



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Título de Investigación**  
**Aplicación del mantenimiento productivo total TPM**  
**para mejorar la productividad en un molino,**  
**Lambayeque 2024**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER**  
**EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Autores**

Idrogo Nuñez, Juan Manuel

<https://orcid.org/0009-0003-4776-1149>

Rimarachin Huaman, Augusto Javier

<https://orcid.org/0000-0001-6697-2222>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e innovación en el desarrollo de la construcción**  
**y la industria en un contexto de sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Gestión y sostenibilidad en las dinámicas empresariales de**  
**industrias y organizaciones**  
**Pimentel – Perú**

**2024**



### DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy(somos) Idrogo Nuñez Juan Manuel, Rimarachin Huaman Augusto Javier del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (ambos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

#### **Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024**

El texto de nuestro trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

|                                  |               |   |
|----------------------------------|---------------|---|
| Idrogo Nuñez Juan Manuel         | DNI: 77338296 |  |
| Rimarachin Huaman Augusto Javier | DNI: 77230439 |  |

Pimentel 18 julio de 2024.

## REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**TUR IDROGO RIMARACHIN.docx**

RECUESTO DE PALABRAS

**7055 Words**

RECUESTO DE CARACTERES

**35949 Characters**

RECUESTO DE PÁGINAS

**37 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**865.9KB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 12, 2024 2:36 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 12, 2024 2:36 PM GMT-5**

### ● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de

- 7% Base de datos de trabajos entregados

**Crossref**  
 Derechos Reservados - Copyright  
 Dirección de Tecnologías de la Información  
 Desarrollo de Sistemas  
 eSeuss@uss.edu.pe

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

|   |   |          |              |
|---|---|----------|--------------|
|  | <b>ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE REVISIÓN DE<br/>SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN</b> | Código:  | F3.PP2-PR.02 |
|   |   | Versión: | 02           |
|   |   | Fecha:   | 18/04/2024   |
|   |   | Hoja:    | 1 de 1       |

Yo, Jorge Tomás Cumpa Vásquez, coordinador de investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial, he realizado el segundo control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de pregrado según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del trabajo de investigación titulado: **Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024**, elaborado por los egresados **IDROGO NUÑEZ JUAN MANUEL, RIMARACHIN HUAMAN AUGUSTO JAVIER**.

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **10%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre ~~índice de similitud de los productos académicos y de~~ investigación vigente.

Derechos Reservados - Copyright  
 Dirección de Tecnologías de la Información  
 Desarrollo de Sistemas  
 eSeuss@uss.edu.pe

Pimentel, 16 de septiembre de 2024



**Mg. Jorge Tomás Cumpa Vásquez**

**Coordinador de Investigación Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**DNI N° 42851553**

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios por ser nuestra guía más confiable en la vida, a nuestros padres por su aliento devoto. Así mismo, a nuestros hermanos por formar parte del pilar de soporte que nos impulsaron a seguir adelante.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a Dios por brindarme sabiduría y conocimiento para afrontar los nuevos retos en mi vida. Y a mi familia y amigos, quienes siempre respaldaron cada una de mis decisiones.

**Juan Idrogo**

Quiero agradecer a mis padres y hermanos quienes me apoyaron de diversas maneras para culminar mi carrera, lograr una de mis metas trazadas y pueda continuar desarrollándome profesionalmente

**Augusto Rimarachín**

## Índice

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Dedicatoria .....                  | 5  |
| Agradecimientos.....               | 6  |
| Índice de tablas y figuras.....    | 8  |
| Resumen .....                      | 10 |
| Abstract .....                     | 11 |
| I. INTRODUCCIÓN.....               | 12 |
| 1.1. Realidad problemática         | 12 |
| 1.2. Formulación del problema      | 14 |
| 1.3. Hipótesis                     | 14 |
| 1.4. Objetivos                     | 14 |
| 1.5. Teorías relacionadas al tema  | 14 |
| II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....   | 19 |
| Tipo de Investigación.....         | 19 |
| Población.....                     | 23 |
| Muestra.....                       | 23 |
| Técnicas e instrumentos            | 23 |
| III. RESULTADOS .....              | 25 |
| IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES ..... | 51 |
| V. REFERENCIAS .....               | 54 |
| ANEXOS .....                       | 57 |
| Anexo 01: CUESTIONARIO .....       | 57 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 . Tabla de operacionalización                               | 20 |
| Tabla 2. Resumen de Procesamiento de Casos                          | 24 |
| Tabla 3. Estadísticas de Fiabilidad                                 | 24 |
| Tabla 4 . Respuestas a preguntas de cuestionario                    | 25 |
| Tabla 5 . Principales problemáticas de la empresa                   | 27 |
| Tabla 6 . Disponibilidad antes de implementar la propuesta          | 28 |
| Tabla 7 Confiabilidad antes de implementar la propuesta             | 29 |
| Tabla 8 Tiempo entre fallas antes de implementar la propuesta       | 29 |
| Tabla 9 . Tiempo de reparación antes de implementar la propuesta    | 30 |
| Tabla 10 . Eficiencia antes de implementar la rpopuesta             | 30 |
| Tabla 11 . Eficacia antes de implementar la propuesta               | 31 |
| Tabla 12 . Productividad antes de implementar la propuesta          | 31 |
| Tabla 13 . Análisis de la decisión de aplicar TPM en alta gerencia  | 32 |
| Tabla 14 . Política TPM   | 33 |
| Tabla 15. Área de producción de aplicar el Seiso                    | 35 |
| Tabla 16 . Plan de estandarización                                  | 35 |
| Tabla 17 . Mantenimiento autónomo                                   | 37 |
| Tabla 18 . Mantenimiento Planificado                                | 38 |
| Tabla 19. Formato de inspección                                     | 40 |
| Tabla 20 . Cronograma de capacitaciones                             | 42 |
| Tabla 21 . Actividades del TPM                                      | 43 |
| Tabla 22. Disponibilidad después de implementar la propuesta        | 44 |
| Tabla 23 Confiabilidad después de implementar la propuesta          | 44 |
| Tabla 24 Tiempo entre fallas después de implementar la propuesta    | 45 |
| Tabla 25 . Tiempo de reparación después de implementar la propuesta | 45 |
| Tabla 26 . Eficiencia después de implementar la rpopuesta           | 46 |
| Tabla 27 . Eficacia después de implementar la propuesta             | 46 |
| Tabla 28 . Productividad después de implementar la propuesta        | 47 |
| Tabla 29 . Comparación de resultados                                | 47 |
| Tabla 30 . Beneficio por ventas de bolsas de arroz                  | 48 |
| Tabla 31 . Costos por procedimientos                                | 48 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 32 . Costos pro capacitaciones        | 49 |
| Tabla 33. Costos por materiales             | 49 |
| Tabla 34 . Costos por herramientas          | 49 |
| Tabla 35 . Costos por artículos de limpieza | 50 |
| Tabla 36 . Resumen de costos                | 50 |
| Tabla 37 . Beneficio - Costo                | 50 |

### **Índice de figuras**

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Figura 1. Diagrama de Ishikawa      | 26 |
| Figura 2 . Diagrama de Pareto       | 27 |
| Figura 3. Organigrama de comité TPM | 33 |
| Figura 4. Tarjeta Roja              | 34 |

## **Resumen**

En la actualidad, las empresas han enfrentado numerosos problemas relacionados con la gestión de mantenimiento, los cuales tuvieron efectos perjudiciales tanto en los costos como en la productividad de las empresas. Debido a lo anterior, el objetivo de este artículo fue implementar el mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en una empresa molinera de arroz. La metodología de estudio fue de tipo cuantitativa, diseño cuasi experimental. Se desarrolló un cuestionario que fue aplicado a la muestra, la cual estaba conformada por 15 trabajadores de la empresa. Los resultados mostraron que la gestión de mantenimiento productivo es óptima para la empresa pues la eficacia pasó de 79% a 83%, teniendo una mejora del 4%. La eficiencia pasó de 82% a 93%, teniendo un aumento del 11%. Y la productividad pasó de 65% a 77%, aumentando en un 12%. La discusión de la investigación indicó las semejanzas de los resultados con diversos autores, especialmente en el uso de los pilares del TPM para evitar averías, paradas de producción y extender la vida útil de los equipos. En conclusión, la ejecución del plan de mantenimiento productivo total logró aumentar la productividad en el molino de arroz, lo cual evidenció la efectividad de esta herramienta.

**Palabras Clave:** Averías, Mantenimiento Productivo Total, Molino.

## **Abstract**

Nowadays, companies have faced numerous problems related to maintenance management, which had detrimental effects on both costs and productivity of the companies. Due to the above, the objective of this article was to implement total productive maintenance to increase productivity in a rice milling company. The study methodology was a quantitative, quasi-experimental design. A questionnaire was developed and applied to the sample, which consisted of 15 workers of the company. The results showed that the productive maintenance management is optimal for the company since the effectiveness went from 79% to 83%, with an improvement of 4%. Efficiency went from 82% to 93%, an increase of 11%. And productivity went from 65% to 77%, an increase of 12%. The discussion of the research indicated the similarities of the results with several authors, especially in the use of the TPM pillars to avoid breakdowns, production stoppages and extend the useful life of the equipment. In conclusion, the execution of the total productive maintenance plan was able to increase productivity in the rice mill, which evidenced the effectiveness of this tool.

**Keywords:** Breakdowns, Total Productive Maintenance, Mill.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El mantenimiento es una actividad que asegura la continuidad del proceso productivo y calidad del producto final. En este contexto, PMP surge como herramienta eficaz, garantizando la confiabilidad y disponibilidad de equipos críticos del molino. La implementación de técnicas predictivas en el PMP, identifica y corrige posibles fallas en equipos antes de que ocurran, reduciendo tiempos de parada no programados y mejorando la eficiencia del proceso productivo [1].

A nivel internacional, Rathi et al. [2], en su trabajo de investigación en la India, mostraron que dicha empresa no cuenta con un plan de mantenimiento productivo total, lo cual genera una gran problemática, ya que afecta de manera directa cada situación de la empresa, perjudicando directamente su planificación de producción. Entre los principales problemas se evidenció fallas en las máquinas, debido a que la producción de calzado es un proceso que conlleva a una serie de actividades, las cuales son realizadas por máquinas que están en funcionamiento según la demanda de los consumidores, por lo cual están expuestas a fallos y averías que generan paros en la producción ya que no cuentan con un plan de mantenimiento adecuado [3]. Esto trae como consecuencia que se creen situaciones de peligro, accidentes y problemas en la empresa. Por este motivo se propone implementar el TPM basado en la confiabilidad y herramientas informáticas para el correcto mantenimiento de las máquinas [4].

Bhushan et al. [5], en su artículo de investigación afirman que, la implementación del TPM, aplicado en maquinaria de producción es óptimo para solucionar problemáticas que se basan en las constantes averías que ocasionan paradas de producción y se pierdan ventas. También se evidenció problemas crónicos de equipos, algunos de ellos doblados, ejes dañados, cojinetes bloqueados, sellos dañados, y ejes calentados. Es por esta razón se recomendó la implementación del TPM para mejorar la situación de la producción.

