, 28(54), 93–100. Disponible en: <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2022.028.54.093>
- Anaya Vega, G. G., & 91297871. (2020). *Diseño de la propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total TPM para la Empresa Colombiana de Cementos S.A.S. en la región de Rio Claro - Antioquia*. <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/10058#.Y1iyrnCwDUw>.
- Arce Rodas, M. E., & Mantilla Limo, C. M. (2020). Efecto de un plan de mejora aplicando herramientas Lean Manufacturing en la productividad de la empresa Molicentro Chepén. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59630#.Y3rwuitoXvs>.
- Bernal Forero, W. P., & Parra Cárdenas, E. L. (2020). *Plan de aplicación del TPM para los equipos y herramientas de la planta de fabricación y ensamblaje de vehículos de Niko Racing Colombia*. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/713>
- Cáceres Roa, O. A., & Gamez Puchuri, J. J. (2019). Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, empresa JCB Estructuras S.A.C., 2019. *Universidad Ricardo Palma*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2619#.Y3nV9j8j5lw>.
- Canahua Apaza Nohemy Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. *Datos Industriales* [en línea]. 2021, 24(1), 49-62[fecha de Consulta 26 de Mayo de 2022]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81668400003>
- Carrillo-Landazábal, Martha Sofía, Alvis-Ruiz, Carmen Giarma, Mendoza-Álvarez, Yaniris Yaneth, Cohen-PadillaHarold Enrique Lean manufacturing: 5 sy TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena,

Colombia. SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión [en línea]. 2019, 11(1), 71-86[fecha de Consulta 17 de Noviembre de 2022]. ISSN: 2145-1389. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560465980005>

ESPÍNDOLA, R., MIRANDA, O., BATTISTELLA, M., GENNARIA. Relaciones óptimas de uso de mano de obra en la producción de uva de mesa de San Juan para diferentes niveles de agregación de capital. RÍA. Revista de Investigaciones Agropecuarias [en línea]. 2017, 43(3), 266-273[fecha de Consulta 19 de Julio de 2022]. ISSN: 0325-8718. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86454121013>

Fontalvo Herrera, T., de La Hoz Granadillo, E., Morelos Gómez, J., Fontalvo Herrera, T., de La Hoz Granadillo, E., & Morelos Gómez, J. (2018). LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL. *Dimensión Empresarial*, 16(1), 47–60. <https://doi.org/10.15665/dem.v16i1.1375>

García Fernández, M. A., & García Fernández, M. A. (2018). Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis SAC, 2018. *Universidad de San Martín de Porres - USMP*. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3953#.Y1iffYVtmvs>.

Gormas Córdova, J. N. (2019). Implementación del mantenimiento productivo total para aumentar la productividad en la línea de producción de la Empresa NegoPerú Molinera S.A.C. 2018. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45772#.Y3rxiTu9Dfc>.

Guedes, Micaela, Figueiredo, Paulo S., Pereira-Guizzo, Camila Sousa, Loiola Elisabeth The role of motivation in the results of total productive maintenance. *Production* [en línea]. 2021, 31(), 1-14[fecha de Consulta 26 de Mayo de 2022]. ISSN: 0103-6513. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=396766539001>

Hernández Gómez, Jesús Andrés, Noriega Morales, Salvador, Rico Pérez, Lázaro, Romero López, Roberto, Guillen Anaya Luis Gonzalo Factores críticos de éxito para la implementación estratégica del MPT: una revisión de literatura. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias* [en línea]. 2014, IV(13), 92-105[fecha de Consulta 25 de Mayo de 2022]. ISSN: 1856-8327. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215045726009>

Herrera, T. F., y Gómez, J. (2018). La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión empresarial*, 16(1), 47-60.

Jasiulewicz-Kaczmarek, M. (2016). SWOT analysis for Planned Maintenance strategy-a case study. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 674-679. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.788>

Jave, M. A. (2022). Implementación de un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP) y mantenimiento productivo total (TPM) en las áreas de producción y logística para reducir los costos operativos en la empresa Molino Paquito E. I. R. L, 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/30378>

Llontop Mendoza, L. A., & Llontop Mendoza, L. A. (2018). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA*. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1426#.Y1iufscQ4qw>.

