



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Plan de mantenimiento preventivo y su influencia en la
confiabilidad de las máquinas en el Molino San Francisco S.A.C.,
2023.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Ninatanta Medina, Yahaira Jamileth (orcid.org/0000-0002-8765-2671)

Vasquez Tejada, Yanelia (orcid.org/0000-0002-3753-4204)

ASESOR:

Dr. Robles Lora, Marcos Alejandro (orcid.org/0000-0001-6818-6487)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHEPÉN – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Principalmente dedicamos nuestro proyecto de tesis a Dios ya que él nos brinda paciencia amor y sobre todo sabiduría; él nos ayuda en los momentos más difíciles brindándonos valores que nos fortalezcan no solo como un equipo de trabajo sino como grandes personas.

A la vez también dedicamos este trabajo a nuestros padres por influenciarnos un camino de valores y brindarnos su apoyo incondicional y permitarnos desarrollarnos como unos buenos profesionales.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios en primer lugar por darnos la gran oportunidad de seguir viviendo y poder cumplir cada meta que nos propongamos. A nuestra familia por ser uno de los grandes pilares que nos permitieron culminar con nuestro proyecto de tesis. Al molino agroindustrial San Francisco S.A.C. por abrirme sus puertas de su empresa para poder desarrollar una buena investigación. Al Doctor Marcos Alejandro Robles Lora que como docente de este curso nos ha orientado, apoyado y corregido en la labor académica con un gran interés que han sobrepasado todas las expectativas.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ROBLES LORA MARCOS ALEJANDRO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, asesor de Tesis Completa titulada: "Plan de mantenimiento preventivo y su influencia en la confiabilidad de las máquinas en el Molino San Francisco S.A.C., 2023.", cuyos autores son VASQUEZ TEJADA YANELIA, NINATANTA MEDINA YAHAIRA JAMILETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHEPÉN, 17 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ROBLES LORA MARCOS ALEJANDRO DNI: 46053390 ORCID: 0000-0001-6818-6487	Firmado electrónicamente por: ROBLES el 17-07- 2023 00:45:37

Código documento Trilce: TRI - 0595558

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, VASQUEZ TEJADA YANELIA, NINATANTA MEDINA YAHAIRA JAMILETH estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Plan de mantenimiento preventivo y su influencia en la confiabilidad de las máquinas en el Molino San Francisco S.A.C., 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
YAHAIRA JAMILETH NINATANTA MEDINA DNI: 75018352 ORCID: 0000-0002-8765-2671	Firmado electrónicamente por: YJNINATANTAN el 17-07-2023 00:19:16
YANELIA VASQUEZ TEJADA DNI: 75493525 ORCID: 0000-0002-3753-4204	Firmado electrónicamente por: VVASQUEZTE22 el 17-07-2023 18:23:44

Código documento Trilce: TRI - 0595560



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	1
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	50
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de formato de registro de máquinas primera parte	26
Tabla 2. Resumen de formato de registro de máquinas segunda parte	27
Tabla 3. Cálculo del MTBF pretest.....	28
Tabla 4. Cálculo del MTTR pretest	28
Tabla 5. Cálculo de la confiabilidad pretest	28
Tabla 6. Diseño de indicadores.....	29
Tabla 7. Programación y ejecución de actividades	30
Tabla 8. Primera codificación de máquinas	31
Tabla 9. Segunda codificación de máquinas	31
Tabla 10. Tercera codificación de máquinas	32
Tabla 11. Resumen AMEF	33
Tabla 12. Check list para la inspección del mes de junio.....	33
Tabla 13. Cálculo de la confiabilidad post test	36
Tabla 14. <i>Prueba de normalidad</i>	38
Tabla 15. <i>Prueba de hipótesis</i>	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Ishikawa	22
Figura 2. Diagrama de Pareto	23
Figura 3. Resultados lista de cotejo: Diagnóstico	24
Figura 4. Resultados lista de cotejo: Control	25
Figura 5. Primera evidencia de la inspección realizada.....	35
Figura 6. Segunda evidencia de la inspección realizada.....	35
Figura 7. Confiabilidad pretest vs post test.....	37

RESUMEN

La presente investigación tuvo por título “plan de mantenimiento preventivo y su influencia en la confiabilidad de las máquinas en el Molino San Francisco S.A.C., 2023, por lo tanto, se planteó como objetivo general el determinar la influencia de dicho plan de mantenimiento en la confiabilidad de las máquinas de la empresa en mención. Para tal fin, se realizó una investigación de tipo aplicada, con un diseño experimental, una clasificación pre experimental, un enfoque cuantitativo, siendo la muestra considerada de tipo censal, se determinó un total de 35 máquinas. Entre los instrumentos considerados se tomó una lista de chequeo y formatos para el registro de máquinas, la recolección del MTBF, MTTR y confiabilidad, formato para el AMEF y un diagrama de Ishikawa. Los resultados más relevantes de la investigación indican que la confiabilidad inicial fue de 0.72 y con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo, se logró mejorar este indicador a 0.85; representando una variación porcentual de 16.49%. De esta manera se concluye que con la aplicación de un correcto plan de mantenimiento preventivo se mejora la confiabilidad significativamente.

Palabras clave: *MTBF, MTTR, confiabilidad, mantenimiento, preventivo.*

ABSTRACT

The present investigation had the title "preventive maintenance plan and its influence on the reliability of the machines in Molino San Francisco S.A.C., 2023, therefore, the general objective was to determine the influence of said maintenance plan on reliability of the machines of the company in question. For this purpose, an applied type of investigation was carried out, with an experimental design, a pre-experimental classification, a quantitative approach, the sample being considered census-type, a total of 35 machines were determined. Among the instruments considered, a checklist and formats for the registration of machines, the collection of MTBF, MTTR and reliability, format for AMEF and an Ishikawa diagram were taken. The most relevant results of the investigation indicate that the initial reliability was 0.72 and with the application of the preventive maintenance plan, it was possible to improve this indicator to 0.85, representing a percentage variation of 16.49. In this way, it is concluded that with the application of a correct preventive maintenance plan, reliability is significantly improved.

Keywords: *MTBF, MTTR, reliability, maintenance, preventive.*

I. INTRODUCCIÓN

Según el transcurrir del tiempo se ha evidenciado una evolución significativa en cuanto a la tecnología de máquinas y equipos en las empresas de todo el mundo, lo que ha permitido el desarrollo de mejoras en las formas de realizar las actividades diarias del trabajo y junto a dichos avances, se demostró un progreso considerable en el mantenimiento (Puentes, Reyes y Rivas, 2021).

Las empresas se han preocupado por desarrollar y adaptar nuevas estrategias, ideologías y filosofías en relación el mantenimiento de tal forma que se note una optimización en el flujo del proceso productivo de cada sector industrial, contemplando la idea que el mantenimiento industrial debe ser visto como una inversión a largo plazo y no como un gasto (Díaz et al., 2016) asegurando la confiabilidad de la maquinaria.

Calligos (2021) señala que estos indicadores deben ser gestionados eficiente y oportunamente en las empresas debido a que se genera una importante reducción de costos que se presentan por la realización de mantenimientos correctivos, así como la preservación de la vida útil de los activos y finalmente la garantía del bienestar de los trabajadores que manipulan dichas máquinas.

En tal sentido, diversos autores manifiestan que la idea global del concepto de un buen mantenimiento es anticiparse a la producción de fallas y evitar la aplicación de mantenimientos de tipo correctivos, es por eso que Castellón (2018) explica que la mejor herramienta para lograr un adecuado control de la confiabilidad de las máquinas y equipos de una empresa es el mantenimiento preventivo, ya que por definición, este mantenimiento está orientado a la revisión eventual de las máquinas en periodos de tiempos planificados que sirvan para descartar posibles averías que puedan convertirse en problemas significativos para el proceso productivo, debido a que se debe considerar que hoy en día las empresas industriales cuentan con un flujo continuo de trabajo donde la secuencia debe ser ordenada y debe seguir su curso hasta el fin de actividades según el horario laboral, que dicho sea de paso, presenta una exigencia importante de labores, habiendo fábricas que mantienen hasta tres turnos de trabajo durante el día.

Según un artículo de investigación realizado en México por Pillado, Castillo y De la Riva (2022) el cual estuvo enfocado en asegurar la confiabilidad de las máquinas usando el mantenimiento preventivo, se determinó que un factor clave para tener éxito en la aplicación de este tipo de mantenimiento, es la realización de un eficiente análisis de fallas, ya que de esta forma se puede desglosar las causas que generan problemas en una máquina o equipo y de esta forma, se pueden aplicar los controles necesarios para mitigar estas fallas o por lo menos, reducirlas.

Además, los autores señalan como parte inicial del plan de mantenimiento preventivo, se debe considerar la idea de realizar un inventario general de las máquinas que operan en la empresa o contexto analizado, con el fin de que, a partir de ese conteo, se puedan establecer los recursos necesarios y designar las responsabilidades que se requerirán para llevar a cabo la ejecución.

En el Perú, la tecnología utilizada en la producción de bienes o la prestación de servicios es relativamente obsoleta en algunos sectores productivos del país (Loo, 2021). Además, se tiene bastante desconocida la importancia que tiene la aplicación de un mantenimiento en la maquinaria que se utiliza en las empresas, por tal razón, muchas de ellas, no invierten en mantenimientos preventivos para evitar la presencia de averías durante las actividades de trabajo, sino más bien, esperan la aparición de una falla para empezar con la reparación necesaria, significando un retraso sustancial en el proceso productivo.

Según Rosenthal (2020) la falta de implementación de planes de mantenimientos preventivos en el país está determinado por dos aspectos importantes: el primero está relacionado con el enfoque que tienen los empresarios peruanos con tratar de brindar productos y/o servicios de calidad a sus consumidores finales además de su afán por producir de manera masiva dichos productos o servicios y lo segundo, por la falta de conocimiento con respecto de los resultados positivos que se pueden obtener si se anticipan a una parada por falla de maquinarias, que en consecuencia, puede terminar agotando la vida útil de la maquinaria o equipo, la generación de costos excesivos y sobre todo, poner en riesgo el flujo continuo del proceso que generan tiempos improductivos.

Según los resultados del artículo científico realizado por Cossios y Arévalo (2018) se determinó que, mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, la confiabilidad de tres máquinas incrementaron de 94.92% a 97.15%, de 94.31% a 96.96% y de 93.15% a 98.22% respectivamente, dando lugar a la afirmación que se puede mejorar este indicador si se aplica un plan de mantenimiento preventivo en las empresas.

Teniendo en cuenta que el Perú es un país con una diversidad notable y que explota al máximo sus recursos naturales como por ejemplo sus terrenos fértiles, se presenta a la empresa Molino San Francisco S.A.C., que se encuentra ubicado en el Km. 690 de la Carretera Panamericana Norte en Ciudad de Dios, Pacasmayo.

Dicho molino se dedica tanto a la comercialización de arroz pilado y sus derivados como a la producción de los mismos, además, presta el servicio de balanza y de almacén para clientes externos a la empresa. El objetivo principal que persigue la empresa es adaptarse al mercado competitivo y convertirse en uno de los molinos más reconocidos en el Valle Jequetepeque, sin embargo, para tal fin, es imprescindible que la molinera mantenga un estándar de calidad interno controlado, siendo indispensable que el proceso sea fluido y que se evite en lo posible las actividades o tiempos improductivos.

Sin embargo, la realidad está algo alejada del contexto óptimo planteado, ya que actualmente se evidenció instalado un plan de mantenimiento correctivo en la empresa que se compone de la reparación de la máquina o equipo tras la identificación de una avería, lo cual trae como consecuencia las inevitables paradas no programadas generando efectos negativos tanto en la productividad de la empresa como en la economía de la misma.

El Molino mencionado, cuenta con una línea de producción del proceso de pilado de arroz donde se contabilizan un total de 11 elevadores, una máquina de desechos, una máquina zaranda, una máquina descascaradora, una mesa Paddy, cuatro máquinas de conos Suzuki, una máquina hidro pulidora, una máquina pulidora, una máquina clasificadora Rotex, una máquina zaranda mezcladora, una máquina selectora, una tolva y tres máquinas añejadoras, de manera que en el año 2022 se registró un total de 182 fallas que equivalen a 518.96 horas de trabajo perdidas,

considerando que las máquinas con mayor índice de fallas son la máquina zaranda con un tiempo de paro de 122.89 horas y la máquina selectora con un tiempo de paro de 85.14 horas, por lo tanto, se evidencia una confiabilidad del 78.2% de las máquinas, siendo un problema realmente preocupante si se quiere conseguir el objetivo principal que persigue el molino San Francisco S.A.C.

Ante esta problemática que aqueja indudablemente a la empresa mencionada, se presentó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la influencia de un plan de mantenimiento preventivo en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023?

Conociendo que el mantenimiento preventivo es la revisión oportuna y proactiva de las máquinas que implica la reducción de averías y fallas durante la ejecución de un proceso productivo (Uribe, 2020), se presentaron los diferentes argumentos que permitieron justificar la presente investigación: presenta justificación teórica debido a que se usan diversas teorías ya probadas con respecto del plan de mantenimiento preventivo así como de la confiabilidad de las máquinas, lo cual servirá como base para la elaboración del proyecto.

Asimismo, la presente investigación se justificó metodológicamente por la razón de que su desarrollo se apoya en los lineamientos establecidos por la guía de la Universidad César Vallejo siguiendo estrictamente el método científico.

Por otra parte, se justificará de manera práctica debido a que se dará solución al problema identificado de la baja confiabilidad de las máquinas por medio del plan de mantenimiento preventivo en este estudio teniendo como beneficio el aseguramiento continuo de las máquinas y equipos para mantener un flujo productivo constante y de esta forma garantizar un control de la productividad de la empresa.

También, con el fin de dar solución a la problemática planteada, se formularon los siguientes objetivos de investigación, objetivo general: Determinar la influencia de un plan de mantenimiento preventivo en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023.

De igual forma, los objetivos específicos: Realizar un diagnóstico inicial de la empresa antes de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo., Aplicar

un plan de mantenimiento preventivo y finalmente, Analizar los resultados obtenidos de la confiabilidad después de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo.

Además, la hipótesis que se formuló para la siguiente investigación es: el plan de mantenimiento preventivo tiene una influencia significativa en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En esta investigación, se consultó estudios anteriores similares al nuestro, con la finalidad de tener conocimiento referente a las teorías, definiciones y resultados obtenidos, tanto así que:

En el Salvador, se presentó a Quinteros (2021) quien tuvo su investigación enfocada a mejorar el mantenimiento de una empresa azucarera en el área de molinos, evaluando el estado actual de la empresa. Este estudio es de tipo aplicado, así mismo, se consideró una investigación con un diseño preexperimental y por último es de enfoque cuantitativo. Su población y muestra estuvo representada por 12 participantes entre técnicos operativos y la gerencia de mantenimiento, es decir no se necesitó técnicas de muestreo. Además, entre su técnicas e instrumentos se consideró a la observación junto con una lista de chequeo, además, se utilizó el análisis documental con formatos de recolección de las máquinas, su criticidad y la confiabilidad de las máquinas. Los hallazgos obtenidos fueron que se tuvo un nivel de criticidad alta de 15%, un nivel de criticidad media de 28% y un 57% en el nivel de criticidad baja, además, la confiabilidad de las máquinas ascendió en un 61.51%. De este estudio se concluye que se utilizaron índices de gestión como la confiabilidad para que el mantenimiento sea gestionado de manera adecuada.

En Bogotá, se tuvo a Puentes, Reyes y Rivas (2021) en su estudio relacionado a determinar un plan de mantenimiento preventivo en un molino. Además, esta investigación es de tipo mixta, y de enfoque cuantitativo y cualitativo. La población y la muestra estuvo reflejada por 12 participantes entre ellos están el personal de operaciones y técnicos de la empresa, es por ello que no fue necesario utilizar técnicas de muestreo. Las técnicas utilizadas en la investigación fue el análisis documental que se dio a través de los instrumentos de formatos de recolección de fallas históricas y la observación directa a través de una lista de chequeo. Los hallazgos obtenidos fueron que la confiabilidad mejoró a un 93,61 %, es decir existió una reducción de 2.5% de las pérdidas de la empresa. Por ello, se concluye que al implementar y adoptar un plan de mantenimiento preventivo permite mejorar los indicadores de confiabilidad del departamento de mantenimiento.