A nivel nacional, Mendoza et al. [6], en un estudio realizado en una empresa de calzados, entre los principales problemas se evidenció fallas en las máquinas, debido a que la producción de calzado es un proceso que conlleva a una serie de actividades desde la obtención de materia prima, troquelado, perforado, aforrado pulido, y hasta el proceso de ensamblado, esto producía una baja disponibilidad de los elementos y constantes paradas de producción que producía tiempos muertos y pérdida de productividad [7].

Por otro lado, en Trujillo Bonifaz y De La Cruz [8], llevaron a cabo un estudio en una empresa que presentaba un deficiente plan de mantenimiento de las máquinas, se evidenciaron problemas relacionados con la confiabilidad de los accesorios, componentes y maquinaria utilizada. Se observaron rodamientos fragmentados en corto tiempo, deterioro precoz de válvulas, resistencias, acoples, entre otros problemas debido a la baja calidad de la materia prima utilizada y una mala manufactura en la fabricación de estos componentes constantemente tenían paradas de producción que cargaba con mayores costos a la empresa y en consecuencia, un menor margen de rentabilidad [9]. Ante esta problemática, se propuso la implementación de un plan de mantenimiento productivo para abordar estos problemas.

A nivel local [10], en una tesis de maestría realizada en Chiclayo, se llevó a cabo un estudio que evidenció la inadecuación del sistema de mantenimiento actual. Esto se debe a la falta de controles, capacitaciones insuficientes, mantenimientos realizados fuera de tiempo y diagnósticos inadecuados por parte del personal encargado, quienes alquilan unidades para evitar afectar al cliente final. Para abordar esta problemática, se propuso el plan TPM, un cronograma de inspecciones y el cambio de los intervalos de mantenimiento, así como la capacitación del personal correspondiente.

Esta investigación se justifica porque el TPM beneficiará a la empresa, pues aumentará la producción utilizando una menor cantidad de recursos. Implementar el TPM fue conveniente y trajo una serie de beneficios que incrementan la productividad del molino hasta

en un 12%, aportando en gran medida la solución al problema, cumpliendo las expectativas de la empresa.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo aumentará la productividad en un molino?

## **1.3. Hipótesis**

Aplicar un plan de mantenimiento preventivo aumentará la productividad en un molino de arroz

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo General**

Aplicar un plan de mantenimiento preventivo asistido con técnicas predictivas en la Piladora Nuevo Horizonte S.A.C.

### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la empresa
- Calcular los indicadores de mantenimiento antes de implementar la propuesta
- Aplicar el Plan de mantenimiento TPM
- Calcular los indicadores después de aplicar la propuesta
- Comparar los indicadores
- Realizar el análisis beneficio - costo

## **1.5. Teorías relacionadas al tema**

### **Mantenimiento Productivo Total**

Esta herramienta de gestión, de origen japonés, es una filosofía centrada en optimizar la eficiencia de los equipos y maquinarias de producción. También pone énfasis en empoderar a los trabajadores capacitándolos para que utilicen y mantengan adecuadamente los equipos. Las empresas que implementen esta herramienta pueden esperar ventajas como ciclos de producción más largos, tiempos de inactividad reducidos, menores costos de mantenimiento y una mejor calidad del producto [11].

Estos son algunos de los beneficios del mantenimiento:

- Reducción del tiempo de inactividad: cuando el equipo recibe el mantenimiento adecuado, es menos probable que se averíe. Esto puede conducir a una reducción del tiempo de inactividad, lo que puede ahorrar tiempo y dinero.
- Productividad mejorada: cuando el equipo funciona sin problemas, puede ayudar a mejorar la productividad. Por lo cual, la producción se incrementa y se obtienen productos con mayor calidad.
- Mayor seguridad: Es menos probable que los equipos con mantenimiento adecuado causen accidentes, así, se obtiene un lugar de trabajo más seguro y se reducen costos de responsabilidad.
- Mayor vida útil del equipo: cuando el equipo se mantiene adecuadamente, puede durar más. Esto puede ahorrar dinero en costos de reemplazo.

### **Indicadores KPI de mantenimiento**

Los indicadores de mantenimiento, o KPI (Key Performance Indicators), se utilizan para monitorear el desempeño de un programa de mantenimiento. Se pueden usar para rastrear una variedad de métricas, como el tiempo de inactividad del equipo, la confiabilidad de los activos y costos de mantenimiento. Al rastrear estos indicadores, los gerentes de mantenimiento pueden identificar áreas donde se puede mejorar el programa. Por ejemplo, si el MTBF o la disponibilidad disminuye de un equipo, puede ser una señal de que el programa de mantenimiento no es efectivo. En este caso, el gerente de mantenimiento puede necesitar aumentar la frecuencia del mantenimiento preventivo o implementar el mantenimiento predictivo.

Tiempo medio entre fallas (MTBF): Es el tiempo promedio entre deficiencias de un equipo. Es una medida de la fiabilidad del equipo. Se calcula dividiendo la totalidad del número de horas que funciona el equipo por el número de fallas totales que ocurren.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total disponible} - \textit{Tiempo de inactividad}}{\textit{Número de paradas}}$$

Tiempo medio de reparación (MTTR): Es el tiempo medio que se tarda en reparar un equipo después de que ha fallado. Es una medida de la efectividad del programa de mantenimiento. Se calcula dividiendo el número total de horas que el equipo está fuera de servicio por reparaciones entre el número total de reparaciones realizadas [11].

$$MTFB = \frac{\textit{Tiempo total de mantenimiento}}{\textit{Número de reparaciones}}$$

Disponibilidad: Es una proporción de tiempo de un equipo está disponible para su uso. Se calcula como el porcentaje de tiempo que un activo está disponible para su uso dividido por el tiempo total que se espera que el activo esté disponible [11].

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Tiempo Operativo}}{\textit{Tiempo Total Planificado}} \times 100$$

Confiabilidad: Es la probabilidad de que una pieza del equipo realice su función prevista durante un período de tiempo específico en condiciones establecidas. Se calcula dividiendo el MTBF por el tiempo total de funcionamiento [11].

$$\textit{Confiabilidad} = \frac{\textit{Horas de funcionamiento}}{\textit{Número de fallas}}$$

## **Fases de Implementación del TPM**

La implementación del TPM es un proceso que tiene un tiempo promedio de 4 años, ejecutándose en 4 fases:

### **A. Fase de Preparación:**

- La alta gerencia acepta la aplicación del TPM.
- Se brindan instrucciones sobre el TPM.
- Instaurar políticas

## **B. Fase de Introducción:**

En esta etapa se realizan reuniones con las partes interesadas de la compañía para explicar los principios y objetivos de TPM.

## **C. Fase de Implementación**

Filosofía 5s

- Clasificación (Seiri): este paso implica identificar y eliminar elementos innecesarios del lugar de trabajo. Se pueden utilizar etiquetas rojas para marcar los objetos que se van a eliminar.
- Ordenar (Seiton): una vez que se han eliminado los elementos inútiles, se organizan los útiles restantes para acceder a ellos de manera eficiente. Esto implica diseñar el espacio de trabajo de manera que esté ordenado.
- Brillo (Seiso): Se realiza una limpieza exhaustiva del área de trabajo para identificar y eliminar cualquier defecto. Todos son responsables de mantener el espacio de trabajo limpio y ordenado.
- Estandarizar (Seiketsu): este paso se centra en crear estándares documentados sobre cómo se realizan las tareas y cómo se organizan los elementos en el espacio de trabajo.
- Mantener (Shitsuke): La etapa final tiene que ver con la creación de una cultura de disciplina y el mantenimiento del orden y la limpieza establecidos. Esto implica la práctica y la habituación continuas de los principios de las 5S por parte de todos los trabajadores.

## **Mantenimiento Autónomo**

Capacitar a los operadores de producción para que se apropien de las tareas básicas de mantenimiento de equipos. Esto incluye limpieza de rutina, lubricación, inspección y ajustes menores. Los operadores se familiarizan con su equipo y pueden identificar problemas potenciales desde el principio.

## Mantenimiento Planificado

Actividades de mantenimiento proactivas y programadas realizadas por técnicos de mantenimiento capacitados. Estas tareas se basan en manuales de equipos, datos históricos y análisis de fallas. Algunos ejemplos incluyen cambios de aceite, reemplazos de filtros e inspecciones detalladas.

## Productividad

La productividad es, en esencia, el vínculo entre la producción de una empresa (productos elaborados) y los recursos que utiliza (insumos). Hace hincapié en utilizar de forma óptima estos recursos, que pueden ser personas (recursos humanos), materiales o información (recursos documentales). Un alto nivel de productividad significa obtener más producción con una cantidad razonable de insumos, manteniendo al mismo tiempo la calidad del producto. Tradicionalmente, la productividad se mide a través de la eficiencia y la eficacia del trabajo [12].

## Medición

Se mide efectuando la multiplicación de eficiencia y eficacia, de la manera siguiente:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} * \text{Eficacia}$$

$$P = \frac{\text{Tiempo efectivo de la maquinaria}}{\text{Tiempo total de operación}} * \frac{\text{Tiempo de operación real (h)}}{\text{Tiempo de efectividad de las máquinas (h)}}$$

Dónde:

- Eficiencia: Tiempo efectivo de la maquinaria y tiempo total de operación
- Eficacia: Tiempo de operación real (horas) y tiempo de efectividad de las máquinas (horas).

## II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

### **Tipo de Investigación**

#### **Cuantitativa**

porque se usa información cuantificable para realizar un análisis estadístico y explicar los fenómenos de estudio mediante una realidad objetiva centrada en datos números y hechos reales. Con un análisis deductivo puesto que se analiza de lo general a lo particular empezando por el estudio de teorías hasta la compilación de datos para establecer las muestras y presentación de los resultados.

#### **Descriptiva**

porque se realiza una detallada descripción de la situación actual de cómo los operarios encargados tratan de implantar un adecuado mantenimiento a las máquinas y/o equipos utilizados durante los procesos en la empresa.

#### **Diseño de Investigación**

Cuasi experimental, porque se manipula solo una variable (independiente) y se mide su efecto en la variable dependiente.