López-Roldán, Pedro; Fachelli, Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2015.

<<https://ddd.uab.cat/record/129382>> [Consulta: 15 Agosto de 2022].

Maldonado Mondragon, A. K., & Ysique Chavez, S. de B. (2017). Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la Empresa Induamerica S.A.C. - Lambayeque 2016. *Repositorio Institucional - USS*.

<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4069#.Y1iwYGDE9nw>.

Manzano Ramírez, M. y Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing : implantación 5S. 3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme, 5(4), 16-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26/>.

Mateo Martínez, R. (2016). *Propuesta y validación de un modelo integrador de implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Aplicación en una empresa industrial*. [Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/61492>

Milagros Nicol Lezama Hueta, & Jarol Manuel Chegne Donato. (2019). *Aplicación de las herramientas lean manufacturing para incrementar la productividad del Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, 2019*.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45676/Lezama_HM_N-%20Chegne_DJM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MOREIRA PINO, Oswaldo Alejandro. Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil. 2022. Tesis de Maestría.

Contreras Vásquez, P., Ruíz Gómez, P. , Pesantes Gutiérrez, E. . (2017). Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Inversiones Generales del Mar. *INGnosis*, 3(2), 323–337. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v3i2.1560>

Nicomedes Teodoro, Esteban Nieto. (2018). Tipos de investigación. *Aliciar*, 1-4. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIS_5b55a9811d9ab27b8e45c193546b0187/Details

Pacheco, Diego Augusto de Jesus , Pergher, Isaac , Jung, Carlos Fernando , Scwenberg ten CateCarla STRATEGIES FOR INCREASING PRODUCTIVITY IN PRODUCTION SYSTEMS. *Independent Journal of Management & Production* [en línea]. 2016, 5(2), 344-359[fecha de Consulta 1 de Junio de 2022]. ISSN: . Disponible en:

Pineda Pizarro, C. J., & Vargas Burga, K. M. (2015). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento productivo total (TPM), para mejorar la productividad y confiabilidad en El Molino Don Julio S.A.C - Lambayeque 2015. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/4466#.Y1i1cT-yca4.mendeley>

Piñero, Edgar Alexander, Vivas Vivas, Fe Esperanza, Flores de ValgaLilian Kaviria. Programa 5S´s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias* [en línea]. 2018, VI(20), 99-110[fecha de Consulta 18 de Noviembre de 2022]. ISSN: 1856-8327. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215057003009>

Rawat, S., Gupta, A., & Juneja, C. (2018). Productivity Measurement of Manufacturing System. *Materials Today: Proceedings*, 5, 1483–1489. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.237>

ShenC.-C. Discusión sobre los factores clave de éxito de TPM en las empresas. *Revista de Investigación y Tecnología Aplicadas* [en línea]. 2015, 13(3), 425-

427[fecha de Consulta 17 de Septiembre de 2022]. ISSN: 1665-6423. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47439896010>

Valdez García, J.E., 2017. Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos trackless en Uchucchacua. En: Accepted: 2018-02-03T03:51:45Z, Universidad Nacional del Centro del Perú [en línea], [Consulta: 1 julio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3937>

Vargas Quevedo, F. J. (2020). Impacto del mantenimiento autónomo en la eficiencia general de una línea de producción de lavavajillas. *Repositorio Institucional UTEC*. <https://repositorio.utec.edu.pe/handle/20.500.12815/152#.Y1i9MoxDPtw>.

Zarreh, A., Wan, H., Lee, Y., Saygin, C., y Al Janahi, R. (2018). Cybersecurity Concerns for Total Productive Maintenance in Smart Manufacturing Systems. *Procedia Manufacturing*, 38(1), 532-539. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.067>

Arú Harriet Sócola López, Agustín Medina Marchena, y Lidia Mercedes Olaya Guerrero. (2020). *05 LAS 5S, HERRAMIENTA INNOVADORA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD*. <https://orcid.org/0000-0002-1251-2738>

Hooi, L.& Leong T.(2017).Total productive maintenance and manufacturing performance improvement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23(1), 2-21.DOI: 10.1108/JQME-07-2015-0033

Allisson Scarlett Garay Cabrejos, y Carlos Maceda Cerdán. (2020). Aplicación de la metodología tpm para reducir los retrasos en los pedidos en una empresa fabricante de etiquetas. *Business Innova Sciences*, 1(4), 57-79.