En Ecuador, se presentó a Chiguano (2020) donde su estudio estuvo enfocado a una industria Harinera donde busca desarrollar un plan de manteniendo preventivo..

Asimismo, esa investigación fue de tipo aplicada, con un diseño experimental. Su población y muestra estuvo conformada por el número total de máquinas y/o equipos con los que cuenta la empresa en el área de molienda, por ello ya no es importante aplicar métodos de muestreo. Los resultados que se hallaron fueron el MTFB y el MTTR con 7971.32 y 1.36 horas según corresponda; asimismo se tuvo un total de 83.18 horas programadas de mantenimiento y 20.58 horas no programadas de mantenimiento, siendo un total de 103.77 horas, y por último se obtuvo una confiabilidad del 99%. Es así, que se concluyó que implementando el plan de mantenimiento preventivo de una manera ordenada y efectiva, se alcanzó una serie de estándares planteados desde el inicio de esta investigación, lo que resulta ser positivo y beneficioso para la empresa.

En Perú, se contó a Monsalve (2020) y su investigación está orientada a proponer un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en una empresa molinera; teniendo como objetivo general que en la hora de producción, la maquinaria y las instalaciones estén en buen estado, para evitar retrasos y su vida útil permanezca. Este estudio es de tipo aplicado, tiene un enfoque cuantitativo y un diseño preexperimental. La población y muestra está representada por 9 máquinas y/o equipos del área de producción de la empresa. De igual manera cuenta con técnicas e instrumentos como de observación con la guía de observación, y análisis documental con las fichas de registro. Los resultados se lograron obtener fueron que la productividad mejoró a un 56% debido a que la confiabilidad incrementó a 98%. Es así, que se concluye que con el plan de mantenimiento productivo incrementa la productividad y el departamento mantiene una mejor planificación y gestión de tal en base a los índices de confiabilidad de máquinas.

Por otro lado, se presentó a Laguna (2020) donde su estudio trata de aumentar la confiabilidad de la maquinaria y/o equipos con fallas, poniendo en marcha un plan de mantenimiento preventivo orientado en la confiabilidad en el área de molienda de una minera; y tuvo como objetivo general que se proponga un plan basado en la confiabilidad, en relación con las fallas de la maquinaria. Esta investigación es de tipo aplicado, asimismo cuenta con un diseño experimental y con un enfoque cuantitativo. La población y muestra está representada por todas las máquinas del

área de molienda, por ello no es necesario aplicar métodos de muestreo. Se contó como técnicas e instrumento a lo siguiente: La observación de campo con un check list, y unas fichas para recolectar datos de confiabilidad y horas máquina. Es así que se tuvo como resultado que la confiabilidad está sobre lo proyectado ya que es 51.62%. Concluyendo que aplicando un plan de mantenimiento mejora la vida útil de las máquinas en la minera, ya que resulta ser positivo la eliminación de las actividades preventivas que se ejecutan y que son innecesarias.

Asimismo, se tuvo a Cajas y Del Águila (2019) donde su investigación se focalizó en mejorar la productividad en una agroindustria implementando un plan de mantenimiento preventivo. Este estudio fue de tipo aplicado; además contó con diseño cuasi experimental y contó con un enfoque cuantitativo. Su población y muestra estuvo conformada por la producción en toneladas de la harina de trigo, en el área de molienda y tamizado, todo ello se realizará en un tiempo de 9 semanas. A su vez se utilizó técnicas e instrumentos como la observación junto con la guía de observación, y el análisis de datos con las fichas de recolección de datos, con la finalidad de saber el estado en el que se encuentran las máquinas y la producción. Los resultados obtenidos fueron que la confiabilidad inicial fue de 32.81%, y luego se implementó el plan de mantenimiento se incrementó a 84.91%. En conclusión, se demostró que la implementación del plan de mantenimiento incrementa la confiabilidad de las maquinarias de la empresa agroindustrial.

A nivel local, se contó con la investigación de Timoteo (2022) que estuvo orientada a reducir las pérdidas de una empresa molinera, proponiendo un plan de mantenimiento preventivo. Este estudio fue de tipo aplicado, de igual manera contó con un diseño experimental y un enfoque cuantitativo. La población estuvo representada por el total de máquinas utilizadas en el proceso productivo de la empresa. También utilizó técnicas e instrumentos como, la observación junto a la guía de observación y el análisis documental con las fichas de datos de recolección. Sus hallazgos evidenciaron un incremento en la producción en 57,173 sacos de arroz de un peso de 50 kg, debido a que la confiabilidad de las máquinas incrementó en 48.2% y las horas de parada se redujeron en 220.5 horas. En conclusión, la propuesta de implementación es rentable y viable para la empresa, ya que tiene un efecto positivo en sus indicadores.

Además, se presentó el estudio de Callirgos (2021), que está enfocado en la mejora de la confiabilidad de los equipos de una empresa de producción de azúcar, gestionando un mantenimiento preventivo. La investigación fue de tipo aplicado, un diseño no experimental y con un enfoque cuantitativo. La población y muestra estuvo constituida por 218 equipos utilizados en el área de producción, junto con el personal operativo. Los hallazgos obtenidos se relacionan a un incremento en los indicadores de confiabilidad de los equipos en 86.60%, además se halló que se encuentran críticos 25 equipos del área de producción, ya que presentan fallas. Ante ello, se concluye que el sistema de gestión de mantenimiento tiende a mejorar la producción de la empresa y los indicadores aplicados en el departamento, resultando esta gestión factible para la empresa y el personal que labora.

Finalmente, se tuvo a García (2018) quien su estudio está enfocado en incrementar la confiabilidad de las máquinas, desarrollando de un plan de gestión de mantenimiento productivo en una empresa molinera. La presente investigación fue de tipo aplicado, además tiene un diseño preexperimental y tuvo un enfoque cuantitativo. La población estuvo conformada por 110 máquinas que intervienen en el proceso productivo del arroz; ante ello se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico. Además, conto con técnicas e instrumentos como: Revisión documental acoplado a análisis documental y la observación con la guía de observación. Los resultados hallados fueron que aumento la confiabilidad en 20 minutos ya que se redujo las paradas no programadas un 8% y el tiempo medio entre fallas aumento entre 42 a 60 minutos, obteniéndose así un ahorro de 2 mil soles y una eficiencia de equipos de 15%. Por ello, se concluye que la implementación tuvo efecto positivo respecto a los indicadores hallados.

Seguidamente, se presenta las definiciones y teorías en relación con el estudio investigado, tal es así que se tuvo como variable independiente al plan de mantenimiento preventivo y como variable dependiente la confiabilidad.

Se inició por definir la variable independiente donde Pérez (2021) define el plan de mantenimiento preventivo como el conjunto de actividades previamente diseñadas en un tiempo programado, que se realizan en una maquina y/o equipo con el fin de que se prolongue o se restablezca su vida útil, en relación con su estado actual;

asimismo, este plan sirve para que se tenga en cuenta, que equipos son confiables y están listos para cumplir sus debidas funciones.

De igual forma, Schenkelberg (2018) lo define como la descripción del conjunto de tareas que se deben realizar paso a paso, con el objetivo de lograr mejorar la confiabilidad; además este plan busca maximizar la vida útil de las máquinas y/o equipos de acuerdo a las acciones preventivas que se pretendan realizar en recomendación de los expertos.

Además, Puentes, Reyes y Rivas (2021) definen esta variable como el conjunto de actividades a realizar, relacionadas al mantenimiento programado y que por lo general se debe contar con una lista de la maquinaria y equipos para que sean revisado por un especialista en diferentes periodos.

Medina (2022) menciona que existen 3 tipos de mantenimiento, entre ellos el mantenimiento preventivo, este tipo de mantenimiento está diseñado para evitar tiempos muertos o daños anticipados de la maquinaria y/o equipos, ya que reduce la posibilidad que de un equipo falle o se degrade su rendimiento. Además, para que la máquina sea utilizada nuevamente se necesita la aprobación de un experto, ya sea un técnico o el mismo fabricante y así garantice que tendrá un buen funcionamiento.

De igual manera, Laks y Verhagen (2018) lo definen como un plan sistemático de inspección, que cada máquina debe seguir periódicamente antes de que se presente alguna falla.

Asimismo, se presenta al mantenimiento predictivo, este tipo de mantenimiento se refiere a detectar fallas o averías de manera anticipada recepcionando datos relacionados al funcionamiento de los equipos, con la finalidad de predecir los errores y dar preferencia de atención a los equipos y/o máquinas que ya cuentan con antecedentes de fallos de funcionamiento, para así logra una solución rápida y efectiva al departamento de mantenimiento.

De igual forma, Fernández (2019) define este mantenimiento como la guía a la solución de los problemas de falla que pueden darse en algún equipo, y así llevar a cabo la reparación demostrado su confiabilidad hacia la operatividad y funcionalidad de la máquina.

Asimismo, Borroto y Castellano (2018) define este tipo de mantenimiento como la técnica que utiliza el método de análisis de datos, con el objetivo de corregir averías antes de que ocurran, ya que esto afecta tanto el rendimiento, el potencial y el proceso en el cual interviene esta maquinaria; además menciona que este mantenimiento se encarga exclusivamente de evaluar el estado actual de los equipos y aquello da facultad a que se intervenga o no en relación a su estado, lo que permite a la empresa ahorrar de forma continua.

Por último, está el mantenimiento correctivo, este tipo de mantenimiento se da cuando la máquina presenta falla completa, es decir ya necesita una reparación, y esto provoca interrupciones o paradas en la producción de la empresa, ya que se requiere con urgencia resolver su incidencia, tal es así que esto ocasiona pérdida de tiempo y resulta ser costosa, ya que estas reparaciones se dan de manera inesperada.

Permata et al. (2018) la consideran una técnica de recuperación, ya que es un arreglo que se realiza a la máquina después de una falla, regresando su confiabilidad original; pero a su vez resulta generar mucho gasto, que afecta a largo plazo el lado económico de la compañía, ya que esto no le permite aumentar sus niveles proyectados de productividad de las máquinas y no se logra entregar a tiempo los productos solicitados, no satisfaciendo al cliente.

Medina (2022) indica que el plan de mantenimiento preventivo se dimensiona de la siguiente manera: Diagnóstico, se refiere a la identificación de la situación crítica de todas las máquinas y esto se representa como el producto de la frecuencia por la ocurrencia de las máquinas. Y el Control, se enfoca en ser un sistema de evaluación post aplicación, que tiene como fin minimizar las fallas para mejorar continuamente el funcionamiento de los equipos, y todo esto se representa en 3 indicadores; el primero es el cumplimiento de actividades de mantenimiento, que es igual al cociente de las actividades de mantenimiento ejecutadas entre las programadas. El segundo es el cumplimiento de horas de mantenimiento, que es igual al cociente de las horas de mantenimiento preventivo ejecutadas entre las planificadas; y el tercero es el cumplimiento de costos de mantenimiento, que es igual al cociente del presupuesto ejecutados entre lo programados.

Se terminó por definir la variable dependiente donde Clemente y Martínez (2020) definen confiabilidad como la probabilidad de un correcto funcionamiento y desempeño de un equipo, y esto se realiza manteniendo un programa continuo de mantenimiento preventivo de una manera totalmente estricta, ya que ello debe tener como fin que no se presente ninguna falla o error en un tiempo o periodo determinado del proceso productivo, trabajando bajo las reglas que propone un experto o el mismo dueño, para que la máquina cuente con su rendimiento esperado.

Feal, González y Santos (2022) precisan que la confiabilidad de las máquinas es el nivel de capacidad de que las máquinas pueda funcionar sin detectar fallas o averías durante un tiempo determinado, teniendo en cuenta condiciones de trabajo definidas, ya sea las temperaturas, ventilación, o cualquier factor externo al proceso que pueda influir en su funcionamiento.

La variable confiabilidad se operacionaliza en MTBF (tiempo medio entre fallas), MTTR (tiempo medio entre reparación) y la confiabilidad de las máquinas (Julca y Olaya, 2021)

Gallegos, Viscaino y Villacrés (2020) sugieren que para un adecuado cálculo de la confiabilidad de las máquinas es necesario mapear los tiempos operativos para garantizar la estimación correcta de los indicadores MTBF y MTTR que están ligados a esta variable de estudio.

De igual manera, Callirgos (2021) alude que se refiere a la capacidad de las máquinas, equipo o pieza para realizar sus funciones específicas según lo planeado en situaciones de operatividad en un tiempo determinado; es decir, consiste en garantizar el funcionamiento de la maquinaria en un tiempo proyectado de operación.

Además, este autor menciona que esta variable se dimensiona en el tiempo medio entre fallas (MTBF), que es un indicador utilizado para identificar cuáles son los tipos de paradas que se dan con más frecuencia, con el objetivo de controlar la fiabilidad de una máquina y/o equipo, es decir mientras mayor se presente el tiempo entre fallos, el sistema será más fiable; además, la medida del MTBF representa el

tiempo medio de operatividad de una máquina, en otras palabras, es el tiempo que se registra entre cada parada producto de las fallas de las máquinas.

Por ello el MTBF se halla siendo el cociente de la sumatoria de las horas de operación entre el número de fallas (Cossios y Arévalo, 2018).

Finalmente, también se dimensiona en el tiempo medio entre reparación (MTTR), que es un indicador que se emplea para identificar el tiempo de reparación y a su vez el tiempo de prueba de una máquina y/o equipo, es decir, es el tiempo que se utiliza para reparar y restaurar una máquina luego de una avería funcional. Además, este indicador resulta ser clave para el área de mantenimiento, ya que permite saber cómo se está actuando ante una falla y si se está solucionando de una forma eficiente y rápida.

Alavedra et al. (2016) señalan que el MTTR es el tiempo promedio que toma la reparación de las máquinas, además, se dice que está sujeto a factores internos como externos para la finalización del mantenimiento, además, su cálculo se da entre el cociente de la sumatoria de las horas de reparación entre el número de fallas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Esteban (2018) indicó que existen dos tipos de investigación, la básica y la aplicada. Según el autor, ésta última hace referencia al estudio que se enfoca en la solución de problemas que están involucrados en procesos productivos o la comercialización de bienes o servicios consumibles donde interviene la actividad del ser humano, Además, Lozada (2014) agregó que esta investigación se orienta a la puesta en práctica de los conocimientos que contiene el investigador para brindar solución a una dificultad social y agrega que debe mantener en su estructura la formulación de un problema con su respectiva hipótesis de comprobación.

Dicho esto, la presente investigación fue aplicado debido a que se dio una solución factible al problema identificado sobre los bajos niveles de confiabilidad de las máquinas en la empresa San Francisco por medio de las teorías ya probadas por la comunidad investigadora en materia de mantenimiento preventivo.

3.1.2. Diseño de investigación

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) en su libro de metodología de la investigación indicaron que existen dos diseños en la investigación: los experimentales y no experimentales. El primero se desglosa en experimentales puros, cuasiexperimentales y preexperimentales. Los diseños preexperimentales fueron orientados a la evaluación de unas de las variables en dos escenarios distintos (pre test y post test), en tiempos diferentes, con el fin de evaluar si hubo una evolución en la variable analizada con respecto del estímulo aplicado.

Por tal razón, el diseño considerado en la investigación fue experimental de tipo preexperimental ya que la toma de datos de la variable dependiente (confiabilidad) se realizó en un pre test para las 6 primeras semanas de entre abril y mayo, y un post test para las primeras semanas de junio y julio, con el fin de determinar algún efecto por medio de la aplicación de la variable dependiente (plan de mantenimiento preventivo).

3.2. Variables y operacionalización

- **Variable independiente:** Plan de mantenimiento preventivo

- **Definición conceptual**

Pérez (2021) logró definir el plan de mantenimiento preventivo como el conjunto de actividades previamente diseñadas en un tiempo programado que se realizan en una maquina y/o equipo con el fin de que se prolongue o se restablezca su vida útil, en relación con su estado actual; asimismo, este plan sirvió para que se tenga en cuenta, que equipos son confiables y están listos para cumplir sus debidas funciones.

- **Definición operacional**

La variable plan de mantenimiento preventivo se operacionalizó en diagnóstico y control (Medina, 2022).

- **Indicadores**

Para la dimensión diagnóstico

Se utilizó el indicador de criticidad, calculándose con el producto de la frecuencia por la ocurrencia de las fallas de las máquinas.