Tabla 1 . Tabla de operacionalización

| VARIABLE   | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIONES    | INDICADORES/ FÓRMULA   | ÍTEMS | INSTRUMENTO  | TIPO DE VARIABLE | ESCALA |
|--|---|---|----------------|--|-------|--------------|------------------|--------|
| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b><br>Gestión del Mantenimiento Productivo Total | Este enfoque utiliza diversas técnicas para prolongar la vida útil y optimizar el rendimiento de la maquinaria, los equipos y los instrumentos industriales. Su objetivo es mantener todos los activos operativos en servicio durante el mayor tiempo | Este enfoque del mantenimiento implica el control activo de diversos aspectos del estado del equipo. Esto permite realizar el mantenimiento de manera productiva, evitando paradas no programadas y garantizando un funcionamiento sin problemas. | Confiabilidad  | $\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Horas de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$                        | 1 y 2 | Cuestionario | Numérica         | Razón  |
|  |   |   | Disponibilidad | $\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Total Planificado}} \times 100$           | 3     |              |                  |        |
|  |   |   | MTBF           | $\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$ | 4,5   |              |                  |        |

|   |   |   |               |   |       |              |          |       |
|---|---|---|---------------|---|-------|--------------|----------|-------|
|   | posible, manteniendo la eficiencia y, en última instancia, contribuyendo al logro de todos los objetivos predeterminados.   |   | MTTR          | $MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$ | 6     |              |          |       |
| <b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b><br>Productividad | La productividad refleja la eficiencia de una empresa a la hora de convertir recursos como materiales, mano de obra y tiempo en productos o servicios terminados. | La productividad mide esencialmente la eficiencia de un proceso. Analiza la relación entre los resultados generados y los recursos utilizados. El objetivo es maximizar la producción y minimizar el consumo de recursos. | Eficiencia    | $= \frac{\text{Horas de máquina Real}}{\text{Horas de máquina Programada}}$         | 7,8   | Cuestionario | Numérica | Razón |
|   |   |   | Eficacia      | $= \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades Programados}}$                  | 9,10  |              |          |       |
|   |   |   | Productividad | $= \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$  | 99,10 |              |          |       |



**Población**

Son 30 trabajadores correspondiente a la Mano de Obra directa.

**Muestra**

Es una muestra poblacional, ya que, se trabajará con los 30 trabajadores que laboran en dicha empresa.

**Técnicas e instrumentos****Observación**

La observación, es una técnica que se basa en la inspección del objeto a estudiar para poder tomar y registrar información para su posterior análisis. Es por ello, que en esta investigación nos basamos en la técnica de observación para conocer el estado actual del molino.

**Encuesta**

Así mismo, utilizamos la técnica de la encuesta que sirve para compilar y recepcionar datos de una determinada población dentro de un tema específico, siendo estas de vital importancia en un estudio puesto que brinda información de fuentes primarias. Así mismo, estas varían de acuerdo con las variables referidas en la investigación para el alcance de los objetivos.

**Instrumentos****Guía de observación**

Es un instrumento diseñado para dirigir y estandarizar el proceso de observación en un estudio. Esta guía proporciona instrucciones detalladas sobre qué aspectos o variables se deben observar, cómo registrar los datos y cómo interpretar los observados.

**Cuestionario**

Es un instrumento de investigación que consta de una serie de preguntas estructuradas diseñadas para recopilar información sistemática y estandarizada. Es utilizado para obtener datos de los participantes en un estudio y facilita el análisis y la comparación de las respuestas obtenidas. La aplicación del cuestionario tendrá como objetivo a los trabajadores que conforman la muestra calculada, su propósito será describir la realidad de la ocurrencia frecuente de interrupciones en la línea de producción debido a fallos en los equipos.

### **Validez**

Es un concepto fundamental que se utiliza para determinar si los resultados obtenidos son confiables y representativos de la realidad o fenómeno que se está estudiando.

### **Fiabilidad**

#### **Escala: ALL VARIABLES**

**Tabla 2. Resumen de Procesamiento de Casos**

|       |                       | N  | %     |
|-------|-----------------------|----|-------|
| Casos | Válido                | 48 | 100,0 |
|       | Excluido <sup>a</sup> | 0  | ,0    |
|       | Total                 | 48 | 100,0 |

Fuente propia del autor

**Nota:** De la Tabla 3, el a. representa la eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

**Tabla 3. Estadísticas de Fiabilidad**

| Alfa de Cronbach <sup>a</sup> | N de elementos |
|-------------------------------|----------------|
| ,910                          | 8              |

Fuente propia del autor

**Nota:** Según la Tabla 4 de análisis de confiabilidad se puede ver que el alfa de Cronbach es de 0.910 mayor a 0.7 mínimo aceptable, entonces el instrumento pasa la prueba de confiabilidad.

### III. RESULTADOS

#### Diagnóstico

Para diagnosticar la situación actual de la empresa respecto a la aplicación del mantenimiento productivo total, se realizó una encuesta, al cual analizada y tabulada teniendo en cuenta las respuestas de los encuestados, las cuales aparecen en la tabla inferior. La respuesta "SI" es 1, y "NO" es 2.

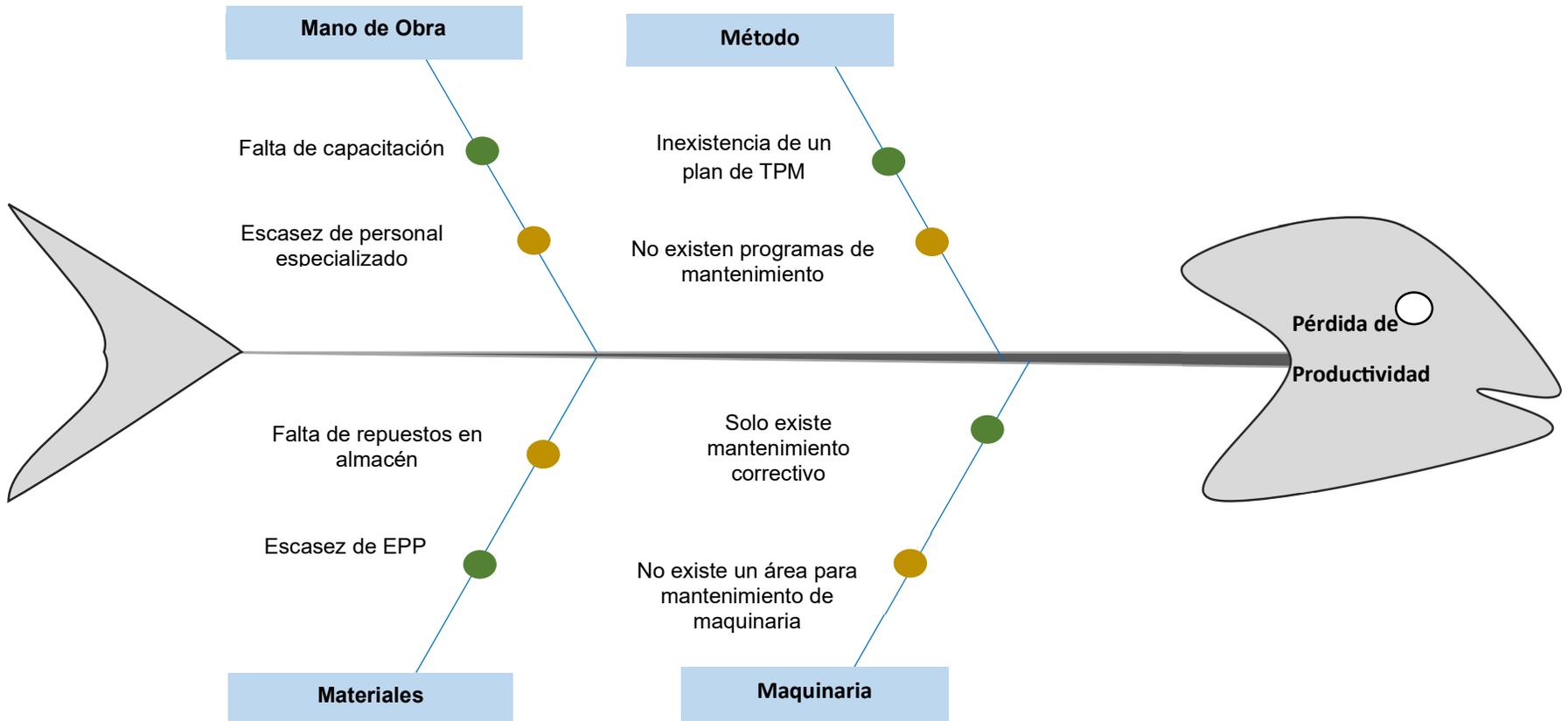
**Tabla 4 . Respuestas a preguntas de cuestionario**

|      | Preguntas |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|      | Preg. 1   | Preg. 2 | Preg. 3 | Preg. 4 | Preg. 5 | Preg. 6 | Preg. 7 | Preg. 8 | Preg. 9 | Preg. 10 |
| PA1  | 1         | 2       | 2       | 2       | 2       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1        |
| PA2  | 2         | 2       | 2       | 1       | 1       | 2       | 1       | 1       | 1       | 1        |
| PA3  | 2         | 1       | 1       | 1       | 1       | 2       | 1       | 2       | 1       | 1        |
| PA4  | 1         | 2       | 1       | 1       | 1       | 2       | 1       | 1       | 2       | 2        |
| PA5  | 1         | 1       | 2       | 1       | 1       | 2       | 2       | 2       | 2       | 1        |
| PA6  | 1         | 2       | 1       | 1       | 1       | 1       | 2       | 1       | 1       | 2        |
| PA7  | 1         | 1       | 2       | 2       | 2       | 2       | 2       | 1       | 2       | 1        |
| PA8  | 2         | 2       | 2       | 1       | 2       | 1       | 2       | 1       | 2       | 2        |
| PA9  | 2         | 1       | 1       | 2       | 2       | 1       | 2       | 1       | 1       | 1        |
| PA10 | 2         | 1       | 2       | 1       | 1       | 2       | 1       | 1       | 1       | 1        |

Fuente propia del autor

A continuación, se procedió a graficar las respuestas usando el diagrama de Ishikawa, el cual aparece en la siguiente figura.