Disponible en:<https://innovasciencesbusiness.org/index.php/ISB/article/view/23>

Solleiro Robellido, José Luis, Colín GarcíaHilda María Premio Innovagro, Modelo De Articulación Y Difusión De La Innovación En El Sector Agroalimentario. *Revista Mexicana de Agronegocios* [en línea]. 2019, 45(), 325-338[fecha de Consulta 12 de Abril de 2022]. ISSN: 1405-9282. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14162394006>

Muñoz-Garay, S.G. 2019. Modelo de innovación para el desarrollo y diseño de nuevos productos agroindustriales. *Gaceta Científica*. 1, 2 (jun. 2019), 133–138.

DOI:<https://doi.org/10.46794/gacien.1.2.437>.

Tapia coronado, Jessica et al. Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. Cienc Trab. [online]. 2017, vol.19, n.60 [citado 2022-11-25], pp.171-178. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492017000300171&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-2449. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492017000300171>

Narro, J. L., & Valverde, R. C. (2018). Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general (OEE) para los equipos más críticos en una empresa agroindustrial (Trabajo de investigación). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21585>

ANEXOS

Anexo 01. : MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mantenimiento Productivo Total (TPM)	El Mantenimiento Productivo Total, es una metodología de Lean Manufacturing que permite garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y el sistema operativo, aplicando los conceptos de cero defectos, cero accidentes, prevención y participación total del personal. (Cacuango, 2021)	La investigación se centra en el análisis de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total que será medida a través de la eficiencia global de equipos y confiabilidad para obtener resultados favorables	Eficiencia Global de Equipos	D*R*Q D: Disponibilidad R: Rendimiento Q: Calidad	Razón
			Confiabilidad	$(\text{MTBF}/\text{MTBF}+\text{MMTR}) * 100\%$ MTBF: Tiempo medio entre fallas MTTR:Tiempo medio de reparación	Porcentaje
Productividad	La productividad es la relación que existe entre lo que se emplea y el producto generado, así mismo permite medir el desempeño del trabajador (Sladogna, 2017).	La investigación se centra en el análisis de la variable productividad que será medida a través de la productividad de mano de obra y productividad de materia prima que permitan evaluar las mejoras respectivas.	Productividad de MO	Producción/Número de horas totales	Razón
			Productividad de MP	Producción/Cant de M.P	Razón
			Productividad combinada	Producción/Mo+ MP	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04. **Ficha de registro para calcular la Eficiencia Global de Equipos.**

Fecha	Tiempo programado (Hrs)	Tiemp. Fallas (Hrs)	Producción Programada	Tiempo Operativo	Produccion Real	Produccion buena	Sacos Rechazados	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
ENERO-											
FEBRERO-											
MARZO-											
ABRIL-											
MAYO-											
JUNIO-											
JULIO-											
AGOSTO-											
SEPTIEMBRE-											
OCTUBRE-											
NOVIEMBRE-											

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 05. **Ficha de registro para calcular la Disponibilidad.**

SEMANA	H. MÁQ. PROGRAMADA	Tiempo Disponible	Tiempo Muerto	N° FALLAS	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD

Fuente: Elaboración producción

Anexo 6: Validación de instrumentos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS							
1	Disponibilidad	X		X		X		
2	Rendimiento	X		X		X		
3	Calidad	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: CONFIABILIDAD							
1	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	X		X		X		
2	Tiempo medio de reparación (MTTR)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **Dr. Hugo Daniel García Juárez**