Para la dimensión control

Se utilizó tres indicadores: Cumplimiento de Actividades de Mantenimiento, que es igual al cociente de las actividades de mantenimiento ejecutadas entre las programadas. Cumplimiento de Horas de Mantenimiento, que es igual al cociente de las horas de mantenimiento preventivo ejecutadas entre las planificadas; y Cumplimiento de Costos de Mantenimiento, que es igual al cociente del presupuesto ejecutado entre lo programado.

- **Escala de medición**

Se empleó una escala de tipo razón.

- **Variable dependiente:** Confiabilidad

- **Definición conceptual**

Clemente y Martinez (2020) mencionaron que la confiabilidad es la probabilidad de un correcto funcionamiento y desempeño de un equipo o máquina, y se realiza manteniendo un programa continuo de mantenimiento preventivo de una manera totalmente estricta.

- **Definición operacional**

La variable confiabilidad se operacionalizó en MTBF (tiempo medio entre fallas) y MTTR (tiempo medio entre reparación) (Callirgos, 2021)

- **Indicadores**

Para la dimensión MTBF (tiempo promedio entre paradas)

El indicador se calculó con el cociente de la resta del tiempo total disponible menos el tiempo perdido entre el número de fallas.

Para la dimensión MTTR (tiempo medio de reparación de avería)

Este indicador se calculó con el cociente del tiempo de reparación o de mantenimiento, sobre el número de fallas o de reparaciones.

- **Escala de medición**

Razón.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

Ventura (2017) propuso que la población consiste en una asociación de individuos o elementos que se quieren analizar pero que comparten ciertas características. Sin embargo, Otzen y Manterola (2017) agregaron que la población de estudio es el conjunto universo de lo que se quiere investigar bajo un mismo fenómeno que afecta a dicho conjunto.

En tal sentido, la población del presente estudio estuvo conformada por las máquinas del área de producción del Molino San Francisco S.A.C.

- **Criterios de inclusión**

Son todas las máquinas pertenecientes al área de producción de la empresa.

- **Criterios de exclusión**

Son todas las máquinas que no pertenecen al área de producción de la empresa.

3.3.2. Muestra

Ventura (2017) señaló que la muestra es una parte representativa de la población e indica los elementos puntuales que serán parte del experimento o revisión.

La muestra estuvo determinada por 32 máquinas del área de producción del Molino San Francisco S.A.C. Dichas máquinas fueron evaluadas durante un periodo de las 6 primeras semanas entre abril y mayo para el pre test del estudio y las 6 primeras semanas entre junio y julio para el post test.

3.3.3. Muestreo

No existe muestreo debido a que la población fue considerada de tipo censal.

3.3.4. Unidad de análisis

Ventura (2017) señaló que la unidad de análisis es la especificación concreta del elemento que se pretende investigar.

Por tanto, la unidad de análisis fue una máquina del área de producción del Molino San Francisco S.A.C.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Cisneros et al. (2022) las técnicas son todas las actividades que planifica aplicar el investigador para obtener datos e información que ayuden a responder a la pregunta de investigación, todo ello a base de procedimientos ordenados. Por otra parte, Sánchez, Fernández y Díaz (2021) indicaron que las técnicas de recolección de datos hacen referencia a todos los procedimientos que tienen que ver con la recogida de datos en un campo que se quiere investigar y que van acorde a la aplicación del método científico

Entre las técnicas que se utilizaron en la presente investigación se tiene a:

La observación

Según Campos y Lule (2016) esta técnica se desarrolla cuando el investigador, a través de un análisis visual, recopila información que servirá para evaluarse posteriormente en un ámbito de interés.

En tal sentido, se utilizó la técnica de la observación para evaluar el funcionamiento de las máquinas, lo cual servirá para el llenado de los formatos de registro de las máquinas, para la elaboración de una lista de cotejo, para la elaboración del AMEF, un diagrama de Ishikawa, entre otros.

Análisis documental

Según Rubio (2018) esta técnica consiste en la revisión de documentación física o digital que está relacionada con las variables de estudio. Generalmente es utilizada para la obtención de información de datos históricos que servirán como punto de partida para la aplicación de algún estímulo.

De esta forma, el análisis documental se utilizó para consultar el historial de las fallas de las máquinas, para llenar los formatos de confiabilidad según los datos históricos que maneja la empresa y para llenar las fichas técnicas de las máquinas.

Instrumentos

Guía de observación

Mararé et al. (2017) indicó que este instrumento consiste en recopilar la información de un hecho o fenómenos desde el punto de vista del observador que necesariamente tiene que ser el investigador.

Tras esta definición, en la investigación se diseñaron los siguientes instrumentos: Lista de chequeo (anexo 9), formato de registro de máquinas (anexo 3), formato de registro de fallas (anexo 5) formato AMEF (anexo 4) y diagrama de Ishikawa (anexo 10).

Fichas de recolección

Paz (2017) señaló que este tipo de instrumentos son los formatos que se utilizan para rescatar información desde una fuente primaria para ser base de una investigación o dar comparativas a los hallazgos que se lleguen en un periodo determinado.

Dicho esto, se consideraron los instrumentos: formato para el registro de fallas de las máquinas (anexo 5), formatos de confiabilidad para pretest y postest (anexo 8) formato para el registro de fichas técnicas de las máquinas (anexo 3).

3.5. Procedimientos

La investigación partió con el diseño de la carta de presentación hacia la empresa donde se especificó el permiso correspondiente para ingresar a las instalaciones, tomar datos, entre otras actividades de investigación, la cual fue entregada posteriormente al dueño del Molino San Francisco S.A.C., quien gentilmente accedió a prestarnos el nombre de su empresa para la elaboración de este informe de tesis, así como la toma y manipulación de datos para fines totalmente académicos. El desarrollo del estudio estuvo conformado por 7 capítulos, el cual inició en la introducción que consistió tanto en el planteamiento de la problemática como en la formulación de objetivos e hipótesis, luego, se realizó el marco teórico

donde se recopiló toda la información necesaria con respecto de las variables plan de mantenimiento preventivo (variable independiente) y confiabilidad (variable dependiente) además de sus antecedentes. Con respecto del tercer capítulo se diseñó la metodología para utilizar en este informe donde se tomaron como puntos el tipo y diseño del estudio, el detalle de las variables, así como su operacionalización, la identificación de la población, las técnicas e instrumentos, entre otros puntos alineados con la rúbrica de la Universidad César Vallejo. Posteriormente se realizó el capítulo de resultados y estuvo desglosado según los tres objetivos de la investigación, los cuales fueron realizar un diagnóstico inicial antes de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023; razón por la cual, se aplicó un check list o lista de chequeo para conocer el estado de las máquinas de manera inicial, así como una encuesta a los trabajadores que operan dichas máquinas con el fin de conocer el estado de su trabajo frente a la funcionalidad de dichos artefactos y cómo contribuyen a su cuidado para posteriormente someter dichos datos al software SPSS v25 y diseñar las respectivas tablas y gráficos según se requirió alineando la información obtenida con el análisis descriptivo de la investigación, asimismo, se aplicó la técnica de análisis documental a través de unos formatos de recolección donde se registró todos los datos técnicos de las máquinas y la frecuencia de sus fallas con el fin de tener el inventario inicial y contribuir con el pretest. De igual manera, con el segundo objetivo específico que fue aplicar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023 se diseñó dicho plan siguiendo los parámetros establecidos por los lineamientos para el mantenimiento preventivo de la infraestructura tecnológica del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2015). Para la elaboración de este plan, se consideró la formulación de los objetivos que se mantendrán mediante la ejecución y evaluación, el alcance, el desarrollo del marco legal, los lineamientos generales y específicos, la forma de ejecución y supervisión del mantenimiento implementado, el conteo de la maquinaria así como la identificación de los aspectos técnicos de la tecnología, la planificación de actividades, plazos y recursos, la organización y roles, relación de contratos para el área de mantenimiento, los reportes y la evaluación continua. Por otra parte, el tercer objetivo específico que estuvo formulado como analizar los resultados obtenidos de la confiabilidad luego de la

aplicación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023, se realizó en dos etapas, primero se ejecutó un análisis del indicador de confiabilidad de las máquinas para identificar si hubo un impacto tras la aplicación del plan de mantenimiento preventivo (post test) y la segunda fue con el análisis inferencial, que, tras someter los datos obtenidos tal indicador (variable dependiente) al software SPSS v25 a través de la prueba de normalidad ya sea Kolmogórov-Smirnov o Shapiro-Wilk, se obtuvo la información necesaria para volverlos a someter a una prueba de hipótesis, t-Student, Wilcoxon, Chi cuadrado, etc., con el fin de contrastar la hipótesis que se formuló de la siguiente manera: el plan de mantenimiento preventivo tiene impacto positivo en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023. Finalmente, tras contener toda la información necesaria, se procedió a realizar la discusión de resultados comparando nuestros hallazgos con los de los antecedentes y encontrar similitudes o vacíos, además, se redactaron las conclusiones y recomendaciones para dar por finalizada la actual investigación.

3.6. Método de análisis de datos

Se llevó a cabo el análisis e interpretación de los resultados de esta investigación, se emplearon dos (2) tipos de análisis de datos: análisis descriptivo y análisis inferencial.

En primera instancia, por medio del análisis descriptivo se buscó describir e interpretar cada uno de los resultados presentados en las tablas, figuras o gráficas de cada objetivo desarrollado de este trabajo.

Mientras que el análisis inferencial se propuso desarrollar la contrastación de la hipótesis de esta investigación por medio de una prueba estadística en el software SPSS, en el cual se realizó una prueba de normalidad y se halló que pertenece a una distribución normal según la estimación de la prueba de Shapiro-Wilk. Por ello se optó por aplicar la prueba paramétrica de T-Student, lo que permitió corroborar que el plan de mantenimiento tiene una influencia en la confiabilidad de la empresa en estudio.

3.7. Aspectos éticos

Ramos y Pérez (2019) logró definir a la ética como las costumbres y normativa aplicada a una investigación que resulta en que la práctica debe seguir a la teoría en su aplicación, donde el accionar del investigador se ve condicionado por la verdad y transparencia de los datos.

Para ello, se tomó en consideración el reglamento de propiedad intelectual de la Universidad César Vallejo aprobado a través de la RCU N° 0531-2021-UCV donde se establecen todos los parámetros necesarios para hacer respetar la propiedad intelectual de los autores tomados como referencia para la elaboración del informe de investigación. Se establecieron los siguientes lineamientos:

No Maleficencia: se basó en que este trabajo no tuvo como propósito perjudicar a la entidad en estudio bajo ninguna circunstancia, además de que la información recopilada tuvo únicamente fines de investigación.

Beneficencia: el procedimiento de recolección de datos y diagnóstico de esta investigación buscó beneficiar a la empresa, estableciendo e identificando las mejoras frente a la problemática.

Justicia: este trabajo aplicó el protocolo de investigación establecido y la norma internacional ISO 690-2 para citas y referencias.

Autonomía: el desarrollo de este trabajo fue original, de autoría propia.

Así mismo en este trabajo siguió los siguientes criterios de ética que serán los siguientes:

- Se citó cada referencia y viceversa.
- Se empleó la norma ISO 690-2 para citas y referencias.
- La información recopilada tuvo únicamente fines de investigación.
- Este trabajo fue original, libre de plagio.
- Se aplicó el protocolo de investigación brindada por la universidad.
- Los datos procesados fueron transparentes y veraces.

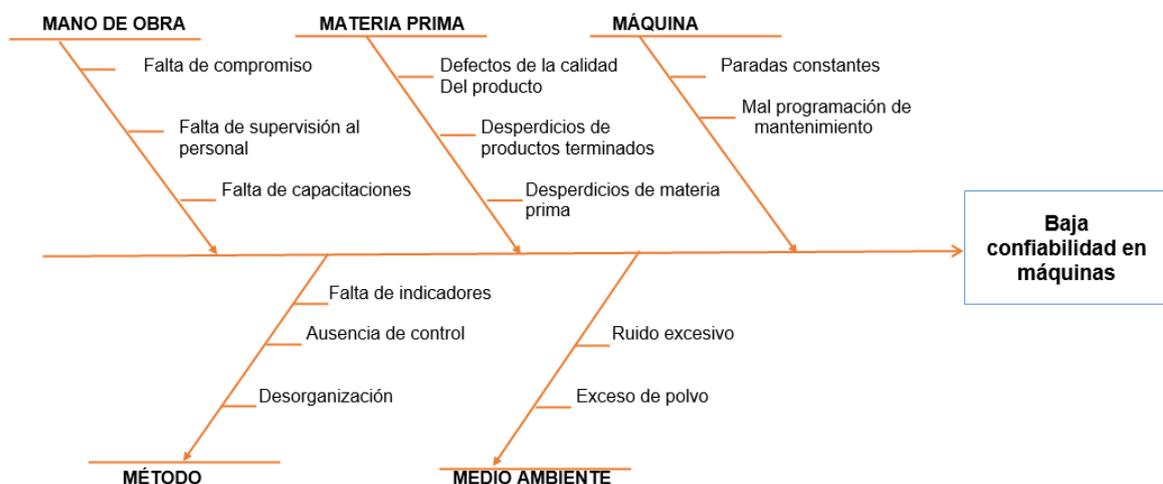
IV. RESULTADOS

Realizar un diagnóstico inicial de la empresa antes de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo.

Para dar inicio al desarrollo del objetivo específico 1, fue necesario el diseño de un diagrama de Ishikawa que permita identificar las causas más importantes que general el bajo nivel de confiabilidad en las máquinas. Por tanto, se consideró el método de las 5M (mano de obra, materiales, maquinaria, método y medio ambiente) para la elaboración del diagrama en mención.

A continuación, se presentan los resultados:

Figura 1. Diagrama de *Ishikawa*



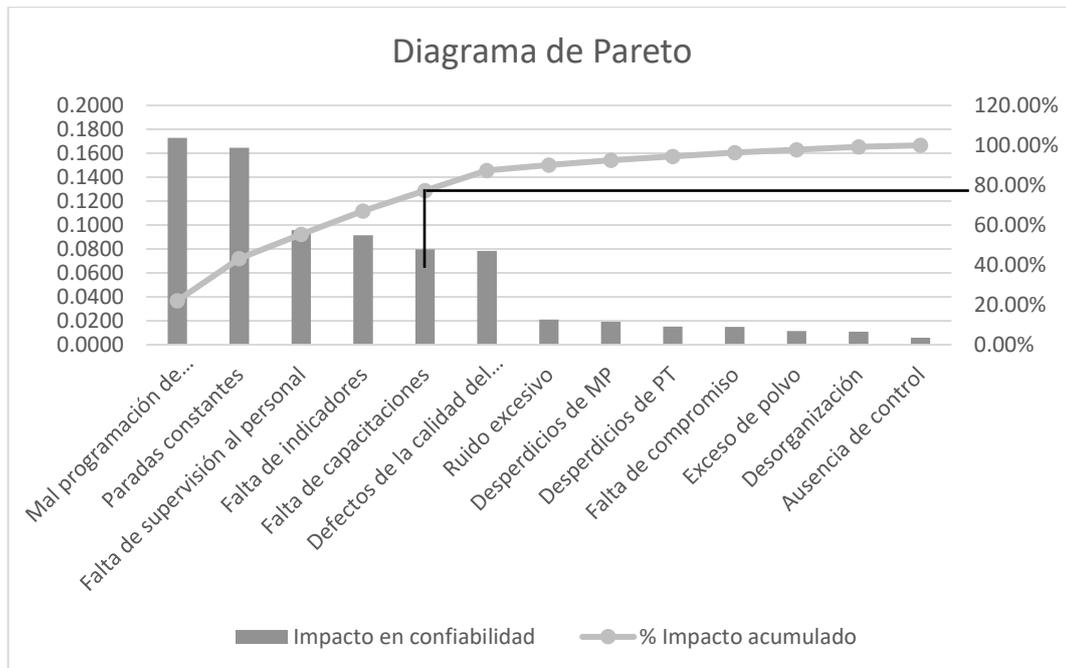
Fuente: reporte del área de mantenimiento de la empresa.

Como se puede observar en la figura anterior, existen múltiples causas que generan la baja confiabilidad en las máquinas, entre ellas se tiene la falta de compromiso por parte de la mano de obra, así como la evidente falta de supervisión al personal y la ausencia de capacitaciones para los mismos. De igual forma, se observó que existen defectos en la calidad de los productos, así como desperdicios que terminan por incrementar el índice de averías y en consecuencia, la disminución de la confiabilidad. Además, existen causas con respecto a las máquinas que son las paradas constantes y la deficiente programación de mantenimiento. Así también, la falta de indicadores, la ausencia de control del proceso y la desorganización influyen en el problema mencionado, finalmente, se evidencia que el ruido excesivo y el exceso de polvo repercuten en la baja confiabilidad de las máquinas.