Figura 1. Diagrama de Ishikawa



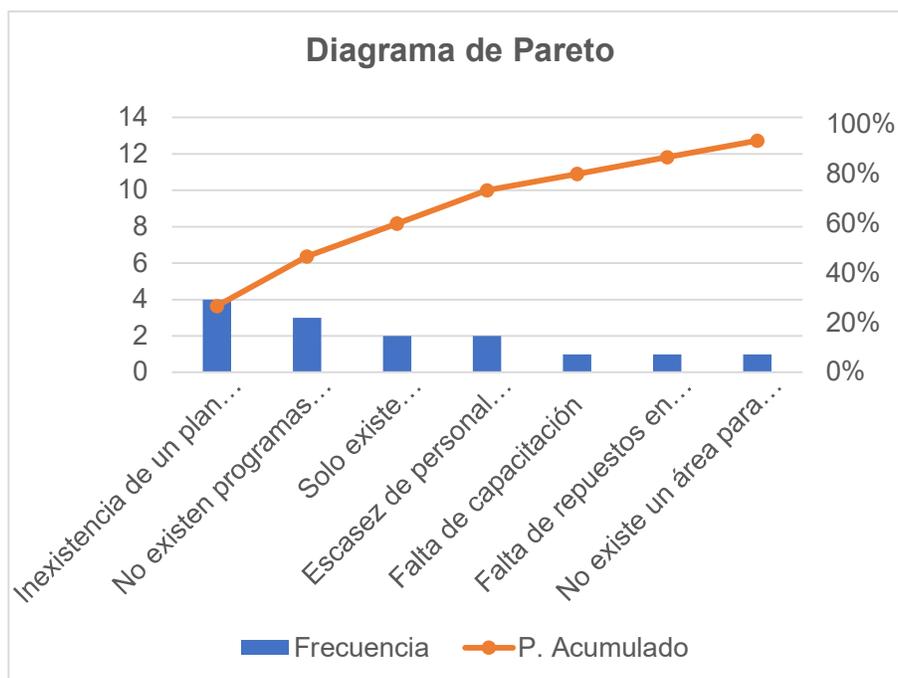
Fuente propia del autor

Tabla 5 . Principales problemáticas de la empresa

| Problemas  | Frecuencia | Porcentaje | P. Acumulado |
|--|------------|------------|--------------|
| Inexistencia de un plan de TPM                     | 4          | 27%        | 27%          |
| No existen programas de mantenimiento              | 3          | 20%        | 47%          |
| Solo existe mantenimiento correctivo               | 2          | 13%        | 60%          |
| Escasez de personal especializado                  | 2          | 13%        | 73%          |
| Falta de capacitación                              | 1          | 7%         | 80%          |
| Falta de repuestos en almacén                      | 1          | 7%         | 87%          |
| No existe un área para mantenimiento de maquinaria | 1          | 7%         | 93%          |
| EPP  | 1          | 7%         | 100%         |
| Total  | 15         | 100%       |              |

Fuente propia del autor

Figura 2 . Diagrama de Pareto



Fuente propia del autor

La figura muestra que los principales problemas que aquejan a la empresa son la inexistencia de un plan de TPM y la falta de programas de mantenimiento con un 27% y 20% del total respectivamente.

## Indicadores antes de la propuesta

Se han medido los indicadores de los meses de noviembre y diciembre del 2023

### Disponibilidad

La disponibilidad se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas programadas} - \text{Horas de parada}}{\text{Horas de programadas}} \times 100\%$$

$$\text{Disponibilidad (semana 1)} = \frac{168 \text{ h} - 40 \text{ h}}{168 \text{ h}} \times 100\%$$

76%

**Tabla 6. Disponibilidad antes de implementar la propuesta**

| Mes             | Semanas | Horas programadas | Horas de parada | Disponibilidad |
|-----------------|---------|-------------------|-----------------|----------------|
| Noviembre       | Sem 1   | 168               | 40              | 76%            |
|                 | Sem 2   | 168               | 49              | 71%            |
|                 | Sem 3   | 168               | 50              | 70%            |
|                 | Sem 4   | 168               | 40              | 76%            |
|                 | Sem 5   | 168               | 45              | 73%            |
| Diciembre       | Sem 6   | 168               | 37              | 78%            |
|                 | Sem 7   | 168               | 30              | 82%            |
|                 | Sem 8   | 168               | 55              | 67%            |
| <b>Promedio</b> |         |                   |                 | <b>74%</b>     |

Fuente propia del autor

La disponibilidad antes de implementar la propuesta es de 74%.

### Confiabilidad

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Horas programadas}}{\text{Número de fallas}}$$

$$\text{Confiabilidad (semana 1)} = \frac{150 \text{ h}}{20 \text{ h}}$$

8 h

Tabla 7. Confiabilidad antes de implementar la propuesta

| Mes             | Semanas | Horas de funcionamiento | Nº de fallas | Confiabilidad |
|-----------------|---------|-------------------------|--------------|---------------|
| Noviembre       | Sem 1   | 150                     | 20           | 8             |
|                 | Sem 2   | 140                     | 6            | 23            |
|                 | Sem 3   | 136                     | 15           | 9             |
|                 | Sem 4   | 145                     | 11           | 13            |
|                 | Sem 5   | 140                     | 13           | 11            |
| Diciembre       | Sem 6   | 132                     | 19           | 7             |
|                 | Sem 7   | 125                     | 10           | 13            |
|                 | Sem 8   | 140                     | 17           | 8             |
| <b>Promedio</b> |         |                         |              | <b>11.4</b>   |

Fuente propia del autor

La confiabilidad antes de implementar la propuesta es de 11.4 h para el periodo de estudio.

Tiempo Medio entre Fallas

$$MTBF = \frac{(Tiempo programado - Tiempo para reparar)}{Número de fallas}$$

$$MTBF (semana 1) = \frac{(1344 h - 50 h)}{11}$$

117.6 h

Tabla 8. Tiempo entre fallas antes de implementar la propuesta

| Máquina           | Tiempo programado (h) | Tiempo para reparar (h) | Número de fallas (veces) | MTBF (h)    |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| Descascarilladora | 1344                  | 50                      | 11                       | 117.6       |
| Separadora        | 1344                  | 66                      | 19                       | 67.3        |
| Pulidora          | 1344                  | 95                      | 25                       | 50.0        |
| Blanqueador       | 1344                  | 50                      | 20                       | 64.7        |
| Colector de polvo | 1344                  | 43                      | 20                       | 65.1        |
| Transportadores   | 1344                  | 42                      | 16                       | 81.4        |
| <b>Promedio</b>   |                       |                         |                          | <b>74.3</b> |

Fuente propia del autor

El tiempo medio entre fallas antes de implementar la propuesta es de 74.3 h para el periodo de estudio.

### Tiempo de Reparación

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo para reparar}}{\text{Número de fallas}}$$

$$MTTR \text{ (semana 1)} = \frac{50 \text{ h}}{11}$$

4.5

**Tabla 9. Tiempo de reparación antes de implementar la propuesta**

| Máquina           | Tiempo para reparar (h) | Número de fallas (veces) | MTTR (h)   |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|------------|
| Descascarilladora | 50                      | 11                       | 4.5        |
| Separadora        | 66                      | 19                       | 3.5        |
| Pulidora          | 95                      | 25                       | 3.8        |
| Blanqueador       | 50                      | 20                       | 2.5        |
| Colector de polvo | 43                      | 20                       | 2.2        |
| Transportadores   | 42                      | 16                       | 2.6        |
| <b>Promedio</b>   |                         |                          | <b>3.2</b> |

Fuente propia del autor

El tiempo de reparación antes de implementar la propuesta es de 3.2 h para el periodo de estudio.

### Eficiencia

**Tabla 10. Eficiencia antes de implementar la propuesta**

| Mes              | Semanas | Hora Máquina real | Horas Máquina programada | Eficiencia |
|------------------|---------|-------------------|--------------------------|------------|
| <b>Noviembre</b> | Sem 1   | 150               | 168                      | 89%        |
|                  | Sem 2   | 140               | 168                      | 83%        |
|                  | Sem 3   | 136               | 168                      | 81%        |
|                  | Sem 4   | 145               | 168                      | 86%        |
|                  | Sem 5   | 140               | 168                      | 83%        |
| <b>Diciembre</b> | Sem 6   | 132               | 168                      | 79%        |
|                  | Sem 7   | 125               | 168                      | 74%        |
|                  | Sem 8   | 140               | 168                      | 83%        |
| <b>Promedio</b>  |         |                   |                          | <b>82%</b> |

Fuente propia del autor

La eficiencia antes de implementar la propuesta es de 82%.

**Tabla 11 . Eficacia antes de implementar la propuesta**

| <b>M-es</b>      | <b>Semanas</b> | <b>Sacos de arroz producidos</b> | <b>Sacos de arroz programados</b> | <b>Eficacia</b> |
|------------------|----------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| <b>Noviembre</b> | Sem 1          | 2536                             | 3400                              | 75%             |
|                  | Sem 2          | 2600                             | 3200                              | 81%             |
|                  | Sem 3          | 2740                             | 3600                              | 76%             |
|                  | Sem 4          | 2900                             | 3100                              | 94%             |
|                  | Sem 5          | 2700                             | 3450                              | 78%             |
| <b>Diciembre</b> | Sem 6          | 2560                             | 3400                              | 75%             |
|                  | Sem 7          | 2400                             | 3620                              | 66%             |
|                  | Sem 8          | 2980                             | 3500                              | 85%             |
| <b>Promedio</b>  |                |                                  |                                   | <b>79%</b>      |

Fuente propia del autor

La eficacia antes de implementar la propuesta es de 79%.

**Tabla 12 . Productividad antes de implementar la propuesta**

| <b>Mes</b>       | <b>Semanas</b> | <b>Eficiencia</b> | <b>Eficacia</b> | <b>Productividad</b> |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Noviembre</b> | Sem 1          | 89%               | 75%             | 67%                  |
|                  | Sem 2          | 83%               | 81%             | 68%                  |
|                  | Sem 3          | 81%               | 76%             | 62%                  |
|                  | Sem 4          | 86%               | 94%             | 81%                  |
|                  | Sem 5          | 83%               | 78%             | 65%                  |
| <b>Diciembre</b> | Sem 6          | 79%               | 75%             | 59%                  |
|                  | Sem 7          | 74%               | 66%             | 49%                  |
|                  | Sem 8          | 83%               | 85%             | 71%                  |
| <b>Promedio</b>  |                |                   |                 | <b>65%</b>           |

Fuente propia del autor

La productividad antes de implementar la propuesta es de 65%.

### **Implementación de la propuesta**

#### **FASE DE PREPARACIÓN**

##### **Etapas 1: Compromiso de la alta gerencia**

**Tabla 13 . Análisis de la decisión de aplicar TPM en alta gerencia**

| Participantes         | Problema                 | Causas  | Propuesta de mejora |
|-----------------------|--------------------------|---|---------------------|
| Gerente general       |                          | Falta de programas de mantenimiento             | TPM                 |
| Gerente de producción | Pérdida de productividad | Constantes averías en las maquinarias y equipos |                     |
| Gerente de Logística  |                          |   |                     |

Fuente propia del autor

Como se observa en la tabla superior, en primer lugar se realizará la propuesta a la alta gerencia indicando la problemática de la empresa y la solución a este. Al analizar la problemática la alta dirección decidió aplicar el TPM.