DNI: 41947380

Especialidad del validador: **Producción y Logística**

«Pertinencia»: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

«Relevancia»: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

«Claridad»: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

24 de junio del 2022



Hugo Daniel García Juárez
INGENIERO INDUSTRIAL
COT. 110480

Firma del Experto Informante. |

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS							
1	Disponibilidad	x		X		X		
2	Rendimiento	X		X		X		
3	Calidad	X		x		X		
	DIMENSIÓN 2: CONFIABILIDAD							
1	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	x		x		X		
2	Tiempo medio de reparación (MTTR)	x		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador, Dr./ Mg: **Flaminio Rubén Vigo Gil**
Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

DNI: 09555047

1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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

24 de junio del 2022



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA							
1	Productividad (unidades producidas)	X		X		X		
2	Numero de horas hombre totales	X		X		X		
	DIMENSION 2: PRODUCTIVIDAD DE MATERIA PRIMA							
1	Productividad (unidades producidas)	X		X		X		
2	Cantidad de materia prima	X		X		X		
	DIMENSION 3: PRODUCTIVIDAD COMBINADA							
1	Productividad de mano de obra	X		X		X		
2	Productividad de materia prima	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: Flaminio Rubén Vigo Gil

DNI: 09555047F

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

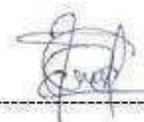
24 de junio del 2022

1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS							
1	Disponibilidad	x		X		X		
2	Rendimiento	X		X		X		
3	Calidad	X		x		X		
	DIMENSIÓN 2: CONFIABILIDAD							
1	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	x		x		X		
2	Tiempo medio de reparación (MTTR)	x		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **Dr. Hugo Daniel García Juárez**

DNI: 41947380

Especialidad del validador: **Producción y Logística**

1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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

24 de junio del 2022



Hugo Daniel García Juárez
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP 110480

Firma del Experto Informante. |

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:
Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS							
1	Disponibilidad	X		X		X		
2	Rendimiento	X		X		X		
3	Calidad	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: CONFIABILIDAD							
1	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	X		X		X		
2	Tiempo medio de reparación (MTTR)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):
Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**
Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Robles Lora Marcos Alejandro DNI: 46053390
Especialidad del validador: Gerencia de Operaciones
«Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

«Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

«Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

28 de Junio del 2022


Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:
Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia 1		Relevancia 2		Claridad 3		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS								
1	Disponibilidad	X		X		X		
2	Rendimiento	X		X		X		
3	Calidad	X		X		X		
DIMENSIÓN 2: CONFIABILIDAD								
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	X		X		X		
2	Tiempo medio de reparación (MTTR)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):
Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable despues de corregir []** **No aplicable []**
Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Robles Lora Marcos Alejandro DNI: 46053390
Especialidad del validador: Gerencia de Operaciones
•Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

•Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

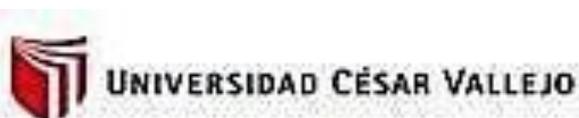
•Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

28 de Junio del 2022

Firma del Experto Informante.

Anexo 7: Permiso para la investigación



01 junio 2022

Sr. VIGO GIL, RUBEN

GERENTE GENERAL

MOLINO AGRINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C

ASUNTO: Autorización para desarrollar una investigación académica y publicar los resultados en el repositorio digital de la biblioteca de la universidad Cesar Vallejo

De nuestra consideración

Al encontrarnos cursando el 10° Ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la universidad privada César Vallejo hemos propuesto una investigación denominada "Aplicación del mantenimiento productivo total y su efecto en la productividad en el Molino San Francisco SAC - Ciudad de Dios, 2022" el cual adjuntamos a la presente para su conocimiento.

Comprendemos que los datos que nos proveerán para llevar a cabo nuestra investigación son confidenciales y propiedad de su institución, por lo cual, acudimos a observar a solicitar su autorización a fin de desarrollar dicha investigación que tendrá resultado, los cuales serán entregados y serán de beneficio para su empresa, igualmente solicitamos su autorización a fin de que nuestra universidad pueda publicar dicha investigación en el repositorio digital de biblioteca, lo cual ayudará a que otro estudiante lo puedan aprovechar.