Tras la identificación de todas estas causas que generan la baja confiabilidad de las máquinas, es necesario establecer cuáles se deben operar con mayor rapidez debido a su criticidad, por tanto, se diseñó un diagrama de Pareto para dicho fin.

A continuación, se presenta lo mencionado.

Figura 2. Diagrama de Pareto



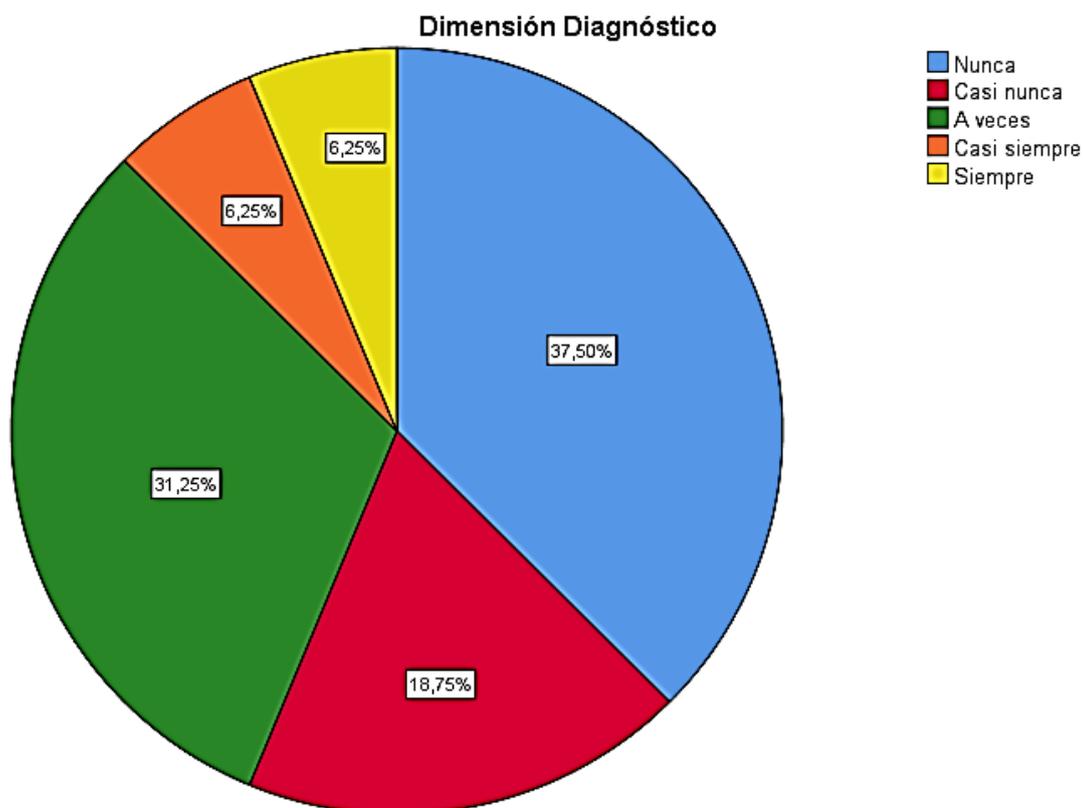
Fuente: causas del diagrama de Ishikawa.

Como se puede observar en la figura anterior, se realizó un diagrama de Pareto donde se identificó que la falta de capacitaciones con una participación del 73.35%, falta de indicadores con una participación de 67.14%, la falta de una supervisión para el personal con una participación del 55.43%, las paradas constantes con una participación del 43.18% y la mala programación de mantenimiento con una participación del 22.12% son las causas más críticas con respecto del problema de la baja confiabilidad de las máquinas.

Por otra parte, para seguir con el desarrollo del diagnóstico inicial fue necesario la aplicación de una lista de cotejos para determinar el cumplimiento inicial de las dimensiones de diagnóstico y control de la variable plan de mantenimiento preventivo.

A continuación, se presentan los resultados:

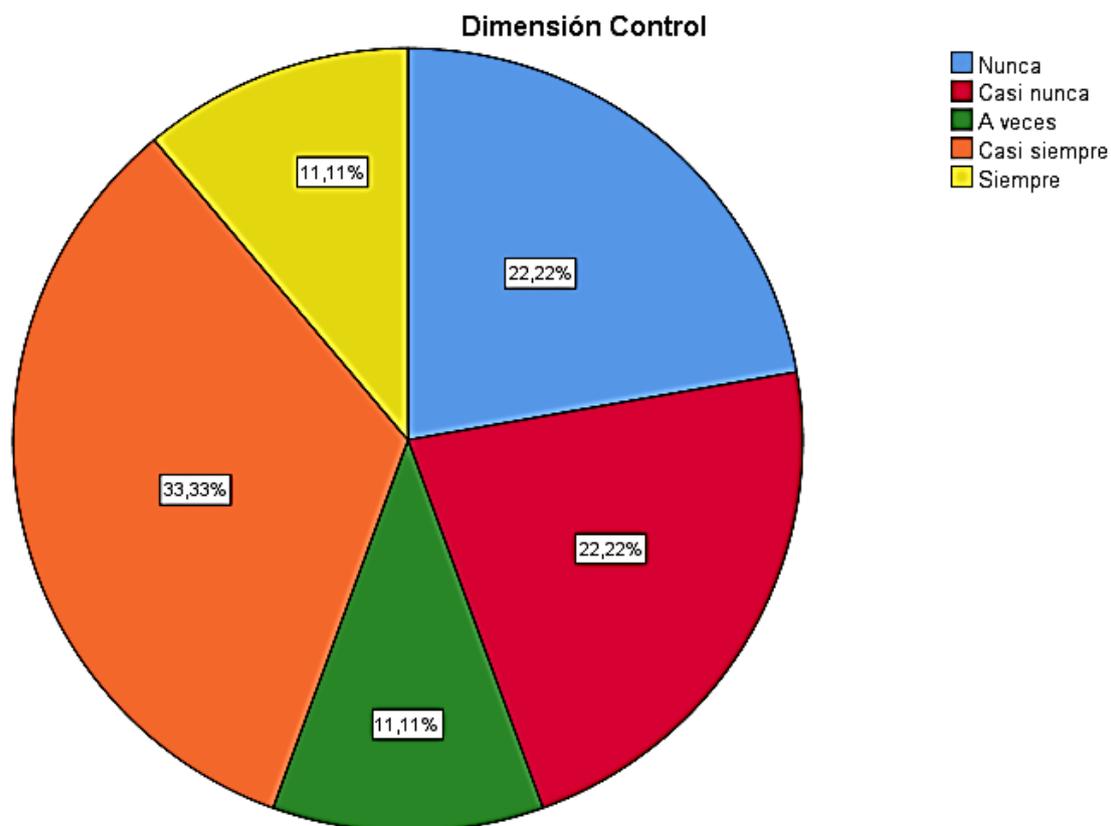
Figura 3. Resultados lista de cotejo: Diagnóstico



Fuente: base de datos de aplicación de la lista de cotejos.

Como se puede observar en la figura anterior, el diagnóstico indica que alrededor del 37,50% presentan un cumplimiento de Nunca con relación a la falta de inspección de fugas de líquido, aceite y refrigerante, temperaturas de los motores, temperaturas de las máquinas en general y la falta de verificación de sonidos extraños. Por otra parte, casi nunca (18,75%) se cumplen actividades tales como la limpieza y lavado de las máquinas, la identificación de agentes externos que puedan dañar las máquinas y la detección de mejoras para maximizar la vida útil de las máquinas. Además, se indica que a veces (31,25%) se cumplen actividades tales como la verificación de los aceites a nivel de motor, fajas y cadenas, así como los refrigerantes. Por otro lado, casi siempre (6,25%) se evidencian actividades como la inspección de la estabilidad de las máquinas y siempre (6,25%) el chequeo de las vibraciones.

Figura 4. Resultados lista de cotejo: Control



Fuente: base de datos de aplicación de la lista de cotejos.

En la figura anterior se puede observar que con respecto de la dimensión de control, existen actividades que nunca (22.22%) se practican en la empresa tales como la difusión de propuestas para la gestión de mantenimiento y el diseño de indicadores. Además, se evidencia que casi nunca (22.22%) se aplican actividades como la inversión de la empresa en materia de mantenimiento y la frecuencia del mantenimiento preventivo por encima del correctivo. Asimismo, a veces (11.11%) se logran ver actividades como la recuperación de tiempos por paro de mantenimiento. Por otro lado, casi siempre (33.3%) se ve que la empresa está dispuesta a establecer horarios para un mantenimiento preventivo, así como la asignación de recursos y la predisposición misma del área de mantenimiento para ejecutarlo. Finalmente, siempre (11.11%) indica que la empresa mantiene asignado un presupuesto específico para el área de mantenimiento y sus mejoras.

Asimismo, se realizó la identificación del total de máquinas que posee el área de producción de la empresa Molino San Francisco, para ello, se diseñó una tabla donde se especifican los datos:

Tabla 1. *Resumen de formato de registro de máquinas primera parte*

Registro de máquinas			
Nombre de máquina	Unidades	Marca	Observaciones
Elevador	8	FOB	Ninguna
Máquina de desechos	1	NOV	Ninguna
Mesa Rotex	1	Rotex	Ninguna
Ventilador de polvillo	1	Aeroplus	Ninguna
Conos	4	Susuki	Ninguna
Añejadora	3	CarhuaTech	Frecuencia alta de averías
Calibradora	1	LRG series	Ninguna
Compresor de aire	1	Atlas Copco	Ninguna
Tablero eléctrico	1	Schneider	Ninguna
Total	21	-	-

Fuente: formato de registro de máquinas.

Como se puede observar en la tabla anterior existen 21 máquinas en el primer registro aplicado según el instrumento de registro de máquinas, de las cuales sirven para múltiples usos y contienen distintas marcas según su categoría, por tanto, el plan de mantenimiento preventivo tendrá que estar guiado según la información mostrada.

Tabla 2. Resumen de formato de registro de máquinas segunda parte

Registro de máquinas			
Nombre de máquina	Unidades	Marca	Observaciones
Mesa Paddy	1	Zaccaria	Ninguna
Zaranda	1	Zaccaria	Ninguna
Descascaradora	1	Schule	Frecuencia alta de averías
Pulidora	1	AgriExpo	Ninguna
Clasificador	1	Zaccaria	Frecuencia alta de averías
Zaranda mezcladora	1	Kleemann	Ninguna
Tolvas	4	Auger	Ninguna
Tablero eléctrico	1	Schneider	Ninguna
Total	11	-	-

Fuente: formato de registro de máquinas.

Como se puede observar en la tabla anterior existen 11 máquinas en el segundo registro aplicado según el instrumento de registro de máquinas, de las cuales sirven para múltiples usos y contienen distintas marcas según su categoría, por tanto, el plan de mantenimiento preventivo tendrá que estar guiado según la información mostrada.

Por otro lado, se procedió a calcular los indicadores de MTBF, MTTR y confiabilidad, para ello, se diseñó una tabla para mostrar las cifras iniciales para el diagnóstico:

Tabla 3. Cálculo del MTBF pretest

Periodo	Horas Operación	Numero de fallas	MTBF
Semana 1 (mar)	51	16	3.19
Semana 2 (mar)	52	18	2.89
Semana 3 (mar)	51.5	19	2.71
Semana 4 (mar)	52.3	15	3.49
Semana 1 (abr)	51.75	13	3.98
Semana 2 (abr)	50	19	2.63

Fuente: instrumentos para MTBF

Tabla 4. Cálculo del MTTR pretest

Periodo	HR	NR	MTTR
Semana 1 (mar)	5	9	0.56
Semana 2 (mar)	4	9	0.44
Semana 3 (mar)	4.5	10	0.45
Semana 4 (mar)	3.7	6	0.62
Semana 1 (abr)	4.25	10	0.43
Semana 2 (abr)	6	15	0.40

Fuente: instrumentos para MTTR

Tabla 5. Cálculo de la confiabilidad pretest

Periodo	MTBF	MTTR	Confiabilidad
Semana 1 (mar)	3.19	0.56	0.7307
Semana 2 (mar)	2.89	0.44	0.7074
Semana 3 (mar)	2.71	0.45	0.6915
Semana 4 (mar)	3.49	0.62	0.7507
Semana 1 (abr)	3.98	0.43	0.7779
Semana 2 (abr)	2.63	0.40	0.6839
Promedio	3.15	0.48	0.7237

Fuente: base de datos MTBF y MTTR.

Aplicar un plan de mantenimiento preventivo.

El cumplimiento del segundo objetivo específico de la presente investigación estuvo particionado en dos secciones: el diseño del plan de mantenimiento preventivo y la implementación del mismo.

Sección 01: Diseño del plan de mantenimiento preventivo.

Con respecto del diseño del plan en mención, se procedió a preparar un documento escrito que contiene el planteamiento de los objetivos, el diseño de indicadores, la programación de actividades, el diseño de un AMEF, un plan de capacitaciones, plan de inspecciones (ver anexo 13)

Sección 02: Implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Indicador	Fórmula	Resultados
Tiempo medio entre fallas (MTBF)	<i>MTBF</i>	En objetivo 1
Tiempo medio de reparación (MTTR)	<i>MTTR</i>	En objetivo 1
		Utilización 7.2 de 8 horas = 90%
		Rendimiento 15159 sacos de los 21600 planificados = 70.18%
Eficiencia global de los equipos (OEE)	<i>OEE</i> <i>= Utilización x Rendimiento x Calidad</i>	Calidad 14098 sacos en buen estado de 15159 en total: 93% OEE = 58.74%
Porcentaje de mantenimiento planificado (PMP)	<i>PMP</i> <i>=</i> $\frac{\text{Tiempo planificado para mantenimiento}}{\text{Tiempo total para mantenimiento}}$	Tiempo planificado para mantenimiento: 30 horas Tiempo total para mantenimiento: 45 horas

PMP = 66.7%

Tasa de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo

TC

$$= \frac{\text{Actividades cumplidas de mantenimiento}}{\text{Total de actividades de mantenimiento}}$$

Actividades cumplidas de mantenimiento: 8
 Total de actividades de mantenimiento: 20
 TC = 40%

Tabla 6. *Diseño de indicadores*

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. *Programación y ejecución de actividades*

Actividades de mantenimiento para realizar	Mayo				Junio				Julio			
	Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Engrases	█				█							
Limpieza general de máquinas	█				█				█			
Revisión y fijación de pernos y rodillos	█				█				█			
Inspección general	█		█				█				█	
Cambio de aceite	█		█				█			█		
Revisión general de tableros y componentes de las máquinas	█				█				█			
Revisión y calibración de vibración	█		█			█		█		█		█
Revisión y calibración de ruido	█		█			█		█		█		█

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Primera codificación de máquinas

Estación	Posición de máquinas	Nivel	Máquina	Código
Recepción	1	01	Elevador	R101E
Recepción	2	01	Elevador	R201E
Recepción	3	01	Elevador	R301E
Recepción	4	01	Elevador	R401E
Recepción	5	01	Elevador	R501E
Recepción	6	01	Elevador	R601E
Recepción	7	01	Elevador	R701E
Recepción	8	02	Elevador	R802E

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Segunda codificación de máquinas

Estación	Posición de máquinas	Nivel	Máquina	Código
Limpieza	1	01	Máquina de desechos	L101MD
Selección	1	01	Mesa Rotex	S101MR
Selección	1	01	Ventilador de polvillo	S101VP
Blanqueamiento	1	01	Cono	B101C
Pulido	2	02	Cono	P202C
Pulido	3	02	Cono	P302C
Pulido	4	02	Cono	P402C
Proceso	1	01	Añejadora	P101A
Proceso	2	01	Añejadora	P201A
Proceso	3	01	Añejadora	P301A
Separación	1	01	Calibradora	S101C

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Tercera codificación de máquinas

Estación	Posición de máquinas	Nivel	Máquina	Código
Proceso	1	01	Compresor de aire	P101CA
Separación	1	01	Mesa Paddy	S101MP
Proceso	1	01	Descascaradora	P101D
Filtrado	1	02	Zaranda	F102Z
Proceso	1	01	Clasificador	P101C
Pulido	1	01	Pulidora	P101P
Filtrado	2	01	Zaranda mezcladora	F201ZM
Proceso	1	01	Tolva	P101T
Proceso	2	01	Tolva	P201T
Proceso	3	01	Tolva	P301T
Proceso	4	02	Tolva	P402T
Proceso	5	02	Tolva	P502T

Fuente: elaboración propia

Fichas técnicas de las máquinas

Las fichas técnicas de las 32 máquinas que intervienen en el proceso productivo del molino San Francisco se encuentran adjuntas en el anexo 15.