## **Etaa 2: Información sobre el TPM**

**Tabla 14 . Información sobre TPM**

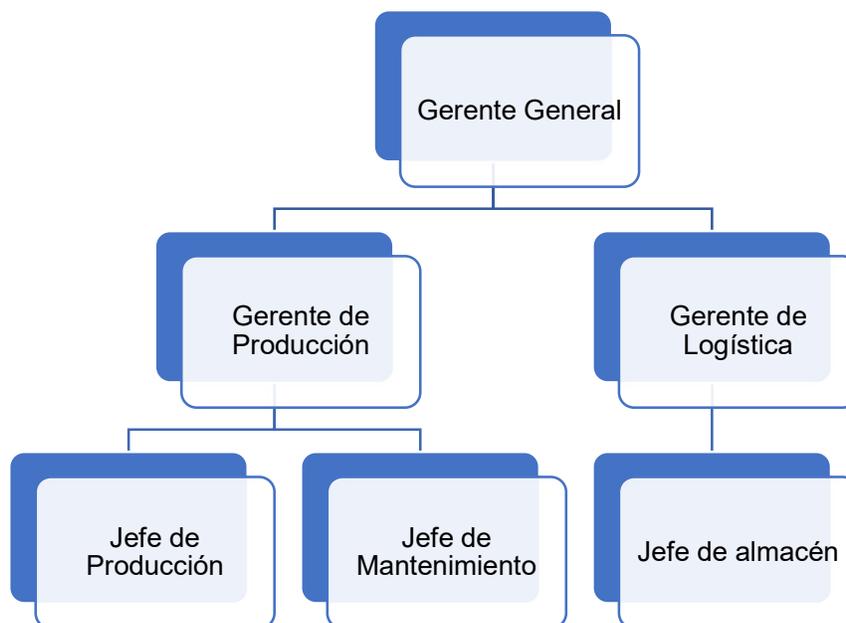
| Participantes  | Herramienta           | Temas               | Frecuencia                        |
|--|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Todos los trabajadores de la empresa (alta gerencia, jefatura y operarios) | Charla de información | Introducción al TPM | 30 minutos (lunes de cada semana) |
|  |                       | Objetivos del TPM   | 30 minutos (lunes de cada semana) |
|  |                       | Beneficios del TPM  | 30 minutos (lunes de cada semana) |
|  |                       | Pilares del TPM     | 30 minutos (lunes de cada semana) |

Fuente propia del autor

La tabla superior muestra las charlas sobre el TPM que se realizarán para que los trabajadores sepan de qué trata esta herramienta y los beneficios para la empresa.

### Etapa 3: Creación de comité TPM

Figura 3. Organigrama de comité TPM



Fuente propia del autor

Como se observa en la figura superior, se creará un comité que tendrá la misión de llevar a cabo cada paso de esta metodología y velar por su correcta ejecución.

### Etapa 4: Política de TPM

Tabla 15 . Política TPM

| Política   | Objetivos y metas  |
|--|--|
| Incrementar la disponibilidad de la maquinaria de la piladora de arroz, y reducir las paradas de producción y las fallas que se presentan actualmente. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cero averías</li> <li>- 5% de tiempo de paradas de producción de acuerdo a la cantidad de horas planificadas por semana.</li> </ul> |

Fuente propia del autor

En la tabla superior se observa las políticas y metas que regirán este programa y las finalidades de aplicar esta herramienta.

## FASE DE IMPLEMENTACIÓN

### Etapa 1: Limpieza y organización inicial

#### Implementación de 5S

- a. **Seiri:** En esta etapa, se eliminarán los elementos innecesarios mediante el método de eliminación por tarjeta roja, tal como se observa en la figura la cual será llenada de acuerdo con el elemento eliminado.

**Figura 4. Tarjeta Roja**

Formulario de Tarjeta Roja 5S. El formulario es rojo y tiene un clip superior. Incluye los siguientes campos:

- No. \_\_\_\_\_
- TARJETA ROJA 5'S**
- Información Gen-
  - Propuesta por \_\_\_\_\_ Responsable de área \_\_\_\_\_
  - Area / Depto. \_\_\_\_\_
  - Descripción de artículo \_\_\_\_\_
- CATEGORIA**
  - Máquina/Equipo
  - Herramienta
  - Instrumento
  - Partes eléctricas
  - Partes mecánicas
  - Material gastable
  - Materia prima
  - Trabajo en proceso
  - Producto terminado
  - Otros
- OTROS/COMENTARIO \_\_\_\_\_
- RAZON DE TARJETA**
  - Innecesario
  - Defectuoso
  - Fuera de especificaciones
  - Otros
- Otros \_\_\_\_\_
- ACCION REQUERIDA**
  - Eliminar
  - Agrupar en espacio separado
  - Retornar
- Otros: \_\_\_\_\_
- Fecha inicio \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Final de la acción \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Fuente: [3]

#### b. Seiton

**Tabla 16. Seiton: Organización**

| N° | Herramientas                      | Frecuencia |
|----|-----------------------------------|------------|
| 1  | Sacos de Polietileno              | Diario     |
| 2  | Exceso de suministros de limpieza | Diario     |
| 3  | Herramientas rotas                | Diario     |
| 4  | Herramientas de lubricación       | Semanal    |
| 6  | Repuestos                         | Semanal    |

Fuente propia del autor

- c. **Seiso:** Se realizará la limpieza de todas las maquinarias y equipos que se encuentren en el área. Se eliminará el polvo, suciedad, entre otros.

**Tabla 17. Área de producción de aplicar el Seiso**



Fuente propia del autor, dada por molino.

#### d. Seiketsu

**Tabla 18 . Plan de estandarización**

| Plan de estandarización |                                      |   |  |  |
|-------------------------|--------------------------------------|---|--|--|
| Área:                   | Producción                           |   |  |  |
| Actividad estandarizada | Descripción (español)                | Responsabilidad   | Herramienta Recursos                       |  |
| <b>Seiri</b>            | Inventario de artículos innecesarios | Realizar un inventario trimestral de todos los artículos del área de producción.<br>Identifique y elimine los elementos innecesarios (herramientas rotas, materiales vencidos, etc.). | Supervisor de producción<br><br>Operadores | Lista de verificación de inventario<br><br>Contenedores de basura, contenedores de reciclaje |
|                         | Áreas de almacenamiento designadas   | Desarrollar y mantener un mapa visual del área de producción con ubicaciones de almacenamiento claramente marcadas.   | Equipo de mantenimiento                    | Software de planos de planta, materiales de señalización                                     |

|              |   |  |                          |   |
|--------------|---|--|--------------------------|---|
| <b>Seiso</b> | Programación y procedimientos de limpieza | Cree un programa de limpieza detallado para toda el área de producción (diario, semanal, mensual). | Supervisor de producción | Programación y procedimientos de limpieza |
|              |   | Capacitar a todos los operadores sobre los procedimientos y el cronograma de limpieza.             | Supervisor de producción |   |

---

Fuente propia del autor

Como se observa en la tabla superior, se han estandarizado las actividades que permitirán el cumplimiento de las primeras 3S.

#### **e. Shitsuke**

El personal se comprometió a cumplir las actividades anteriores durante sus jornadas laborales, teniendo como objetivo que se convierta en un hábito.

#### **Etapa 2: Mantenimiento autónomo**

Para realizar este pilar del TPM, en primer lugar se capacitará a los trabajadores, indicando cuáles son las actividades que se llevarán a cabo en cada máquina y equipos, además de la frecuencia de estos durante la semana laboral.

Tabla 19 . Mantenimiento autónomo

| Equipo                      | Tarea                | Descripción                        | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Herramientas Recursos                      |
|-----------------------------|----------------------|------------------------------------|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|--|
| <b>Descascarilladoras</b>   | Inspección Visual    | Lubricación general                | x     |        |           |        |         |        | Pistola engrasadora, cuadro de lubricación |
|                             |                      | Inspección visual                  | x     | x      | x         | x      | x       | x      | Linterna                                   |
|                             |                      | Limpieza semanal                   | x     |        |           |        |         |        | Aspiradora, cepillos, trapos               |
| <b>Separadores de arroz</b> | Inspección Visual    | Inspección visual                  | x     | x      | x         | x      | x       | x      | Linterna                                   |
|                             |                      | Ajuste de tensión de correas       |       | x      |           | x      |         | x      | Regla industrial, manual del fabricante    |
|                             |                      | Limpieza semanal                   | x     |        |           |        |         |        | Aspiradora, cepillos, trapos               |
| <b>Pulidoras</b>            | Inspección Visual    | Calibración de sistema de control  |       | x      |           |        | x       |        | Calibrador                                 |
|                             |                      | Limpieza diaria                    | x     | x      | x         | x      | x       | x      | Escoba, recogedor, trapos                  |
|                             |                      | Inspección visual                  | x     | x      | x         | x      | x       | x      | Linterna                                   |
|                             |                      | Ajuste de discos de pulido         |       | x      |           |        | x       |        | Manual del fabricante                      |
| <b>Blanqueador</b>          | Inspección Visual    | Ajustes de dispositivo de medición | x     | x      | x         | x      | x       | x      | Linterna                                   |
|                             |                      | Limpieza profunda                  |       | x      |           |        | x       |        | Aspiradora, cepillos, trapos               |
| <b>Colectores de polvo</b>  | Inspección y Vaciado | Limpieza de colectores de polvo    |       | x      |           | x      |         | x      | Aspiradora, cepillos, trapos               |
| <b>Transportadores</b>      | Inspección Visual    | Limpieza diaria                    | x     | x      | x         | x      | x       | x      | Escoba, recogedor, trapos                  |
|                             |                      | Inspección visual                  | x     | x      | x         | x      | x       | x      | Linterna                                   |

Fuente propia del autor

Tabla 20 . Mantenimiento Planificado

| Responsable:         | Jefe de planta  | Mantenimiento planificado |   |   |   |         |   |   |   | Área: |   |   |   |  |
|----------------------|---|---------------------------|---|---|---|---------|---|---|---|-------|---|---|---|--|
| Máquina              | Actividades de mantenimiento  | Enero                     |   |   |   | Febrero |   |   |   | Marzo |   |   |   |  |
|                      |   | 1                         | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 |  |
| Descascarilladoras   | Verificar si hay pernos flojos y vibraciones. Buscar signos de desgaste en rodillos y placas de descascarado. | x                         |   |   | x |         |   | x |   |       |   |   | x |  |
|                      | Retirar la acumulación de cascarilla de arroz de los rodillos y las placas de descascarado.                   | x                         |   | x |   | x       |   | x |   | x     |   |   | x |  |
|                      | Aplicar lubricante en los puntos designados según las recomendaciones del fabricante.                         | x                         |   |   | x |         |   | x |   |       |   | x |   |  |
| Separadores de arroz | Verificar el desgaste de la correa y la tensión adecuada. Buscar signos de daño a los tamices.                | x                         |   | x |   | x       |   | x |   | x     |   |   | x |  |
|                      | Eliminar la acumulación de cáscara de arroz de los tamices. Limpiar los filtros de polvo.                     | x                         |   |   | x |         |   | x |   |       |   | x |   |  |
| Pulidoras            | Verificar el desgaste y ajuste adecuado de las piedras de pulir.  | x                         |   |   |   | x       |   | x |   |       |   |   | x |  |
|                      | Retirar la acumulación de salvado de arroz de las piedras y discos de pulido. Limpiar los filtros de polvo.   |                           | x |   |   | x       |   |   |   | x     |   |   | x |  |
| Blanqueador          | Verificar que el dispositivo de medición funcione correctamente.  | x                         |   | x |   | x       |   | x |   | x     |   |   | x |  |
|                      | Eliminar la acumulación de salvado de arroz de los cepillos de pulido.  | x                         |   |   |   | x       |   | x |   |       |   |   | x |  |
| Colectores de polvo  | Verificar si hay fugas de polvo y el correcto funcionamiento del filtro.                                      | x                         |   |   |   | x       |   | x |   |       |   |   | x |  |

|                        |  |   |  |  |   |  |   |  |  |  |   |  |
|------------------------|--|---|--|--|---|--|---|--|--|--|---|--|
| <b>Transportadores</b> | Verificar el desgaste de la correa y la tensión adecuada.<br>Buscar signos de daño a los rodillos transportadores. | x |  |  | x |  | x |  |  |  | x |  |
|------------------------|--|---|--|--|---|--|---|--|--|--|---|--|

Fuente propia del autor

En la tabla superior, se observa el mantenimiento planificado, este mantenimiento tiene la finalidad de reducir las fallas en la empresa, para garantizar la disponibilidad de los elementos.