Esperando contar con su apoyo, nos despedimos agradecidos por su gentil respuesta, la cual necesitamos en documento oficial de su empresa (con firma y sello) a fin de entregar a nuestra universidad

Sin otro particular, nos despedimos

Atentamente,

SELENÁ DAVALOS CARLOS
DNI: 76385302

ANGIE GRAU BIMUNCHUMO
DNI: 75089650

Anexo 8: carta de autorización



Ciudad de Dios, 02 junio de 2022

Srtas.

EGRESADAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL

UCV

De mi consideración

Mediante el presente, AUTORIZO a publicar el resultado de su investigación subtitulada "Aplicación del mantenimiento productivo total y su efecto en la productividad en el Molino San Francisco SAC - Ciudad de Dios, 2022", llevada a cabo en la empresa que represento en el año 2022. Entiendo que la publicación se hará en el repositorio digital de la Biblioteca de la universidad Cesar Vallejo lo cual ayudará a que otros estudiantes puedan aprovechar de su investigación.

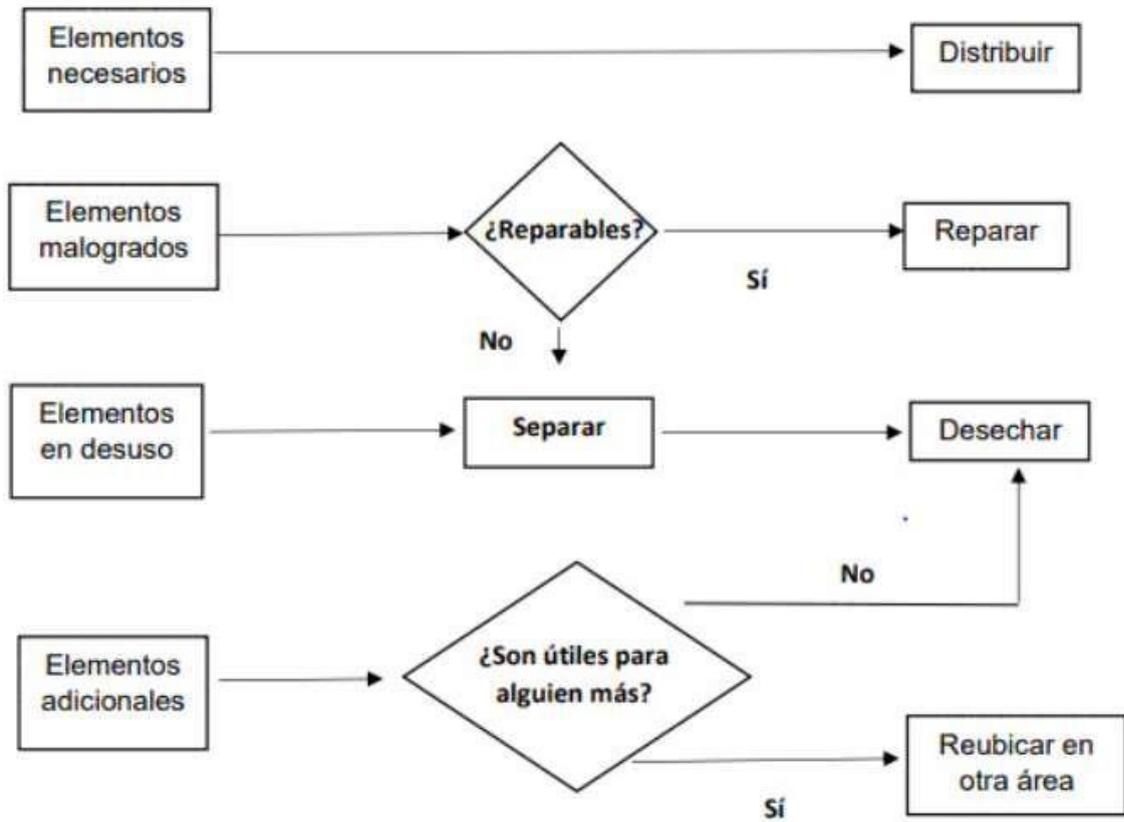
Sin otro particular, me despido

Atentamente |

ROBERTO GRO'SF

ROBERTO VIGO GIL
GERENTE

Anexo 9: clasificación de 5s



Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Formato de tarjeta roja

Fecha:

Área:

Objetos:

Cantidad:

REUBICAR
DESECHAR
REPARAR

Comentarios:

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Tarjeta de orden

TARJETA DE ORDEN			
Empresa			
Jefe de planta			
Elemento	Código	Ubicación	Cantidad máxima

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Formato de orden

PROGRAMA DE ASEO GENERAL

LUGAR	MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO		FE	CH	A	
ZONA	ACCION		FRECUENCIA			
	LIMPIAR	MANTENIMIENTO	D	S	Q	M
Oficina	x		x			
Almacén de arroz pilado	x		x			
Almacén de Subproducto	x			x		
Almacén de materia prima	x					x
Área de producción	x		x			
Almacén de envases y herramientas	x				x	
Almacén de sacos	x		x			
GENERALES						
Paredes	x		x			
Pisos	x		x			

Fuente: Elaboración propia

SEGUIMIENTO DE 5S					
EMPRESA	MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO			FECHA	
CARGO					
FASES	ÍTE M	DESCRIPCIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA
CLASIFICACIÓN	1	¿se identificaron los puntos críticos?			
	2	¿se clasifica constantemente objetos necesarios e innecesarios?			
	3	se usa el procedimiento de clasificación			
	4	¿Existe algún lugar para objetos innecesarios?			
	5	¿se registran los elementos innecesarios?			
	6	¿se usa la tarjeta roja?			
ORGANIZACIÓN	7	¿Se conserva la limpieza en el lugar de trabajo?			
	8	¿se codifican los objetos necesarios?			
	9	¿se usan las tarjetas de orden?			
LIMPIEZA	10	¿Se identifica el origen de la contaminación?			
	11	¿Se cumple el plan de limpieza?			
TOTAL					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Porcentaje de cumplimiento 5S antes de la implementación

5'S	NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LAS 5'S	CALIFICACIÓN
CLASIFICACIÓN	¿Observa objetos innecesarios en el área de producción?	3
	¿se observan objetos innecesarios que interrumpen el paso en el área de producción?	3
	¿Los objetos que se usan constantemente están en el lugar de trabajo?	2
	¿Se observan objetos antiguos y desgastados en el lugar de trabajo?	2
	¿Los objetos que se usan constantemente están en el lugar de trabajo?	2
	¿los objetos innecesarios se observan en algún lugar establecido?	1
ORDEN	¿Se encuentran señalizadas las áreas del molino?	1
	¿Los objetos necesarios tienen fácil acceso?	2
	¿Está identificado el almacén donde se encuentran las herramientas de trabajo y objetos de limpieza?	1
	¿los depósitos se encuentran correctamente ubicados?	1
	¿Existen objetos que impidan el paso hacia los extintores?	1
	¿el suelo está en buenas condiciones?	1
	¿Los estantes están codificados y señalados?	0
	¿se indica las cantidades máximas o mínimas de almacenamiento?	1
	¿se conservan limpios los pisos?	2

LIMPIEZA	¿las máquinas del proceso de producción se mantienen limpias?	1
	¿Es adecuada la iluminación?	2
	¿se respetan los indicadores asignados de cada máquina?	2
	¿Se aplica el plan de limpieza de la mano con el mantenimiento de las máquinas?	0
	¿Existe una persona a cargo de la limpieza?	1
	¿Existe alguna iniciativa de limpieza?	1
ESTÁNDAR	¿los operadores usan el vestuario adecuado?	1
	¿El ambiente de trabajo cuenta con iluminación y ventilación adecuada?	2
	¿Existen áreas de descanso?	0
	¿se originan ideas de mejora continua en el molino?	1
	¿Existen métodos específicos?	1
DISCIPLINA	¿Se cumplen los estándares fijados?	1
	¿se elaboran reportes a gerencia?	1
	¿Se usan EPPs?	1
	¿Cuentan con un seguimiento del cumplimiento de 5S?	10
TOTAL		48