Análisis de Modos y Efectos de Fallas

Con relación al AMEF se diseñó una matriz especificada en el anexo 14 donde se detallan todas las fallas y efectos encontrados en las máquinas de la empresa San Francisco, y por medio de los diferentes controles se logró una disminución del NPR en las cantidades mostradas a continuación:

Tabla 11. Resumen AMEF

Valores	Nivel de riesgo	NPR ANTES	NPR DESPUES
Entre 500 y 1000	Riesgo alto de falla	0	0
Entre 125 y 499	Riesgo medio de falla	12	4
Entre 50 y 124	Riesgo bajo de falla	7	9
0 y 49	No existe riesgo de falla	1	7
		20	20

Fuente: Formato AMEF.

Como se puede observar en la tabla anterior, los riesgos de falla de nivel medio que se encontraron con puntuaciones de entre 125 y 499 se disminuyeron a riesgos de falla de nivel bajo con puntuaciones de entre 50 y 124 e incluso sin existencia de riesgo de falla con puntuaciones de entre 0 y 49.

Plan de capacitaciones

Se diseñó un plan de capacitaciones el cual se evidencia en el anexo 13 y a continuación se muestran evidencias de lo realizado:

Inspecciones mensuales

Tabla 12. Check list para la inspección del mes de junio

Check list para inspecciones		
Fecha	15/06/2023	
Inspección	Cumplimiento	
	Si	No
Identificación y conteo de componentes de las máquinas.	✓	
Actualización del formato de registro de las máquinas.		✓
Análisis de funcionamiento de las máquinas.		✓

Identificación de fallas en las máquinas.	✓	
Revisión de lubricaciones.	✓	
Revisión de engrases.	✓	
Verificar mandos de control.	✓	
Inspección de filtros.		✓
Inspección de ventilación.		✓
Inspección de vibración.	✓	
Inspección de ruido.		✓
Verificar presión en mangueras.	✓	
Verificar direccionales de máquinas.	✓	
Verificar estado de cables.	✓	
Verificar fugas de gases.		✓
Verificar señales de alerta.		✓
Verificar fugas de líquidos.		✓
Verificar fugas de aceites.		✓
Verificar temperatura de las máquinas.		✓
Total	9	10

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. *Primera evidencia de la inspección realizada*



Fuente: empresa San Francisco

Figura 6. *Segunda evidencia de la inspección realizada*



Fuente: empresa San Francisco

Analizar los resultados obtenidos de la confiabilidad después de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 13. *Cálculo de la confiabilidad post test*

Periodo	MTBF	MTTR	Confiabilidad
Semana 1 (may)	6.25	0.55	0.8521
Semana 2 (may)	4.81	0.39	0.8123
Semana 3 (may)	5.83	0.44	0.8425
Semana 4 (may)	6.54	0.46	0.8582
Semana 1 (jun)	7.66	0.40	0.8776
Semana 2 (jun)	5.80	0.95	0.8416
Promedio	6.15	0.53	0.8473

Fuente: elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, la confiabilidad promedio del post test fue de 0.8473 o 84.73% en comparación con el 0.7273 o 72.73% encontrado inicialmente.

Para determinar la variación en porcentajes de la confiabilidad e identificar en cuánto incrementó, se utilizó la siguiente fórmula:

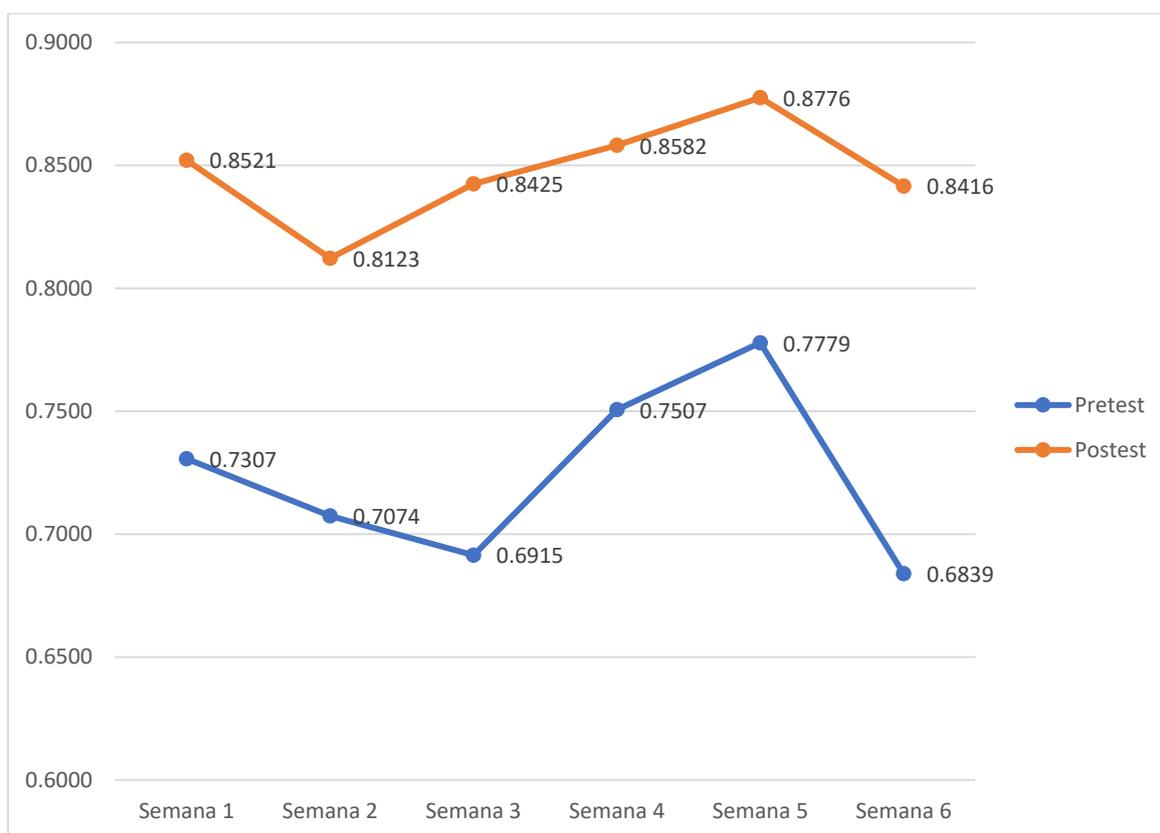
$$\text{Variación porcentual} = \frac{\text{Confiabilidad final} - \text{Confiabilidad inicial}}{\text{Confiabilidad inicial}} \times 100$$

$$\text{Variación porcentual} = \frac{0.8473 - 0.7273}{0.7273} \times 100$$

$$\text{Variación porcentual} = 16.49\% \cong 15.50\%$$

Comparativa de resultados de confiabilidad

Figura 7. Confiabilidad pretest vs post test



Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico anterior, la confiabilidad del pre test y post test tuvo diferentes comportamientos en los periodos de evaluación.

Análisis inferencial

Por otra parte, para obtener los valores necesarios para la redacción de las conclusiones de la investigación, es importante realizar un análisis inferencial a partir de pruebas de normalidad e hipótesis y por medio de datos cuantitativos llegar a establecer las conclusiones del estudio (Veiga, Otero y Torres, 2020).

Prueba de normalidad

Los datos obtenidos de la confiabilidad de las máquinas del pre test y post test de la investigación se sometieron al software SPSS para determinar su grado de normalidad.

Por tanto, se tomaron en cuenta los siguientes criterios de decisión:

Si el nivel de significancia (α) es igual o mayor que 0,05, entonces se afirma que los datos proceden de una distribución normal.

Si el nivel de significancia (α) es menor que 0,05, entonces se afirma que los datos no proceden de una distribución normal.

Por tanto, se presentan los siguientes resultados:

Tabla 14. Prueba de normalidad

	Prueba de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Confiabilidad del pre test	,173	6	,200*	,948	6	,724
Confiabilidad del post test	,228	6	,200*	,964	6	,848

Fuente: análisis inferencial SPSS

Como se observa en la tabla anterior, el nivel de significancia para la confiabilidad del pre test es 0,724 y para la confiabilidad del post test es 0,848, por lo tanto, al ser mayores que 0,05 se afirma que los datos proceden de una distribución normal según la estimación de la prueba de Shapiro-Wilk.

Prueba de hipótesis

Asimismo, tras haber determinado que los datos ingresados de la confiabilidad de las máquinas del pre test y post test proceden de una distribución normal, se seleccionó como prueba de hipótesis la prueba de muestras relacionadas o también llamada T-Student.

Para ello, se tomó en cuenta los siguientes criterios de decisión:

Si el nivel de significancia (α) es igual o mayor que 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula de la investigación.

Si el nivel de significancia (α) es menor 0,05, entonces se rechaza la hipótesis nula de la investigación.

Hipótesis de la investigación:

H0: el plan de mantenimiento preventivo no tiene una influencia significativa en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023.

H1: el plan de mantenimiento preventivo tiene una influencia significativa en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023.

Por lo tanto, se presentan los siguientes resultados:

Tabla 15. Prueba de hipótesis

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	T	gl	Sig. (bilateral)
Par	Confiabilidad del	-	,0248936	,0101628	-	-	-	5	,000
1	pre test -	,1237000			,1498242	,0975758	12,172		
	Confiabilidad del								
	post test								

Fuente: análisis inferencial SPSS

Como se puede observar en la tabla anterior, el nivel de significancia para la prueba de hipótesis seleccionada (T-Student) es 0,000 que resulta ser menor a 0,05 por lo tanto, se indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta lo siguiente: el plan de mantenimiento preventivo tiene una influencia significativa en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente, el mantenimiento preventivo permitió mejorar la confiabilidad en las máquinas en el área de producción de la empresa Molino San Francisco S.A.C; por ello, la importancia de lo obtenido se profundiza bajo el respaldo de los antecedentes presentados al inicio.

En cuanto al primer objetivo específico referente al diagnóstico inicial del mantenimiento de la empresa Molino San Francisco, se encontró las diversas causas de la baja confiabilidad en las máquinas que se suscitaban de manera continua en el área de producción del molino mediante los instrumentos lista de cotejo, diagrama Ishikawa y diagrama de Pareto, encontrándose así la falta de compromiso por parte de la mano de obra, la evidente falta de supervisión al personal y la ausencia de capacitaciones para los mismos. De igual forma, se observó que existen defectos en la calidad de los productos, así como desperdicios que terminan por incrementar el índice de averías y en consecuencia, la disminución de la confiabilidad. Además, existen causas con respecto a las máquinas que son las paradas constantes y la deficiente programación de mantenimiento. Así también, la falta de indicadores, la ausencia de control del proceso, la desorganización, la evidencia que el ruido excesivo y el exceso de polvo influyen en el problema mencionado. Asimismo, se emplearon instrumentos, como el formato de registro de máquinas, el que admitió conocer el estado inicial de las 32 máquinas y sus características; y los formatos de cálculo del MTBF, MTTR y de confiabilidad del pre test, los que permitieron hallar el valor inicial de estos indicadores siendo 3.14, 0.48, 0.72 según corresponda. Todo ello se comparó con la investigación de Quinteros (2021), debido a que menciona que el diagnóstico inicial de la empresa lo realizó con la ayuda de los instrumentos del check list, la observación directa y la encuesta, hallándose que existe la baja confiabilidad por falta de capacitaciones, una gran cantidad de averías, paradas con alta frecuencia falta de programación de mantenimiento a las máquinas, etc.; asimismo, identificó en la empresa 122 máquinas mediante el formato de registro de máquinas, que permitió saber sus características y fallas; y a su vez, se halló de manera inicial el MTTR teniendo un resultado de 7 horas/falla. De igual forma, se relacionó con el estudio de Puentes, Reyes y Rivas (2021) debido a que mencionan que el diagnóstico inicial de la empresa se realizó con la ayuda de una entrevista,

identificándose así las causas de la baja confiabilidad como la falla en los sistemas de los equipos, la falta de capacitación respecto al funcionamiento y mantenimiento del molino, la falta de mantenimiento y las fallas en el sistema hidráulico debido al desgaste de los rodillos y pistas; además, se presentó mediante los instrumentos de la hoja de vida y formato de registro de averías de los equipos sus características, fallas y dimensiones. Por otra parte, también se vincula con el estudio de Chiguano (2020) ya que en su primer objetivo diagnosticó la situación inicial de su empresa en estudio a través del instrumento del check list, lo que permitió identificar las causas de la problemática tales como la falta de limpieza interna y externa del equipo o máquina, la falta de programación del mantenimiento, la paradas innecesarias, la falta de capacitación continua, etc.; asimismo, se empleó el instrumento del formato de registro de máquinas, el que admitió reconocer la existencia de 265 máquinas en la empresa, con su respectiva descripción y dimensión; y por último, utilizó el instrumento del formato de cálculo de los indicadores del MTTR hallando un valor de 1.36 horas y el MTBF hallando un valor de 7971.32 horas. Asimismo, se enlazo con la investigación de Monsalve (2020) debido a que logró establecer las causas de la baja confiabilidad mediante el instrumento de la observación directa como la falta de capacitaciones, la falla de máquinas y equipos como el clasificador, la selectora y los lustradores, las paradas indebidas, falta de limpieza en equipos, etc.; también, se emplearon los instrumentos de los formatos de registro de fallas y de máquinas, con el objetivo de identificar las 20 máquinas existentes en el área de estudio y las fallas existentes de cada una de ellas, por último, se realizó el cálculo de los indicadores del MTTBF obteniendo 12.8 horas, el MTTR obteniendo 3.35 horas y la confiabilidad obteniendo inicialmente un valor de 92%, mediante el instrumento del formato de cálculo de indicadore.

De igual manera, se contrastó con el estudio de Laguna (2020) ya que a través del instrumento de la observación directa reconoció la problemática que sufre la empresa, como cuellos de botella, paradas por fallas de las máquinas, pérdida de producción, fallas por fenómenos como desgaste, corrosión y abrasión lo que ocasiona la reducción de la vida útil de las máquinas y equipos; asimismo, mediante el instrumento del formato de cálculo de indicadores, se halló el MTTR con un valor de 1.79 horas/falla, el MTBF con un valor de 82.58 horas y la confiabilidad

inicialmente un valor de 37.45%. Igualmente, se verificó con la investigación de Timoteo (2022) puesto que logró identificar la situación inicial de la empresa a través del instrumento del diagrama Ishikawa, el DAP y el DOP del pilado del arroz, reconociendo que las causas de la baja confiabilidad son la falta de limpieza, no cuentan con un programa de mantenimiento, falta de engrase y lubricación a las máquinas y equipos, paradas continuas, excesiva vibración en las máquinas, falta de capacitación, no cuenta con un registro de fallas, excesivo tiempo muerto, etc. Además, empleó los instrumentos del formato de registro de fallas y paradas obteniendo un total de 544.40 horas y del formato de registro de máquinas, obteniendo un total de 41 máquinas, con su respectivo diagrama Pareto de los tiempos por paradas; y por último halló el MTTR obteniendo un valor de 3.65 horas y la confiabilidad inicial de 27.6 horas, a través del instrumento del formato de cálculo de indicadores. También, los datos se comprobaron teóricamente con el estudio de Callirgos (2021) en vista de que realizó su diagnóstico inicial identificando las causas de la baja confiabilidad en la empresa con la ayuda de los instrumentos del diagrama Ishikawa, el DAP y el check list tales hallando la baja de presión en los equipos, vapor de trabajo inestable, fallas eléctricas, atascamiento de mecanismos, las válvulas de control descalibradas, no funcionan al 100% la capacidad de los equipos y máquinas, etc.; asimismo, utilizó los instrumentos del formato de registro de máquinas registrando 25 máquinas en el área en estudio, y el formato de cálculo de indicadores de la gestión de mantenimiento, logrando hallar para el indicador del MTBF un valor de 10.06 horas, para el MTTR un valor de 2.36 horas y para la confiabilidad inicial de 75%. Por último, se comparó con la investigación de García (2018) a causa de que el autor diagnosticó la problemática en la empresa empleando los instrumentos del DOP, el diagrama de recorrido y una lista de cotejo, permitiendo así identificar que las causas son la falta de capacitaciones, rotura de fajas de algunas máquina o equipos, acumulación de suciedad, fallas eléctricas, máquinas delimitadas debido a que muchas de ella no se encuentran en funcionamiento por fallas, etc.; de igual forma, empleó utilizó los instrumentos de formato de registro de máquina reconociendo 110 máquinas en el área de estudio, el formato de horas de mantenimiento que brinda el tiempo exacto que se debe ejecutar dicha actividad, y por último, el formato de cálculo de los

indicadores que permitió hallar el MTBF teniendo un valor de 49.99 minutos y la confiabilidad inicial teniendo un valor del 42%.