Además, se presenta el formato de inspección diario que se realizará a todas las máquinas y equipos con el objetivo de monitorear su correcto funcionamiento y evitar paradas de producción.

**Tabla 21. Formato de inspección**

| <b>FORMATO DE INSPECCIÓN DIARIA DE MÁQUINAS</b> |                   |                |                    |
|---|-------------------|----------------|--------------------|
| <b>Responsable:</b>                             |                   |                |                    |
| <b>Área:</b>                                    |                   |                |                    |
| <b>Fecha:</b>                                   |                   |                |                    |
| <b>Máquina:</b>                                 |                   |                |                    |
| <b>Estado de elementos</b>                      |                   |                |                    |
| <b>Elemento</b>                                 | <b>Mal estado</b> | <b>Regular</b> | <b>Buen estado</b> |
| Fajas   |                   |                |                    |
| Cribas  |                   |                |                    |
| Frenos  |                   |                |                    |
| Rodillos  |                   |                |                    |
| Ejes  |                   |                |                    |
| <b>Estado de máquina o equipo</b>               |                   |                |                    |
| <b>PREGUNTA</b>                                 | <b>SI</b>         | <b>NO</b>      |                    |
| ¿Se encuentra limpia?                           |                   |                |                    |
| ¿Requiere mantenimiento?                        |                   |                |                    |
| ¿Presenta problemas?                            |                   |                |                    |
| <b>Observaciones</b>                            |                   |                |                    |
|   |                   |                |                    |

Fuente propia del autor

Por último, se presenta el cronograma de capacitaciones que se llevarán a cabo durante el periodo de implementación de esta herramienta de gestión y el cronograma específico para cada uno.

Tabla 22 . Cronograma de capacitaciones

| Tema de capacitación      | Capacitador                   | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 5 | Sem 6 | Sem 7 | Sem 8 | Sem 9 | Sem 10 | Sem 11 | Sem 12 |
|---------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Introducción a TPM        | Especialista en mantenimiento |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| Mantenimiento por averías | Especialista en mantenimiento |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| Mantenimiento Autónomo    | Especialista en mantenimiento |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| Mantenimiento Planificado | Especialista en mantenimiento |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| Módulos adicionales       | Especialista en mantenimiento |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |

Fuente propia del autor

En la tabla inferior se presentan las actividades de mantenimiento que se llevarán a cabo, desde el compromiso de la alta gerencia hasta las capacitaciones.

**Tabla 23 . Actividades del TPM**

| <b>Tema de capacitación</b>     | <b>Sem 1</b> | <b>Sem 2</b> | <b>Sem 3</b> | <b>Sem 4</b> | <b>Sem 5</b> | <b>Sem 6</b> | <b>Sem 7</b> | <b>Sem 8</b> | <b>Sem 9</b> | <b>Sem 10</b> | <b>Sem 11</b> | <b>Sem 12</b> |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Compromiso de alta gerencia     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |
| Información sobre el TPM        |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |
| Creación de comité TPM          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |
| Política de TPM                 |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |
| Limpieza y organización inicial |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |
| Mantenimiento autónomo          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |
| Mantenimiento planificado       |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |
| Capacitaciones                  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |               |               |               |

Fuente propia del autor

## Indicadores después de implementar de la propuesta

### Disponibilidad

Tabla 24. Disponibilidad después de implementar la propuesta

| Mes             | Semanas | Horas programadas | Horas de parada | Disponibilidad |
|-----------------|---------|-------------------|-----------------|----------------|
| <b>Mayo</b>     | Sem 1   | 168               | 20              | 88%            |
|                 | Sem 2   | 168               | 21              | 88%            |
|                 | Sem 3   | 168               | 25              | 85%            |
|                 | Sem 4   | 168               | 20              | 88%            |
|                 | Sem 5   | 68                | 22              | 87%            |
| <b>Junio</b>    | Sem 6   | 168               | 26              | 85%            |
|                 | Sem 7   | 168               | 18              | 89%            |
|                 | Sem 8   | 168               | 26              | 85%            |
| <b>Promedio</b> |         |                   |                 | <b>87%</b>     |

Fuente propia del autor

La disponibilidad después de implementar la propuesta es de 87%.

### Confiabilidad

Tabla 25 Confiabilidad después de implementar la propuesta

| Mes             | Semanas | Horas de funcionamiento | Nº de fallas | Confiabilidad |
|-----------------|---------|-------------------------|--------------|---------------|
| <b>Mayo</b>     | Sem 1   | 160                     | 15           | 11            |
|                 | Sem 2   | 155                     | 11           | 14            |
|                 | Sem 3   | 161                     | 8            | 20            |
|                 | Sem 4   | 154                     | 11           | 14            |
|                 | Sem 5   | 162                     | 10           | 16            |
| <b>Junio</b>    | Sem 6   | 155                     | 11           | 14            |
|                 | Sem 7   | 153                     | 11           | 14            |
|                 | Sem 8   | 150                     | 8            | 19            |
| <b>Promedio</b> |         |                         |              | <b>15.2</b>   |

Fuente propia del autor

La confiabilidad después de implementar la propuesta es de 15.2 h.

### Tiempo medio entre fallas

**Tabla 26. Tiempo entre fallas después de implementar la propuesta**

| Máquina           | Tiempo programado (h) | Tiempo para reparar (h) | Número de fallas (veces) | MTBF (h)     |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|
| Descascarilladora | 1344                  | 20                      | 8                        | 165.5        |
| Separadora        | 1344                  | 45                      | 11                       | 118.1        |
| Pulidora          | 1344                  | 50                      | 25                       | 51.8         |
| Blanqueador       | 1344                  | 26                      | 15                       | 87.9         |
| Colector de polvo | 1344                  | 19                      | 10                       | 132.5        |
| Transportadores   | 1344                  | 18                      | 16                       | 82.9         |
| <b>Promedio</b>   |                       |                         |                          | <b>106.4</b> |

Fuente propia del autor

El tiempo medio entre fallas después de implementar la propuesta es de 106.4 h.

### Tiempo de Reparación

**Tabla 27 . Tiempo de reparación después de implementar la propuesta**

| Máquina           | Tiempo para reparar (h) | Número de fallas (veces) | MTTR (h)   |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|------------|
| Descascarilladora | 20                      | 8                        | 2.5        |
| Separadora        | 45                      | 11                       | 4.1        |
| Pulidora          | 50                      | 25                       | 2.0        |
| Blanqueador       | 26                      | 15                       | 1.7        |
| Colector de polvo | 19                      | 10                       | 1.9        |
| Transportadores   | 18                      | 16                       | 1.1        |
| <b>Promedio</b>   |                         |                          | <b>2.2</b> |

Fuente propia del autor

El tiempo de reparación después de implementar la propuesta es de 2.2 h.

### Eficiencia

**Tabla 28 . Eficiencia después de implementar la propuesta**

| Mes             | Semanas | Hora Máquina real | Horas Máquina programada | Eficiencia |
|-----------------|---------|-------------------|--------------------------|------------|
| <b>Mayo</b>     | Sem 1   | 160               | 168                      | 95%        |
|                 | Sem 2   | 155               | 168                      | 92%        |
|                 | Sem 3   | 161               | 168                      | 96%        |
|                 | Sem 4   | 154               | 168                      | 92%        |
|                 | Sem 5   | 162               | 168                      | 96%        |
| <b>Junio</b>    | Sem 6   | 155               | 168                      | 92%        |
|                 | Sem 7   | 153               | 168                      | 91%        |
|                 | Sem 8   | 150               | 168                      | 89%        |
| <b>Promedio</b> |         |                   |                          | <b>93%</b> |

Fuente propia del autor

La eficiencia después de implementar la propuesta es de 93%.

### Eficacia

**Tabla 29 . Eficacia después de implementar la propuesta**

| Mes             | Semanas | Sacos de arroz producidos | Sacos de arroz programados | Eficacia   |
|-----------------|---------|---------------------------|----------------------------|------------|
| <b>Mayo</b>     | Sem 1   | 2600                      | 3400                       | 76%        |
|                 | Sem 2   | 2650                      | 3200                       | 83%        |
|                 | Sem 3   | 3000                      | 3600                       | 83%        |
|                 | Sem 4   | 2980                      | 3100                       | 96%        |
|                 | Sem 5   | 2800                      | 3450                       | 81%        |
| <b>Junio</b>    | Sem 6   | 2750                      | 3400                       | 81%        |
|                 | Sem 7   | 2600                      | 3620                       | 72%        |
|                 | Sem 8   | 3100                      | 3500                       | 89%        |
| <b>Promedio</b> |         |                           |                            | <b>83%</b> |

Fuente propia del autor

La eficacia después de implementar la propuesta es de 83%.

## Productividad

**Tabla 30 . Productividad después de implementar la propuesta**

| Mes             | Semanas | Eficiencia | Eficacia | Productividad |
|-----------------|---------|------------|----------|---------------|
| <b>Mayo</b>     | Sem 1   | 95%        | 76%      | 73%           |
|                 | Sem 2   | 92%        | 83%      | 76%           |
|                 | Sem 3   | 96%        | 83%      | 80%           |
|                 | Sem 4   | 92%        | 96%      | 88%           |
|                 | Sem 5   | 96%        | 81%      | 78%           |
| <b>Junio</b>    | Sem 6   | 92%        | 81%      | 75%           |
|                 | Sem 7   | 91%        | 72%      | 65%           |
|                 | Sem 8   | 89%        | 89%      | 79%           |
| <b>Promedio</b> |         |            |          | <b>77%</b>    |

Fuente propia del autor

La productividad después de implementar la propuesta es de 77%.

### Comparación de resultados

**Tabla 31 . Comparación de resultados**

| Indicador      | Antes de la propuesta | Después de la propuesta | Mejora |
|----------------|-----------------------|-------------------------|--------|
| Disponibilidad | 74%                   | 87%                     | 13%    |
| Confiabilidad  | 11.4 h                | 15.2 h                  | 3.8 h  |
| MTBF           | 74.30 h               | 106.4 h                 | 32.1 h |
| MTTR           | 3.2 h                 | 2.2 h                   | 1 h    |
| Eficiencia     | 82%                   | 93%                     | 11%    |
| Eficacia       | 79%                   | 83%                     | 4%     |
| Productividad  | 65%                   | 77%                     | 12%    |

Fuente propia del autor

Como se observa en la tabla 27, la disponibilidad aumentó en 13%, la confiabilidad aumentó en 3.8h, el tiempo medio entre fallas se incrementó en 32.1 h, por lo cual habrá menos paradas, además el tiempo de reparación se redujo en 1 hora. Mientras que la eficiencia se incrementó en 11%, la eficacia en 4%, obteniendo una productividad mejorada en 12%.