Puntuación obtenida	48
Puntuación máxima	124
% NIVEL DE CUMPLIMIENTO	39%

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14: Porcentaje de cumplimiento 5S después de la implementación

5'S	NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LAS 5'S	CALIFICACIÓN
CLASIFICACIÓN	¿Observa objetos innecesarios en el área de producción?	3
	¿se observan objetos innecesarios que interrumpen el paso en el área de producción?	3
	¿los objetos que se usan constantemente están en el lugar de trabajo?	2
	¿Se observan objetos antiguos y desgastados en el lugar de trabajo?	2
	¿los objetos que se usan constantemente están en el lugar de trabajo?	2
	¿los objetos innecesarios se observan en algún lugar establecido?	3
ORDEN	¿Se encuentran señalizadas las áreas del molino?	2
	¿los objetos necesarios tienen fácil acceso?	2
	¿Está identificado el almacén donde se encuentran las herramientas de trabajo y objetos de limpieza?	2
	¿los depósitos se encuentran correctamente ubicados?	2
	¿Existen objetos que impidan el paso hacia los extintores?	3
	¿el suelo está en buenas condiciones?	3
	¿los estantes están codificados y señalados?	3
	¿se indica las cantidades máximas o mínimas de almacenamiento?	3
LIMPIEZA	¿se conservan limpios los pisos?	3
	¿las máquinas del proceso de producción se mantienen limpias?	2

	¿Es adecuada la iluminación?	3
	¿se respetan los indicadores asignados de cada máquina?	2
	¿Se aplica el plan de limpieza de la mano con el mantenimiento de las máquinas?	2
	¿Existe una persona a cargo de la limpieza?	3
	¿existe iniciativa de limpieza?	2
ESTÁNDAR	¿los operadores usan el vestuario adecuado?	2
	¿El ambiente de trabajo cuenta con iluminación y ventilación adecuada?	3
	¿existe áreas de descanso?	3
	¿se originan ideas de mejora continua en el molino?	2
	¿existen métodos específicos?	2
DISCIPLINA	¿Se cumplen los estándares fijados?	2
	¿se elaboran reportes a gerencia?	3
	¿se usan EPPs?	2
	¿Cuentan con un seguimiento del cumplimiento de 5S?	3
	TOTAL	74

Puntuación obtenida	74
Puntuación máxima	124
% CUMPLIMIENTO	60%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Matriz de consistencia

FASE DE ESTUDIO	FUENTE DE INFORMACIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	ANÁLISIS DE DATOS	RESULTADO ESPERADO
Analizar estado actual de la empresa.	Información de la empresa	Observación	Check list	Tabulación en Ms Excel	Determinar las causas principales de la baja producción
	Proceso productivo	Observación	Registro de producción diario	Tabulación en Ms Excel	
		Observación	Ficha de registro de fallos	Tabulación en Ms Excel	Determinar producción actual
Aplicación el mantenimiento productivo total.	Área de producción de la empresa	Análisis documental	Ficha de registro de mantenimiento preventivo y autónomo	Tabulación en Ms Excel	Diseñar en plan me mantenimiento preventivo y autónomo
	Proceso productivo		Ficha de registro de la eficiencia de los equipos	Tabulación en Ms Excel	Determinar el % de eficiencia de los equipos (OEE)
Determinar el efecto de TPM en la productividad.	Proceso productivo	Observación	Registro de producción diario	Tabulación en Ms Excel	Analizar los índices de la productividad y sus indicadores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ SALINAS LUIS EDGARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del mantenimiento productivo total y su efecto en la productividad en el Molino San Francisco SAC - Ciudad de Dios, 2022", cuyos autores son GRAU BIMINCHUMO ANGIE DAJHANA, DAVALOS CARLOS SELENA CAROLINA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHEPÉN, 23 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ SALINAS LUIS EDGARDO DNI: 19223300 ORCID: 0000-0002-3856-3146	Firmado electrónicamente por: LECRUZS el 13-12- 2022 08:22:04

Código documento Trilce: TRI - 0451875