Referente al siguiente objetivo específico, en relación con la aplicación del mantenimiento en la empresa Molino San Francisco, se ejecutó en dos fases, de diseño e implementación del mantenimiento, donde se logró identificar la eficiencia global de los equipos (OEE) en un 58.74%, el porcentaje de mantenimiento planificado (PMP) en un 66.7% y la tasa de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo en un 40%; asimismo, se programó la ejecución de actividades permitiendo así llevar un orden de las mejoras a realizar; además, se codificaron las máquinas, con el objetivo de asignar el mantenimiento necesario en el tiempo adecuado. Por otra parte, se realizó un análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) en el área de producción, con la finalidad de reconocer las fallas de las máquinas y plasmarlas en el instrumento del formato de registro de fallas; también, se incorporó un plan de capacitaciones a los trabajadores, para mejorar sus labores cotidianas y no detener el proceso productivo con su falta de conocimiento; y por último se implementó inspecciones mensuales en el área de producción de la empresa, que se ejecutarán mediante el instrumento del check list, permitiendo que todo se ejecute eficientemente. Ante ello, se relaciona con la investigación de Chiguano (2020) ya que de igual forma aplicó un plan de acción para el mantenimiento planificado, implementado capacitaciones para los trabajadores del área en estudio, con la finalidad que tengan conocimiento de la funcionalidad de todas las máquina y equipos; asimismo, se implementó las inspecciones en determinados tiempos o periodos, con el objetivo de que todas las actividades se estén realizando eficientemente sin ninguna parada. Además, se diseñó el indicador de la OEE con un favor de 82.65%. Por otra parte, se comparó con el estudio de Monsalve (2020) ya que aplicó el AMEF en el área de estudio reconociendo así 161 fallas con un tiempo de 459.08 horas, asimismo, empleo los instrumentos de los formatos de orden de trabajo de mantenimiento y el reporte de mantenimiento, con la finalidad de conocer que tan urgente necesita el mantenimiento una máquina y que día se realizará, y a su vez se ejecutó un plan y cronograma de actividades de mantenimiento para las maquinas del molino y se implementó un plan de capacitaciones, mediante el instrumento de un modelo formativo de capacitaciones; y finalmente, se analizó la criticidad de los equipos encontrándolo con un alto nivel.

De igual manera, toda la información se vincula con la investigación de Laguna (2020) debido a que antes de realizar el mantenimiento ejecutó un análisis de criticidad mediante una matriz obteniendo un nivel total de 90; asimismo, se codificaron los equipos con el objetivo de saber cuáles necesitan mejora; también, se utilizó el instrumento del formato de fallas funciones y técnica y el diagrama de árbol de fallas, para identificar que máquinas presentan fallas y cuáles son sus posibles soluciones, e implementó tareas de mantenimiento para el sistema de molienda en estudio. Asimismo, se enlaza con el estudio de Timoteo (2022) puesto que realizó un análisis de criticidad de los equipos y máquinas, un árbol de fallas para los equipos críticos, la codificación de las máquinas para identificar las necesidades de ella, e implementó el plan de mantenimiento y su respectivo cronograma con la finalidad de llevar a cabo todo de manera ordenada y en un determinado tiempo. Además, mediante el instrumento de las fichas técnicas de los equipos y máquinas se presentó su modelo, la capacidad, la energía, las dimensiones y su propia descripción.

De igual forma, se contrastó con la investigación de Callirgos (2021) debido a que en la parte de aplicación del plan de mantenimiento primero realizó una evaluación de la criticidad de los equipos reconociendo que se consideró en nivel importante el 70% de las máquinas y en nivel prescindible el 35% y elaboró un inventario de los equipos que se encuentran en el área de producción; asimismo, programó las actividades y recursos para el mantenimiento a través de un cronograma de implementación de mejoras con la finalidad que se ejecuten de forma ordenada; y finalmente a través del instrumento del formato de registro de acciones de mejora se evidenció las mejoras que se ejecutarán en el área establecida. Por último, se verificó con el estudio de García (2018) donde aplico el plan de mantenimiento en la empresa, empezando por implementar un análisis de criticidad obteniendo un resultado de 3515 horas, un programa de capacitaciones logrando obtener 4 capacitaciones al mes, con la finalidad que el trabajador capte a información necesaria referente a las actividades de la empresa, y halló el indicador de la OEE teniendo un valor de 0.65 el cual fue mejorado a 0.79; y por último mediante el instrumento del formato de máquinas que requieren mantenimiento, se identificó cuáles son los equipos que requieren mantenimiento de manera mensual, quincenal, semanal y con frecuencia.

En relación con el último objetivo específico, de analizar los resultados de la confiabilidad después de la aplicación del mantenimiento, se estableció mediante el instrumento del formato de cálculo de confiabilidad del post test un nuevo resultado de 0.85; es así que presentó una variación porcentual de 16.49% respecto a la confiabilidad inicial y final, reconociendo así que la aplicación de un correcto plan de mantenimiento mejora el indicador considerablemente. Por ello, de acuerdo a los datos presentados, se comparó con la investigación de Monsalve (2020) ya que de igual forma comparó sus resultados finales referente a la confiabilidad, obteniendo una variación de 6.5%, debido a que inicialmente este indicador tenía un valor de 92% y con la aplicación del mantenimiento en el área de estudio mejoró a 98%, en otras palabras, el mantenimiento beneficia positivamente en la confiabilidad de las máquinas de la empresa molinera. Además, se relacionó con el estudio de Laguna (2020) debido a que realizó en su objetivo una contrastación de los resultados de la confiabilidad, obteniendo inicialmente un valor de este indicador de 37.45% y finalmente un valor de 51.62%, representando una variación de 27.5%, con ello se deduce que todo lo implementado referente al mantenimiento en la empresa mejoró el indicador de la confiabilidad en la empresa. De igual manera, se vincula esta información con la investigación de Timoteo (2022) a causa de que llevó a cabo la relación de la confiabilidad final con la que se encontró inicialmente de 27.6 horas, ya que después de aplicar el plan de mantenimiento incrementó este indicado en 21.1 horas, es decir su nuevo valor fue 48.2 horas, por lo tanto se deduce que el plan de mantenimiento repercute en la mejora de la disponibilidad en la empresa.

Asimismo, se enlazó con el estudio de Callirgos (2021) debido a que mediante el instrumento del formato de proyección estimada de los indicadores de gestión de mantenimiento se logró comparar la confiabilidad inicial de 75%, con la final de 86.60%, obteniéndose así una variación de 11.6%, con ello se deduce que con una buen aplicación de mantenimiento en las máquinas, se mejora evidentemente el indicador de confiabilidad. Finalmente, se contrastó con la investigación de García (2018) donde en su objetivo específico final realizó una comparación entre la confiabilidad inicial y final obteniendo como valor 42% y 62% según corresponda, lo que permite identificar que existió una variación del 20%, ante ello se infiere que

la aplicación de un correcto y adecuado mantenimiento en el área de estudio permite mejorar el indicador de confiabilidad en las máquinas y equipos.

Por último, respecto al objetivo general referente a determinar la influencia del mantenimiento en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco, se alcanzó con la prueba de normalidad el nivel de significancia para la confiabilidad del pre test de 0,724 y para la confiabilidad del post test de 0,848, por lo tanto, al ser mayores que 0,05 se afirma que los datos proceden de una distribución normal según la estimación de la prueba de Shapiro-Wilk. Asimismo, se aplicó la prueba de hipótesis T-Student, dando como nivel de significancia 0,000 que resulta ser menor a 0,05, por lo tanto, se indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta lo siguiente: el plan de mantenimiento preventivo tiene una influencia significativa en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023.

VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al diagnóstico inicial de la empresa Molino San Francisco, se logró identificar con la ayuda de los instrumentos del diagrama Ishikawa, diagrama Pareto y lista de cotejo que las principales causas que originan la baja confiabilidad en las máquinas son la falta de compromiso por parte de la mano de obra, la ausencia de capacitaciones, los defectos en la calidad de los productos, las paradas constantes, la deficiente programación de mantenimiento, etc.; asimismo, a través de los instrumentos del formato de registro de máquinas se reconoció la existencia de 32 máquinas con sus respectivas características y con el formato de cálculo de indicadores se halló el valor inicial de la confiabilidad de 0.72 y el MTBF Y MTTR con un valor de 3.14 y 0.48 respectivamente. Ante ello todos los datos obtenidos se contrastan con las investigaciones de Timoteo (2022), Callirgos (2021), García (2018) y Chiguano (2020) debido que para diagnosticar la situación inicial de sus empresas emplearon los mismos instrumentos tanto para las causas del problema como para sus indicadores.
2. Respecto a la aplicación del mantenimiento preventivo en la empresa se empezó por hallar los indicadores de eficiencia global de los equipos (OEE) obteniendo un valor de 58.74%, el porcentaje de mantenimiento planificado (PMP) en un 66.7% y la tasa de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo en un 40%; se programó la ejecución de actividades, se codificaron las máquinas, se incorporó un plan de capacitaciones a los trabajadores, se realizó un análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) en el área de producción para plasmar sus resultados en el instrumento del formato de registro de fallas, y por último se implementó inspecciones mensuales en el área de producción de la empresa mediante el instrumento del check list, permitiendo que todo se ejecute eficientemente. Por ello, se corroboró toda la información con los estudios de García (2018) Monsalve (2020) y Chiguano (2020) ya que utilizaron las mismas técnicas y métodos de implementación para un correcto y adecuado mantenimiento.
3. En relación con la comparación de la confiabilidad después de la aplicación del mantenimiento en la empresa se logró determinar a través del instrumento del formato de cálculo de confiabilidad del post test un nuevo

resultado de 0.85; representando una variación porcentual de 16.49% respecto a la confiabilidad inicial y final, tal es así que la aplicación de un correcto plan de mantenimiento preventivo mejora este indicador considerablemente. Por tal razón se comparó con las investigaciones de Monsalve (2020), Laguna (2020), Timoteo (2022), Callirgos (2021) y García (2018) debido a que realizaron la misma comparación en su objetivo final respecto a su indicador de confiabilidad en las máquinas, obteniendo una variación porcentual significativa y beneficiosa para sus empresas investigadas.

4. Finalmente, se halló a través de la prueba de normalidad el nivel de significancia de la confiabilidad del pre test en 0,724 y para la confiabilidad del post test en 0,848, por lo tanto, proceden de una distribución normal según la prueba de Shapiro-Wilk. Asimismo, se aplicó la prueba de hipótesis T-Student, dando como nivel de significancia 0,000, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el plan de mantenimiento preventivo tiene una influencia significativa en la confiabilidad de la empresa Molino San Francisco S.A.C., 2023.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa Molino San Francisco seguir cumpliendo con todo lo implementado referente al mantenimiento preventivo en el área de producción, con la finalidad que se siga manteniendo o aumente la confiabilidad de los equipos y máquinas respecto a su funcionamiento.
- Se sugiere al personal del área de producción que trabajen en equipo para implementar nuevas mejoras, con el objetivo de que la organización se beneficie económicamente respecto a la vida útil de los equipos ya que no se tendrá que cambiar las máquinas por identificación por fallas.
- Se recomienda diseñar y aplicar una serie de indicadores, que permita a la empresa dar un seguimiento continuo, ordenado y planificado de todas las actividades relacionadas a la implementación del mantenimiento preventivo ejecutado.
- Se sugiere a la compañía destinar un presupuesto más alto del existente para la ejecución de mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos, puesto que para realizar esta actividad demanda excesivo tiempo, ya que los recursos son un poco tediosos para encontrarlos debido a sus precios totalmente elevados en el mercado.
- Se recomienda a la empresa revisar constantemente el listado de las 32 máquinas del área de producción, con el objetivo de llevar a cabo un correcto inventario de los equipos, donde se plasme la descripción detallada de las fallas presentadas y su posible mejora técnica.
- Se sugiere a la organización invertir económicamente en la implementación de capacitaciones tercerizadas para todo el personal del molino, para determinar así sus habilidades y capacidades que puede obtener el operario en la etapa de mantenimiento del área de producción.

REFERENCIAS

- ALAVEDRA, C., GASTELU, Y., MÉNDEZ, G., MINAYA, C., PINEDA, B., PRIETO, K., RÍOS, K. y MORENO, C., 2016. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial* [en línea], vol. 1, no. 34, pp. 11–26. DOI <https://doi.org/10.26439/ing.ind2016.n034.529>. Disponible en: https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/529.
- BORROTO, Y. y CASTELLANO, R., 2018. Selección del tipo de mantenimiento a aplicar en la UEB SERVISA de Trinidad. *Universidad Central Marta Abreu de las Villas* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 94. Disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/10235/SalinaMartínez%2CMarioSergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- CAJAS, W. y DEL ÁGUILA, Á., 2019. *Implementación de un Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Agroindustria Santa María SAC* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50526>.
- CALLIRGOS, M., 2021. *Sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los equipos del área de elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A* [en línea]. S.I.: Universidad Señor de Sipán. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8534>.
- CAMPOS, G. y LULE, N., 2016. La observación como técnica funcional. *Estudio del Trabajo* [en línea], vol. 2, no. 12, pp. 99–105. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>.
- CASTELLÓN, Lady, 2018. Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de helado de la fábrica Belén de la ciudad de Estelí, realizado en el II semestre de 2017. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 1–13. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/8948/1/18878.pdf>.
- CHIGUANO, W., 2020. *Desarrollo de un plan de mantenimiento en el subproceso de molienda en la industria Harinera S. A* [en línea]. S.I.: Universidad Técnica Ambato. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31428>.

CISNEROS, A., GUEVARA, A., URDÁNIGO, J. y GARCÉS, J., 2022. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. *Dominio de las Ciencias* [en línea], vol. 8, no. 1, pp. 1–12. Disponible en:

<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2546>.

CLEMENTE, M. y MARTINEZ, J., 2020. *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa Grupo Señor de Pomallucay S.R.L., Huaraz* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57945>.

COSSIOS, S. y ARÉVALO, J., 2018. Gestión del mantenimiento para incrementar la confiabilidad en los equipos de la casa de fuerza de un hospital. *INGnosis* [en línea], vol. 4, no. 2, pp. 159–169. DOI

<https://doi.org/10.18050/ingnosis.v4i2.2072>. Disponible en:

<https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/1584>.

DÍAZ, A., VILLAR, L., CABRERA, J., GIL, A., MATA, R. y RODRÍGUEZ, A., 2016. Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. *Ingeniería Mecánica* [en línea], vol. 19, no. 3, pp. 137–142. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/im/v19n3/im03316.pdf>.

ESTEBAN, N., 2018. Tipos de Investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 1–15. Disponible en:

<http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>.

FEAL, N., GONZÁLEZ, E. y SANTOS, R., 2022. Procedimiento para la evaluación y mejora de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad en la industria química Cubana. *Centro Azúcar* [en línea], vol. 49, no. 1, pp. 41–50.

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612022000100041.

FERNÁNDEZ, J., 2019. Data Analysis for the Preventive Maintenance of Machinery. *Studies in Engineering and Technology* [en línea], vol. 7, no. 1,

pp. 9. DOI 10.11114/set.v7i1.2814. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/336586648_Data_Analysis_for_the_Preventive_Maintenance_of_Machinery.