## Análisis Beneficio – Costo

### Beneficio

Para calcular el beneficio, se tendrá en cuenta la cantidad de bolsas de arroz producidos de los dos periodos de estudio, como se observa en la tabla inferior, después de la propuesta se produce una mayor cantidad de arroz, lo cual trae a la empresa mayores ventas y por ende un mayor rendimiento. El costo total de las ventas después de la aplicación e la propuesta se detalla a continuación.

**Tabla 32 . Beneficio por ventas de bolsas de arroz**

| Semanas      | Barriles producidos antes | Barriles producidos después | Costo por saco | Costo Total          |
|--------------|---------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|
| Sem 1        | 2536                      | 2600                        | S/ 120.00      | S/ 7,680.00          |
| Sem 2        | 2600                      | 2650                        | S/ 120.00      | S/ 6,000.00          |
| Sem 3        | 2740                      | 3000                        | S/ 120.00      | S/ 31,200.00         |
| Sem 4        | 2900                      | 2980                        | S/ 120.00      | S/ 9,600.00          |
| Sem 5        | 2700                      | 2800                        | S/ 120.00      | S/ 12,000.00         |
| Sem 6        | 2560                      | 2750                        | S/ 120.00      | S/ 22,800.00         |
| Sem 7        | 2400                      | 2600                        | S/ 120.00      | S/ 24,000.00         |
| Sem 8        | 2980                      | 3100                        | S/ 120.00      | S/ 14,400.00         |
| <b>Total</b> |                           |                             |                | <b>S/ 127,680.00</b> |

Fuente propia del autor

El beneficio total de la aplicación de la propuesta es de S/ 127,680.00.

**Tabla 33 . Costos por procedimientos**

| Descripción       | Unidad  | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total         |
|-------------------|---------|----------|----------------|---------------------|
| Escritorio        | UND     | 3        | S/ 1,100.00    | S/ 3,300.00         |
| Repisa            | UND     | 3        | S/ 1,500.00    | S/ 4,500.00         |
| Computadora       | UND     | 3        | S/ 2,500.00    | S/ 7,500.00         |
| Sillas            | UND     | 3        | S/ 350.00      | S/ 1,050.00         |
| Impresora         | UND     | 3        | S/ 850.00      | S/ 2,550.00         |
| Útiles de oficina | Paquete | 3        | S/ 120.00      | S/ 360.00           |
| <b>Total</b>      |         |          |                | <b>S/ 19,260.00</b> |

Fuente propia del autor

Los costos por procedimientos para aplicar el TPM es de S/ 19,260.00

Tabla 34 . Costos pro capacitaciones

| Capacitación              | Número de capacitadores | Horas | Costo por hora | Costo Total         |
|---------------------------|-------------------------|-------|----------------|---------------------|
| Introducción a TPM        | 2                       | 15    | S/ 150.00      | S/ 4,500.00         |
| Mantenimiento por averías | 2                       | 15    | S/ 350.00      | S/ 10,500.00        |
| Mantenimiento Autónomo    | 2                       | 15    | S/ 300.00      | S/ 9,000.00         |
| Mantenimiento Planificado | 2                       | 20    | S/ 450.00      | S/ 18,000.00        |
| Módulos adicionales       | 1                       | 10    | S/ 180.00      | S/ 1,800.00         |
| <b>Total</b>              |                         |       |                | <b>S/ 43,800.00</b> |

Fuente propia del autor

El costo por capacitaciones es de S/ 43,800.00

Tabla 35. Costos por materiales

| Materiales   | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total      |
|--------------|--------|----------|----------------|------------------|
| Lapiceros    | UND    | 20       | S/ 1.50        | S/ 30.00         |
| Hojas Bond   | Millar | 10       | S/ 15.00       | S/ 150.00        |
| Separatas    | UND    | 20       | S/ 5.00        | S/ 100.00        |
| Cuadernillos | UND    | 20       | S/ 5.00        | S/ 100.00        |
| Pizarra      | UND    | 2        | S/ 60.00       | S/ 120.00        |
| Plumones     | UND    | 10       | S/ 4.00        | S/ 40.00         |
| <b>Total</b> |        |          |                | <b>S/ 540.00</b> |

Fuente propia del autor

El costo por capacitaciones es de S/ 540.00

Tabla 36 . Costos por herramientas

| Herramientas         | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total        |
|----------------------|--------|----------|----------------|--------------------|
| Lubricantes          | Litro  | 10       | S/ 120.00      | S/ 1,200.00        |
| Grasa Industrial     | Litro  | 10       | S/ 70.00       | S/ 700.00          |
| Trapo Industrial     | UND    | 20       | S/ 8.00        | S/ 160.00          |
| Escobilla Industrial | UND    | 10       | S/ 15.00       | S/ 150.00          |
| <b>Total</b>         |        |          |                | <b>S/ 2,060.00</b> |

Fuente propia del autor

El costo por herramientas es de S/ 2,060.00

**Tabla 37 . Costos por artículos de limpieza**

| <b>Descripción</b> | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Costo Unitario</b> | <b>Costo Total</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Escoba             | UND           | 8               | S/ 25.00              | S/ 200.00          |
| Trapeador          | UND           | 8               | S/ 12.00              | S/ 96.00           |
| Recogedor          | UND           | 8               | S/ 18.00              | S/ 144.00          |
| Baldes             | UND           | 8               | S/ 18.00              | S/ 144.00          |
| Alcohol            | Litro         | 6               | S/ 25.00              | S/ 150.00          |
| Mascarillas        | UND           | 20              | S/ 5.00               | S/ 100.00          |
| <b>Total</b>       |               |                 |                       | <b>S/ 834.00</b>   |

Fuente propia del autor

El costo por artículos de limpieza es de S/ 834.00

**Tabla 38 . Resumen de costos**

| <b>Resumen de Costos</b>     |                     |
|------------------------------|---------------------|
| Capitaciones                 | S/ 19,260.00        |
| Materiales para capacitación | S/ 46,800.00        |
| Procedimientos               | S/ 540.00           |
| Herramientas                 | S/ 2,060.00         |
| Cuidado a la salud           | S/ 834.00           |
| <b>Total</b>                 | <b>S/ 69,494.00</b> |

Fuente propia del autor

**Tabla 39 . Beneficio - Costo**

|            |                    |
|------------|--------------------|
| Beneficio  | S/ 127,680.00      |
| Costo      | S/ 69,494.00       |
| <b>B/C</b> | <b>1.837280916</b> |

Fuente propia del autor

El beneficio costo de la propuesta es 1.83, es decir que por cada S/1.00 invertido, obtendrá un beneficio de S/. 0.83.

## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

La aplicación del mantenimiento productivo total tuvo un resultado positivo en la piladora, alcanzando un aumento en la productividad de 12%, lo cual demuestra la efectividad de este plan.

Con respecto al primer objetivo, Bhushan et al. [5] tuvo como principal problema en su empresa, la inexistencia de estándares de gestión del mantenimiento con un 35% del total. Hallazgo parecido al de esta investigación, en el cual el principal problema fue la inexistencia de un plan de TPM, con un 27% del total.

Con respecto al segundo objetivo específico, Rathi et al. [2], encontraron una baja disponibilidad (63%) de la maquinaria. De igual manera, en este estudio la disponibilidad fue de 74%, debido a que las maquinarias presentaban constantes fallas y paradas de producción en la empresa.

Con respecto al tercer objetivo, Mendes et al [3], implemento el plan de TPm, teniendo como principales pilares la metodología 5S, Mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado, alcanzando un aumento del 12% de su productividad. Los hallazgos de este estudio coinciden con investigaciones anteriores sobre el TPM. Mendoza et al. [6], lograron un aumento del 5 % en la productividad utilizando el TPM, debido a que el constante mantenimiento de las maquinarias evitó fallas y paradas de producción en la empresa. De manera similar, este estudio alcanzó un aumento del 12%. Otro estudio, el de Balcazar et al. [7] que implementó el TPM en una fábrica manufacturera, observó un aumento del 10 % en la productividad. Estos resultados respaldan la idea de que el TPM es una herramienta valiosa para impulsar la productividad de una empresa, junto con otros beneficios como la reducción de costos, la mejora de la disponibilidad de las máquinas y una mejor calidad del producto.

Se encontraron beneficios similares en la industria de calzado, donde Mendoza et al. [6] utilizó TPM para optimizar la productividad. Su principal ganancia fue una mayor disponibilidad del equipo. Este estudio también vio un aumento de la disponibilidad del

equipo pasó del 74% al 87% (un aumento del 13%). Del mismo modo, una planta de fabricación de la India, en la investigación de Drewniak [1], mostró una mejora del aumento del 11% en la productividad debido a la implementación de TPM. Estos resultados hacen eco de los hallazgos de este estudio, donde la mejora condujo a un salto significativo del 11% en la productividad. Estas investigaciones destacan el impacto positivo de TPM en la funcionalidad de la maquinaria y los equipos. El mantenimiento constante garantiza la confiabilidad de la máquina y la continuidad de la producción, minimizando el tiempo de inactividad no planificado y las fallas inesperadas.

Con respecto al cuarto objetivo, respecto a la comparación de indicadores, los resultados de este estudio coinciden con los hallazgos de Bonifaz y De La Cruz [8], los cuales informaron una reducción del 22% en el tiempo de inactividad utilizando TPM, logrando una menor cantidad de averías. Esto también condujo a un aumento del 12% de la productividad y una mayor disponibilidad de la máquina. De manera similar, esta investigación observó una disminución del 4% en el tiempo de inactividad de la producción u un aumento del 13% de la disponibilidad, lo que llevó a una mayor producción y potencialmente mayores ganancias [9].

Por último, los hallazgos de Chanta [10] sobre el análisis beneficio – costo son similares, el autor tuvo un beneficio - costo de S/. 0.85, el cual fue óptimo para la empresa. De igual manera, este estudio tuvo un beneficio – costo de S/ 0.95.

## Conclusiones

La ejecución del plan de TPM logró aumentar la productividad en el molino de arroz en un 12%, lo cual evidencia la efectividad de esta herramienta.

El diagnóstico evidenció que los principales problemas que afectan a la empresa son: inexistencia de un plan de TPM y la inexistencia de programas de mantenimiento, con un porcentaje del total de respuestas de 27% y 20% respectivamente.