GALLEGOS, C., VISCAINO, M. y VILLACRÉS, S., 2020. Estudio de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad aplicado a grupos electrógenos prime. *Conciencia Digital* [en línea], vol. 3, no. 3, pp. 44–61. DOI <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1266>. Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1266>.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M., 2014. *Metodología de la Investigación* [en línea]. Sexta Edic. México D.F.: McGrawHill. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

JULCA, P. y OLAYA, A., 2021. *Mejoramiento e implementación de plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad y reducir los gastos de mantenimiento en el área de acabados de la empresa Iberoplast* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66529>.

LAGUNA, R., 2020. *Propuesta de implementación de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad, para mejorar la disponibilidad de equipos y maquinaria críticos, en línea de molienda de la Empresa Minera Antamina – Ancash* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3512/1/TL_MonsalveRamosCristhianJesus.pdf.

LAKS, P. y VERHAGEN, W., 2018. Identification of optimal preventive maintenance decisions for composite components. *Science Direct* [en línea], vol. 29, no. 1, pp. 202–2012. DOI <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.02.018>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235214651830022X>.

LOO, C., 2021. Efecto de las nuevas tecnologías en el Perú. *TecnoHumanismo* [en línea], vol. 1, no. 2, pp. 62–73. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8178979>.

- LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica* [en línea], vol. 3, no. 1, pp. 47–50. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749#:~:text=La investigaci3n aplicada busca la,la teor3a y el producto.>
- MARARÉ, M., GIL, J., CHIVA, O. y MOLINER, L., 2017. Validaci3n de una ficha de observaci3n para el an3lisis de habilidades socio-emocionales en Educaci3n F3sica. *Retos: nuevas tendencias en educaci3n f3sica, deporte y recreaci3n* [en línea], vol. 1, no. 31, pp. 8–13. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5841334.>
- MEDINA, R., 2022. Tipos de mantenimiento en las unidades de medici3n de producci3n de pozos petroleros. *Revista de Investigaci3n en Ciencias de la Administraci3n ENFOQUES* [en línea], vol. 6, no. 21, pp. 37–49. Disponible en: [https://www.redalyc.org/journal/6219/621972217002/html/.](https://www.redalyc.org/journal/6219/621972217002/html/)
- MEF, 2015. *Lineamientos para el mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura tecnolog3a del ministerio de econom3a y finanzas* [en línea]. 2015. Lima: Ministerio de Econom3a y Finanzas. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/acerc_mins/doc_gestion/RD052_2015EF4301.pdf.
- MONSALVE, C., 2020. *Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo en el Molino El Chamesino S. A. C. para incrementar su productividad* [en línea]. S.I.: Universidad Cat3lica Santo Toribio de Mogrovejo. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3512/1/TL_MonsalveRamosCristhianJesus.pdf.
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. T3cnicas de Muestreo sobre una Poblaci3n a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 227–232. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037.> Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037.
- PAZ, J., 2017. T3cnicas e instrumentos para la recolecci3n de datos. *Ingeniera*, vol. 2, no. 13, pp. 20–26.

- PÉREZ, F., 2021. *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial* [en línea]. Primera. Colombia: s.n. ISBN 978-958-8477-92-3. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- PERMATA, A., PRAMUDITYA, R., KURNIAWATI, A., TEGUH, M. y ANDRAWINA, L., 2018. e-Learning Content Design for Corrective Maintenance of Toshiba BMC 80.5 based on Knowledge Conversion using SECI Method: A Case Study in Aerospace Company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 8. DOI 10.1088/1757-899X/319/1/012001.
- PILLADO, M., CASTILLO, V. y DE LA RIVA, J., 2022. Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* [en línea], vol. 12, no. 24, pp. 1–17. DOI <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1218>. Disponible en: <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1218>.
- PUENTES, M., REYES, D. y RIVAS, E., 2021. *Diagnóstico de un plan de mantenimiento preventivo para un Molino MRV 200 en la Compañía Colombiana de Cerámica S.A.S. CORONA* [en línea]. S.l.: Universidad ECCI. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1286>.
- QUINTEROS, V., 2021. *Evaluación del estado actual y propuesta de mejora del mantenimiento en el área de molinos en un ingenio azucarero* [en línea]. S.l.: Universidad de el Salvador. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/23490/1/EVALUACIÓNDLEESTADOACTUALYPROPUESTADEMEJORADELMAINTENIMIENTOENELÁREADEMOLINOSENUNINGENIOAZUCARERO.pdf>.
- ROSENTHAL, R., 2020. Análisis de planes de mantenimiento preventivo y su impacto en la confiabilidad de los equipos electrónicos en el periodo 2008-2019: una revisión de la literatura científica. *Universidad Privada del Norte* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 32. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25714?show=full>.
- RUBIO, M., 2018. El análisis documental. Indización y resumen en bases de datos

- especializadas. *CINDOC-CSIC* [en línea], pp. 50. Disponible en: <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/3691>.
- SÁNCHEZ, M., FERNÁNDEZ, M. y DIAZ, J., 2021. Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *UISRAEL Revista Científica* [en línea], pp. 14. Disponible en: <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/400>.
- SCHENKELBERG, F., 2018. The Basics of Planned and Deferred Maintenance. *Accendo Reliability Illuminated Reliability Engineering Knowledge* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 1. DOI 2165-8633. Disponible en: <https://accendoreliability.com/basics-planned-deferred-maintenance/>.
- TIMOTEO, D., 2022. *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa molinera para reducir pérdidas* [en línea]. S.l.: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4970/1/TL_TimoteoLlueDav id.pdf.
- URIBE, S., 2020. Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil. *Ingeniería Industrial* [en línea], vol. 1, no. 38, pp. 15–31. DOI <https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n038.4812>. Disponible en: https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/4763.
- VEIGA, N., OTERO, L. y TORRES, J., 2020. Reflections on the use of inferential statistics in data analysis during a didactic research. *InterCambios, Dilemas y transiciones de la Educación Superior*, vol. 7, no. 2, pp. 4.
- VENTURA, J., 2017. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública* [en línea], vol. 43, no. 4, pp. 298–301. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014#:~:text=Sin embargo%2C una muestra es,características que se pretenden estudiar.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: plan de mantenimiento preventivo	Medina (2022) este tipo de mantenimiento está diseñado para evitar tiempos muertos o daños anticipados de la maquinaria y/o equipos, ya que reduce la posibilidad que de un equipo falle o se degrade su rendimiento	La variable plan de mantenimiento preventivo se operacionaliza en diagnóstico y control (Medina, 2022).	Diagnóstico	$\% \text{Críticidad} = F * O$ <p>Donde: <i>F</i>: Frecuencia <i>O</i>: Ocurrencia</p>	Razón
			Control	$CAM = \frac{AME}{AMP}$ <p>Donde: <i>CAM</i>: Cumplimiento de actividades de mantenimiento <i>AME</i>: Actividades de M. Ejecutadas <i>AMP</i>: Actividades de M. Programadas</p> <hr/> $CHM = \frac{HMPE}{HMPP}$ <p>Donde: <i>CHM</i>: Cumplimiento de horas de mantenimiento <i>HMPE</i>: Horas de MP ejecutadas <i>HMPP</i>: Horas de MP planificadas</p>	Razón

				$CCM = \frac{PME}{PMP}$ <p>Donde: CCM: Cumplimiento del costo de mantenimiento. PME: Presupuesto de M. ejecutado PMP: Presupuesto de M. planificado</p>	
Variable dependiente: confiabilidad	Clemente y Martinez (2020) definen confiabilidad como la probabilidad de un correcto funcionamiento y desempeño de un equipo o máquina, y se realiza manteniendo un programa continuo de mantenimiento preventivo de una manera totalmente estricta.	La variable confiabilidad se operacionaliza en MTBF (tiempo medio entre fallas), MTTR (tiempo medio entre reparación) y la confiabilidad de las máquinas (Julca y Olaya, 2021)	MTBF	$MTBF = \frac{TTD - TP}{NF}$ <p>Donde: TTD: tiempo total disponible TP: Tiempo perdido NF: Número de fallas</p>	Razón
			MTTR	$MTTR = \frac{TR}{NF}$ <p>Donde: TR: tiempo de reparación NF: Número de fallas</p>	Razón
			Confiabilidad de máquinas	$Confiabilidad = \left(e^{-\left(\frac{t}{MTBF}\right)} \right)$	

Anexo 2. Matriz de técnicas e instrumentos de investigación

Fases de estudio	Fuentes de información	Técnicas	Instrumentos	Análisis de datos	Resultados esperados
Realizar un diagnóstico inicial antes de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa.	<p>Área de producción de la empresa</p> <p>Área de mantenimiento de la empresa.</p> <p>Área de producción de la empresa</p> <p>Área de producción de la empresa</p> <p>Área de mantenimiento de la empresa.</p>	<p>Observación de campo.</p> <p>Análisis documental.</p> <p>Observación de campo.</p> <p>Observación de campo.</p> <p>Análisis documental.</p>	<p>de</p> <p>Lista de cotejo.</p> <p>Formato de registro y formato de funcionamiento de maquinaria.</p> <p>AMEF.</p> <p>de</p> <p>Ishikawa.</p> <p>Formato de historial de confiabilidad.</p>	<p>Extracción de información.</p>	<p>Determinar el diagnóstico inicial de la empresa Molino San Francisco antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo.</p>
Aplicar un plan de mantenimiento	Área de producción y mantenimiento de la empresa.	Observación de campo.	de Lista de cotejo.	Aplicación de las mejoras.	Aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la

preventivo en la empresa. empresa Molino San Francisco.

Analizar los resultados obtenidos de la confiabilidad luego de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa. Área de producción de la empresa Observación de campo. Plan de mantenimiento preventivo Evaluación de las mejoras. Formato de reporte de confiabilidad. Área de mantenimiento de la empresa. Análisis documental. empresa San Francisco.

Anexo 3. Formato de registro de máquinas

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01
Descripción de la máquina:				
Modelo:		Fecha de adquisición		
Marca:				
Serie:				
Código inventario:				
Especificaciones técnicas:				
Características de uso				
Función				
Mantenimiento				
Control/consideraciones para la operatividad				

Anexo 4. Formato AMEF

AMEF – Molino San Francisco

Nombre del Proceso:	
Encargado:	

Preparado por:		Página:	
Fecha de aplicación		Rev.	

Código de máquina	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.	Acciones Implementadas	SEV	OCU	DET	NPR
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0
								0							0

Anexo 6. Formato de MTBF

	Formato de MTBF (Tiempo medio entre fallas)			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Periodo	Motivo de la falla	Horas de operación (HO)	Número de fallas (NF)	MTBF (HO/NF)
Semana 1 (abril)				
Semana 2 (abril)				
Semana 3 (abril)				
Semana 4 (abril)				
Semana 1 (mayo)				
Semana 2 (mayo)				
Semana 3 (mayo)				
Semana 4 (mayo)				
Semana 1 (junio)				
Semana 2 (junio)				
Semana 3 (junio)				
Semana 4 (junio)				
Semana 1 (julio)				
Semana 2 (julio)				
Semana 3 (julio)				
Semana 4 (julio)				
Total				
Promedio				

Anexo 7. Formato de MTTR

	Formato de MTTR (Tiempo medio entre reparación)			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Periodo	Motivo de la falla	Horas de reparación (HR)	Número de fallas (NF)	MTTR (NR/NF)
Semana 1 (abril)				
Semana 2 (abril)				
Semana 3 (abril)				
Semana 4 (abril)				
Semana 1 (mayo)				
Semana 2 (mayo)				
Semana 3 (mayo)				
Semana 4 (mayo)				
Semana 1 (junio)				
Semana 2 (junio)				
Semana 3 (junio)				
Semana 4 (junio)				
Semana 1 (julio)				
Semana 2 (julio)				
Semana 3 (julio)				
Semana 4 (julio)				
Total		0	0	
Promedio				

Anexo 8. Formato de confiabilidad de máquinas

	Formato de confiabilidad de las máquinas		Plan de Mantenimiento Preventivo
			Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Fecha:	Versión: 01

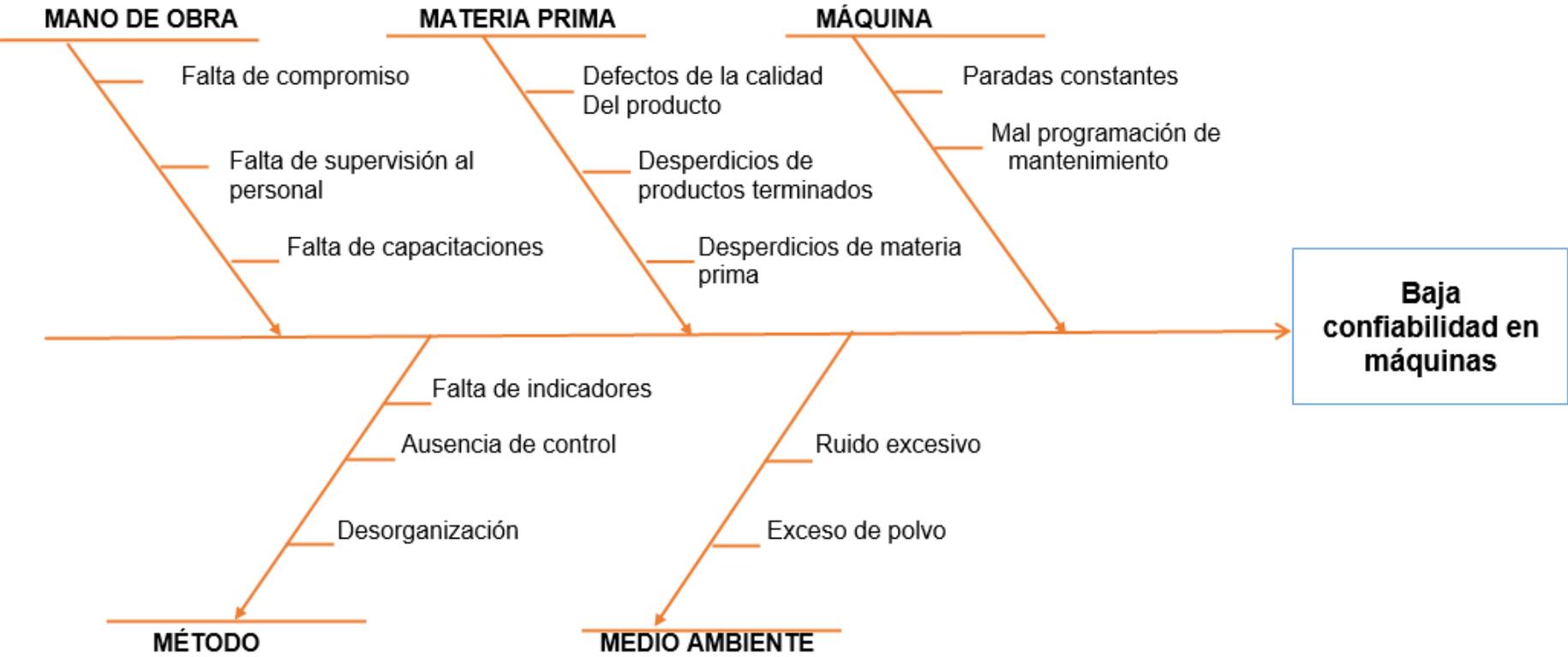
Periodo	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD	OBSERVACIONES
Semana 1 (abril)				
Semana 2 (abril)				
Semana 3 (abril)				
Semana 4 (abril)				
Semana 1 (mayo)				
Semana 2 (mayo)				
Semana 3 (mayo)				
Semana 4 (mayo)				
Semana 1 (junio)				
Semana 2 (junio)				
Semana 3 (junio)				
Semana 4 (junio)				
Semana 1 (julio)				
Semana 2 (julio)				
Semana 3 (julio)				
Semana 4 (julio)				
Total				
Promedio				

Anexo 9. Lista de chequeo

Diagnóstico	0	1	2	3	4
Se realiza limpieza y lavado de las unidades con frecuencia		X			
Se verifica el nivel de aceite en motor periódicamente			X		
Se verifica el nivel de líquido refrigerante (de ser necesario) periódicamente			X		
Se verifica el aceite en las cadenas periódicamente			X		
Se verifica el aceite en las fajas de la maquinaria (quincenalmente)			X		
Se verifica el aceite en las fajas de transporte (quincenalmente)			X		
Se inspecciona fugas de líquido (antes y después de la jornada)	X				
Se inspecciona fugas de aceite (antes y después de la jornada)	X				
Se inspecciona fugas de refrigerante (antes y después de la jornada)	X				
Se inspecciona el nivel de vibraciones mensualmente					X
Se inspecciona la estabilidad de la máquina mensualmente				X	
Se inspecciona la temperatura de los motores (antes y después de la jornada)	X				
Se inspecciona la temperatura de las máquinas en general (antes y después de la jornada)	X				
Se verifican sonidos extraños	X				
Se identifican agentes externos que podrían dañar las máquinas		X			
Se detectan y aplican mejoras para maximizar la vida útil de las máquinas		X			
Subtotal diagnóstico	6	3	5	1	1
Puntaje diagnóstico	16				
Control					
Se difunden propuestas para gestionar el mantenimiento en la empresa	X				
El mantenimiento preventivo es más frecuente que otro tipo de mantenimiento		X			
La empresa invierte en mejoras de mantenimiento		X			
La empresa tiene asignado un presupuesto para mantenimiento					X