Al realizar el diagnóstico de los indicadores de productividad antes de aplicar la propuesta, se obtuvo una eficacia de almacén de 79%, el indicador de eficiencia fue de 82%. Y se obtuvo un total de productividad de 65%. Por otro lado, la disponibilidad fue de 74% y la confiabilidad fue 11.4 h. Además, el tiempo medio entre fallas fue 74.3 h y el tiempo medio de reparación fue de 3.2 h.

La gestión de mantenimiento se elaboró aplicando 2 fases, en la primera fase, llamada Preparación, tuvo el objetivo de comprometer a la alta gerencia, dar información sobre el TPM, crear el comité respectivo y la política de TPM. En la Fase llamada Implementación, realizó la ejecución de las 5S, el mantenimiento autónomo, planificado y por último se realizó la ejecución de las capacitaciones.

Después de aplicar la gestión de mantenimiento se obtuvo que el indicador de eficacia pasó de 79% a 83%, teniendo una mejora del 4%. La eficiencia pasó de 82% a 93%, teniendo un aumento del 11%. Y la productividad pasó de 65% a 77%, aumentando en un 12%. Por otro lado, la disponibilidad pasó de 74% a 87%, presentando una mejora del 13%, la confiabilidad pasó de 11.4 h a 15.2 h, teniendo una mejora de 3.8 h. El tiempo medio entre fallas pasó de 74.3 h a 106.4 h, teniendo una mejora de 32.1 h y el tiempo medio de reparación pasó de 3.2 h a 2.2.h, presentando una mejora de 1 h.

El análisis beneficio – costo obtuvo resultados positivos, el beneficio de la propuesta es de 1.95, esto significa que por cada S/.1 que se invierta se obtiene una ganancia de S/. 0.95.

## V. REFERENCIAS

- 1] R. Drewniak y Z. Drewniak, «Improving business performance through TPM method: The evidence from the production and processing of crude oil,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85138459969&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti>.
- 2] S. Rathi, M. Sahu y S. Kumar, «Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Productivity of Rolling Mill,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85185838013&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti>.
- 3] D. Mendes, P. Gaspar y F. Charrua, «Integrating TPM and Industry 4.0 to Increase the Availability of Industrial Assets: A Case Study on a Conveyor Belt,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85166268506&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti>.
- 4] E. Vaz, J. Vieira De Sá, G. Santos, F. Correia y P. Ávila, «The value of TPM for Portuguese companies,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85118281832&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti>.
- 5] K. Bhushan, S. Chattopadhyaya y S. Sharma, «Analyzing Reliability and Maintainability of Crawler Dozer BD155 Transmission Failure Using Markov Method and Total Productive Maintenance: A Novel Case Study for Improvement Productivity,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85141821307&origin=resultslist&sort=plf-  
f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreet  
oread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-  
KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti.

- 6] E. Mendoza, C. Edgardo y A. Raúl, «Application of lean manufacturing tools to improve productivity in a footwear company in Peru,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85187297604&origin=resultslist&sort=plf-  
f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreet  
oread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-  
KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti.

- 7] J. Balcazar, B. Chávez y K. Torres, «Total productive maintenance in the manufacturing sector. A systematic literature review,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85187301742&origin=resultslist&sort=plf-  
f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreet  
oread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-  
KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti.

- 8] L. Bonifaz y K. De La Cruz, «Design and Implementation of a Material Requirement Plan and a Total Productive Maintenance Plan to reduce costs in an aesthetic and regenerative medicine company, Trujillo-2023,» [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85187299825&origin=resultslist&sort=plf-  
f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreet  
oread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-  
KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+peru%29&.

- 9] E. Mendoza, E. Cruz y R. Anticona, «Application of lean manufacturing tools to improve productivity in a footwear company in Peru,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85187297604&origin=resultslist&sort=plf-  
f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreet  
oread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-  
KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+peru%29&.

- 10] G. Chanta, «PLAN DE MEJORA DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA PRODUCTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA ENVASES SAN NICOLÁS SAC –CHICLAYO,» 2023. [En línea]. Available:

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11536/Chanta%20Castillo,%20German%20Alexander.pdf?sequence=12>.

- C. Boero, «Mantenimiento industrial,» 2020. [En línea]. Available:
- 11] [https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/172523?as\\_all=mantenimiento\\_\\_industrial&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/172523?as_all=mantenimiento__industrial&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as).
- R. Cruz, A. Obregón y S. Puello, «Modelo de mejoramiento productivo para las Mipymes: siete claves para el desarrollo empresarial sostenible,» 2020. [En línea]. Available:
- 12] [https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/149767?as\\_all=productividad\\_\\_empresarial&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/149767?as_all=productividad__empresarial&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as).
- E. Collazos, V. Reátegui, R. Chong y D. Chiroque, «Metodología SMED y la filosofía 5S para mejorar el proceso en las líneas de costura de una empresa de confecciones.,» 2022. [En línea]. Available:
- 13] <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3473>.

## ANEXOS

## Anexo 01: CUESTIONARIO

|   | Universidad<br>Señor de Sipán   | Encuestado          |       |            |  |
|--|---|---------------------|-------|------------|--|
|  |   | Actividad operativa |       |            |  |
| EL PRESENTE CUESTIONARIO TIENE COMO FINALIDAD APLICACIÓN DEL<br>MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN<br>MOLINO, LAMBAYEQUE 2024  |   |                     |       |            |  |
| Este cuestionario es anónimo, por lo tanto, las personas involucradas no serán<br>repercutidas, agradecemos su colaboración a los trabajadores del molino por la participación<br>dada. Marque con una (X) el cuadro lo cual usted cree a su criterio. |   |                     |       |            |  |
|  |   | 1= SI               | 2= NO | 3= TAL VEZ |  |
| N°   | Contenido   | 1                   | 2     | 3          |  |
| 1  | ¿Los operadores realizan limpieza, lubricación e inspecciones básicas de rutina de los equipos que tienen asignados?  |                     |       |            |  |
| 2  | ¿Su empresa cuenta con un programa de mantenimiento preventivo documentado basado en manuales de equipos y datos históricos?                                  |                     |       |            |  |
| 3  | Cuando se producen averías en los equipos, ¿existe un proceso para analizar la causa raíz para prevenir averías futuras?                                      |                     |       |            |  |
| 4  | ¿Se utiliza la metodología 5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar, Mantener) para mantener un ambiente de trabajo limpio, organizado y eficiente?     |                     |       |            |  |
| 5  | ¿La empresa cuenta con un sistema para monitorear el desempeño de los equipos e identificar problemas potenciales antes de que provoquen averías importantes? |                     |       |            |  |
| 6  | ¿Los operadores y el personal de mantenimiento reciben capacitación continua sobre los principios y las mejores prácticas de TPM?                             |                     |       |            |  |
| 7  | ¿La empresa ha observado una mejora en el tiempo de actividad general de los equipos?   |                     |       |            |  |
| 8  | ¿Los costos de mantenimiento de su empresa han disminuido?  |                     |       |            |  |
| 9  | ¿El molino tiene algún criterio para la distribución en el almacén?   |                     |       |            |  |
| 10   | ¿Los operadores y el personal de mantenimiento se sienten empoderados e involucrados en el mantenimiento de los equipos?                                      |                     |       |            |  |

**Anexo 02 : VALIDACIÓN****Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS****Apellidos y nombres del experto:** LARREA COLCHADO LUIS ROBERTO**Grado Académico:** grado magister MBA**Cargo e Institución:** docente universidad UCV**Nombre del instrumento a validar:** cuestionario**Autor del instrumento** Augusto Javier Rimarachin Huaman , Juan Manuel Idrogo Nuñez**Título del Proyecto de Tesis:** Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024.

| Indicadores  | Criterios   | Calificación |           |            |            |
|--------------|---|--------------|-----------|------------|------------|
|              |   | Deficiente   | Regular   | Bueno      | Muy bueno  |
|              |   | De 0 a 5     | De 6 a 10 | De 11 a 15 | De 16 a 20 |
| Claridad     | Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible      |              |           |            | x          |
| Organización | Existe una organización lógica en la redacción de los ítems           |              |           |            | x          |
| Suficiencia  | Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables |              |           |            | x          |
| Validez      | El instrumento es capaz de medir lo que se <del>se</del>              |              |           |            | x          |
| Viabilidad   | Es viable su aplicación   |              |           |            | x          |

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 18

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): muy bueno

**Observaciones**

Aplicar



LUIS ROBERTO LARREA COLCHADO  
INGENIERO INDUSTRIAL  
REG. CIP N° 200049

## Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Apellidos y nombres del experto:** ARMAS ZAVALETA JOSE MANUEL

**Grado Académico:** mgtr supply chain management

**Cargo e Institución:** docente universidad USS

**Nombre del instrumento a validar:** cuestionario

**Autor del instrumento** Augusto Javier Rimarachin Huaman , Juan Manuel Idrogo Nuñez

**Título del Proyecto de Tesis:** Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024.

| Indicadores  | Criterios   | Calificación |           |            |            |
|--------------|---|--------------|-----------|------------|------------|
|              |   | Deficiente   | Regular   | Bueno      | Muy bueno  |
|              |   | De 0 a 5     | De 6 a 10 | De 11 a 15 | De 16 a 20 |
| Claridad     | Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible      |              |           |            | x          |
| Organización | Existe una organización lógica en la redacción de los ítems           |              |           |            | x          |
| Suficiencia  | Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables |              |           |            | x          |
| Validez      | El instrumento es capaz de medir lo que se mide                       |              |           |            | x          |
| Viabilidad   | Es viable su aplicación   |              |           |            | x          |

### Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 18

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): muy bueno

### Observaciones

Aplicar

**FECHA:**  
03/07/2024

**Colegiatura:**  
221101

**Firma**

## Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Apellidos y nombres del experto:** Manuel Alberto Arrascue Becerra

**Grado Académico:** Maestro en Administración de Negocios.

**Cargo e Institución:** DTP en USAT, UCV, USS.

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario,

**Autor del instrumento:** Augusto Javier Rimarachin Huaman , Juan Manuel Idrogo Nuñez

**Título del Proyecto de Tesis:** Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024

| Indicadores  | Criterios   | Calificación |           |            |            |
|--------------|---|--------------|-----------|------------|------------|
|              |   | Deficiente   | Regular   | Bueno      | Muy bueno  |
|              |   | De 0 a 5     | De 6 a 10 | De 11 a 15 | De 16 a 20 |
| Claridad     | Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible      |              |           | x          |            |
| Organización | Existe una organización lógica en la redacción de los ítems           |              |           | x          |            |
| Suficiencia  | Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables |              |           | x          |            |
| Validez      | El instrumento es capaz de medir lo que se requiere                   |              |           |            | x          |
| Viabilidad   | Es viable su aplicación   |              |           |            | x          |

### Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) ...15

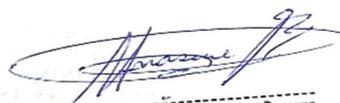
Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): BUENO

### Observaciones:

Aplicable

**Fecha:** 03/07/2024

**Firma:**

  
 M.B.A. Manuel A. Arrascue Becerra  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP. 41882