La empresa está dispuesta a establecer horarios para revisiones preventivas				X	
La empresa asigna los recursos necesarios para mantenimiento				X	
El área de mantenimiento precisa predisposición				X	
Existen indicadores para el área de mantenimiento y se actualizan	X				
Se recuperan los tiempos de paro por mantenimiento en la empresa			X		
Subtotal control	2	2	1	3	1
Puntaje control	9				

Anexo 10. Diagrama de Ishikawa



Anexo 11. Confiabilidad de la lista de chequeo

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,790	,818	24

Estadísticas de elemento

	Media	Desv. Desviación	N
P2	1,33	,577	3
P3	1,67	,577	3
P4	2,33	,577	3
P5	2,33	,577	3
P6	2,33	,577	3
P7	1,67	1,528	3
P8	1,00	1,000	3
P9	1,00	1,000	3
P10	2,33	1,528	3
P11	2,00	1,000	3
P12	1,00	1,000	3
P13	1,67	1,528	3
P14	1,67	1,528	3
P15	2,00	1,000	3
P16	1,00	1,000	3
P17	1,67	1,528	3
P18	2,00	1,000	3
P19	2,00	1,000	3
P20	2,67	1,155	3
P21	2,67	,577	3
P22	2,67	,577	3
P23	3,33	,577	3
P24	1,67	1,528	3
P25	2,00	1,000	3

Estadísticas de elemento de resumen

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	1,917	1,000	3,333	2,333	3,333	,370	24
Varianzas de elemento	1,125	,333	2,333	2,000	7,000	,607	24

Estadísticas de escala

Media	Varianza	Desv. Desviación	N de elementos
46,00	111,000	10,536	24

Anexo 12. Certificados de validez



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	VARIABLES7DIMEN SIONE7INDICADORES	Pertinenci a ¹		Relevanci a ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	X		X		X		
	DIMENSION 1: DIAGNOSTICO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	F: Frecuencia	X		X		X		
2	O: Ocurrencia	X		X		X		
	DIMENSION 2: CONTROL	Si	No	Si	No	Si	No	
1	CAM: Cumplimiento de actividades de mantenimiento	X		X		X		
2	AME: Actividades de M. ejecutadas	X		X		X		
3	AMP: Actividades de M. programadas	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	
	CONFIABILIDAD	X		X		X		
	DIMENSION 1: MTBF	Si	No	Si	No	Si	No	
1	TTD: Tiempo total disponible	X		X		X		
2	TP: Tiempo perdido	X		X		X		
3	NF: Número de fallas	X		X		X		
	DIMENSION 2: MTTR	Si	No	Si	No	Si	No	
1	TR: Tiempo de reparación	X		X		X		
2	NF: Número de fallas	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: GARCIA JUAREZ HUGO DANIEL DNI: 41947380

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

23 de Abril del 2023

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Hugo Daniel Garcia Juárez
 INGENIERO INDUSTRIAL



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	VARIABLES7DIMEN SIONE7INDICADORES	Pertinenci a ¹		Relevanci a ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	X		X		X		
	DIMENSION 1: DIAGNOSTICO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	F: Frecuencia	X		X		X		
2	O: Ocurrencia	X		X		X		
	DIMENSION 2: CONTROL	Si	No	Si	No	Si	No	
1	CAM: Cumplimiento de actividades de mantenimiento	X		X		X		
2	AME: Actividades de M. ejecutadas	X		X		X		
3	AMP: Actividades de M. programadas	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	
	CONFIABILIDAD	X		X		X		
	DIMENSION 1: MTBF	Si	No	Si	No	Si	No	
1	TTD: Tiempo total disponible	X		X		X		
2	TP: Tiempo perdido	X		X		X		
3	NF: Número de fallas	X		X		X		
	DIMENSION 2: MTTR	Si	No	Si	No	Si	No	
1	TR: Tiempo de reparación	X		X		X		
2	NF: Número de fallas	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: VIGO GIL FLAMINIO RUBEN DNI: 09555047

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

05 de Mayo del 2023

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinenci		Relevanci		Claridad ³		Sugerencias
		a ¹		a ²				
	VARIABLE INDEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	X		X		X		
	DIMENSION 1: DIAGNOSTICO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	F: Frecuencia	X		X		X		
2	O: Ocurrencia	X		X		X		
	DIMENSION 2: CONTROL	Si	No	Si	No	Si	No	
1	CAM: Cumplimiento de actividades de mantenimiento	X		X		X		
2	AME: Actividades de M. ejecutadas	X		X		X		
3	AMP: Actividades de M. programadas	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	
	CONFIABILIDAD	X		X		X		
	DIMENSION 1: MTBF	Si	No	Si	No	Si	No	
1	TTD: Tiempo total disponible	X		X		X		
2	TP: Tiempo perdido	X		X		X		
3	NF: Número de fallas	X		X		X		
	DIMENSION 2: MTTR	Si	No	Si	No	Si	No	
1	TR: Tiempo de reparación	X		X		X		
2	NF: Número de fallas	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

 Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **MENDOZA OCAÑA CARLOS** DNI: 17806063

 Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

23 de Abril del 2023

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar el componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



 Carlos Mendoza Ocaña
 ING. INDUSTRIAL
 N. 000, 01802

Firma del Experto Informante.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



EMPRESA MOLINERA SAN FRANCISCO

Diseñado por	Revisado por	Aprobado por
Yahaira Ninatanta Vásquez Yanelia	Willy Vigo	Rubén Vigo Gil
Tesistas	Jefe de producción / mantenimiento	Gerente general

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN
2. ALCANCE
3. OBJETIVOS
4. RESPONSABLES
5. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO
6. ACTIVIDADES A DESARROLLAR
 - 6.1. Diseño de indicadores
 - 6.2. Programación de actividades
 - 6.3. Codificación de máquinas
 - 6.4. Fichas técnicas de las máquinas
 - 6.5. Análisis de Modos y Efectos de Fallas
 - 6.6. Plan de capacitaciones
 - 6.7. Inspecciones mensuales
 - 6.8. Plan de auditorías internas
7. CONCLUSIONES

1. PRESENTACIÓN

La empresa Molino San Francisco presenta una evidente deficiencia con respecto del diseño y puesta en marcha de un plan de mantenimiento preventivo. Se diagnosticó que existe una baja productividad en la empresa molinera que es provocada por las constantes paradas que se observan producto de las fallas que se suscitan y el mantenimiento correctivo que se aplica. Por ello, el presente diseño de un plan de mantenimiento preventivo buscará la disminución de este tipo de paradas por las fallas que se puedan presentar logrando una mejora significativa en los indicadores de MTBF y MTTR.

2. ALCANCE

El alcance de este diseño de plan de mantenimiento preventivo está determinado por el aseguramiento de la vida útil de las máquinas del molino San Francisco a través de las distintas actividades preventivas que se buscan establecer y de esta manera lograr una cultura de cambio y mejora continua en la empresa en cuestión.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Molino San Francisco.

Objetivos específicos

- Establecer todos los parámetros necesarios para el diseño del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Molino San Francisco.
- Establecer responsables para la aplicación del diseño del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Molino San Francisco.

4. RESPONSABLES

- **Para el diseño**

Ninatanta Medina, Yahaira Jamileth (tesistas).

Vásquez Tejada, Yanelia (tesistas).

- **Para la aprobación**

Vigo Gil Rubén (Gerente general).

Vigo Narro, Willy (jefe de producción / mantenimiento).

- **Para la ejecución**

Ninatanta Medina, Yahaira Jamileth (tesistas).

Vásquez Tejada, Yanelia (tesistas).

Vigo Narro, Willy (jefe de producción / mantenimiento).

Mendoza, Edwin (encargado de mantenimiento).

- **Para la evaluación**

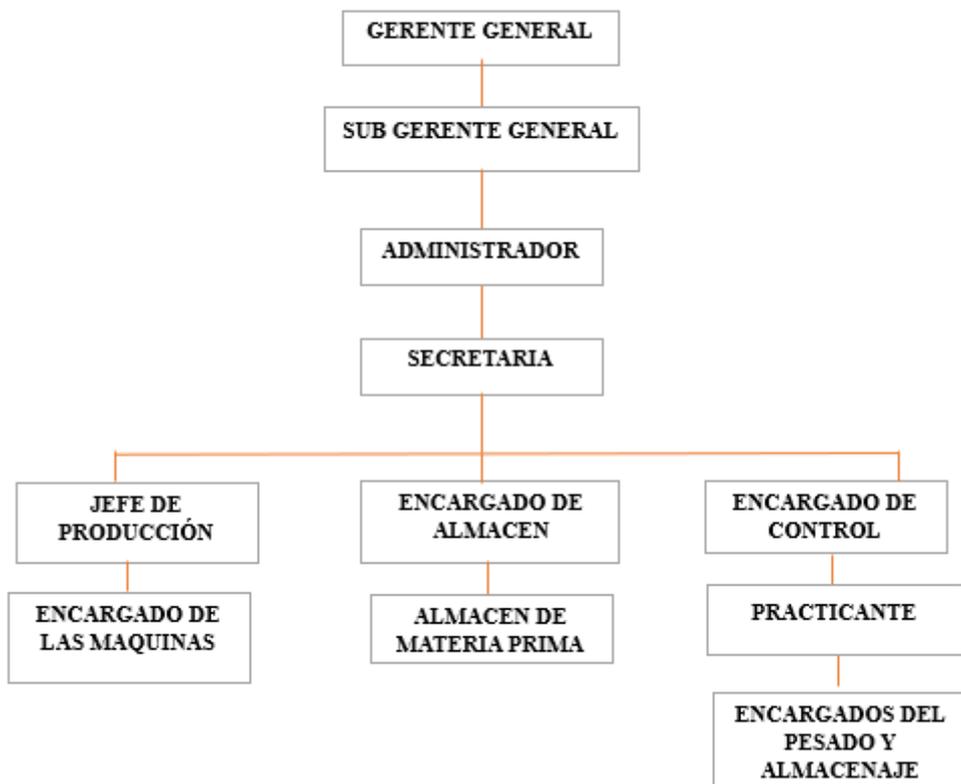
Vigo Narro, Willy (jefe de producción / mantenimiento).

Mendoza, Edwin (encargado de mantenimiento).

Operarios.

Estructura organizacional

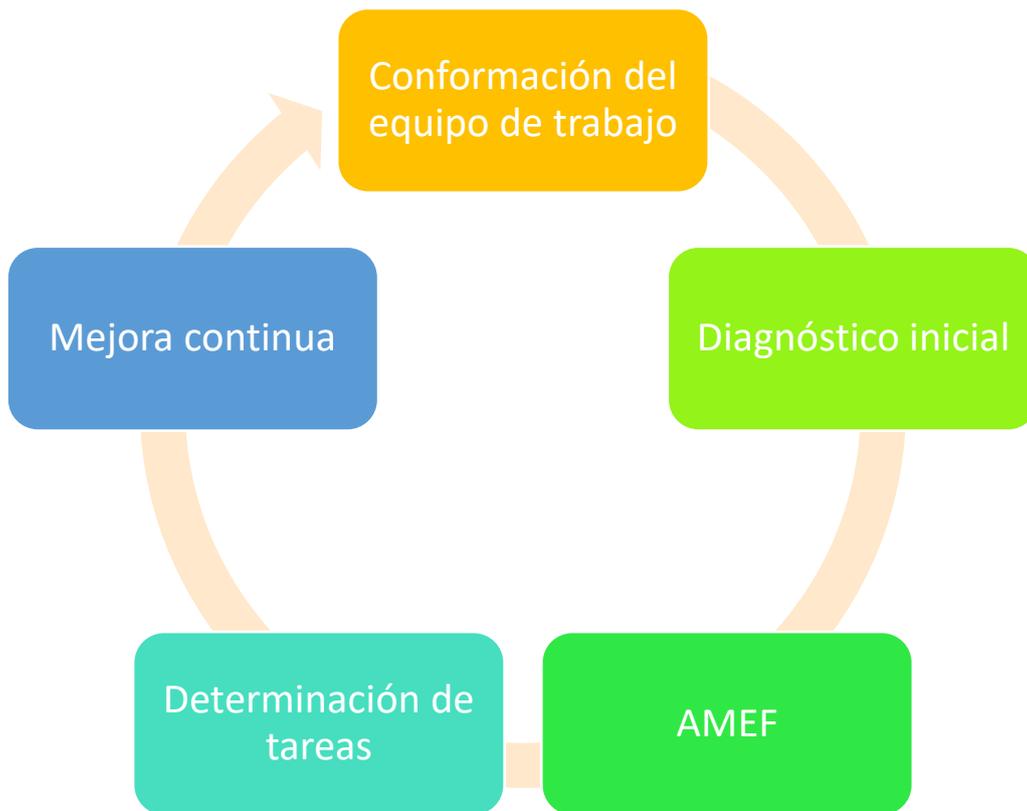
Organigrama del molino "San Francisco S.A.C."



5. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

La estrategia utilizada para el adecuado mantenimiento está enfocada en la ideología del RCM (Reliability Centered Maintenance) o por su traducción en español: mantenimiento centrado en la confiabilidad. Dicho mantenimiento se orienta al aseguramiento de la confiabilidad de las máquinas teniendo en cuenta 5 pilares fundamentales de dicha metodología

Pilares del RCM



6. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

6.1. Diseño de indicadores

Indicador	Descripción	Fórmula
Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Indicador que mide la tasa de fallos de manera aleatoria, se puede pedir en horas, días, semanas o meses)	$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$
Tiempo medio de reparación (MTTR)	Es un indicador que mide el tiempo promedio	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$

	que se tarda el equipo de mantenimiento en resolver una avería.	
Eficiencia global de los equipos (OEE)	Es un indicador que mide la el rendimiento de una empresa con respecto de lo que ha producido sin ningún fallo identificado.	$OEE = Utilización \times Rendimiento \times Calidad$
Porcentaje de mantenimiento planificado (PMP)	Es un indicador que detalla el tiempo que se dedica a la programación de actividades de mantenimiento.	$PMP = \frac{Tiempo\ planificado\ para\ mantenimiento}{Tiempo\ total\ para\ mantenimiento}$
Tasa de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo	Analiza el rendimiento y cumplimiento que se tiene del plan de mantenimiento preventivo desde su ejecución.	$TC = \frac{Actividades\ cumplidas\ de\ mantenimiento}{Total\ de\ actividades\ de\ mantenimiento}$

6.2. Análisis de Modos y Efectos de Fallas

Área	Falla	Efecto	S	O	Causa	Control	D	NPR	Acción realizada	Responsables	Nuevos resultados			
											S	O	D	NPR
Producción	Falla por energía	Se atasca la producción del día hasta reposición.	8	7	Nula preparación y prevención para cortes de energía programados.	Implementación de plan de contingencia ante cortes de energía programados.	4	224	Se comentó al personal de producción que realice un plan de contingencia ante cortes de energía programados.	Producción / mantenimiento	7	5	4	140
Producción	Falla por falta de fajas	Retraso en la producción diaria.	8	4	Ausencia de fajas para conexión de máquinas.	Propuesta para adquisición de fajas.	2	64	Se propuso a gerencia la adquisición de fajas transportadoras para conectar las máquinas del proceso.	Gerencia.	7	2	2	28
Producción	Falla por soldaduras	Las tapas de las máquinas tienden a caerse dejando expuesto el interior donde se evidencia el cableado.	4	4	Máquinas sin mantenimiento preventivo.	Implementación de plan de mantenimiento preventivo.	2	32	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesisas	2	2	2	8
Producción	Falla por aceite	Se desgastan los engranajes y se dañan por la fricción.	7	5	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	7	245	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesisas	5	2	7	70
		Incremento en la temperatura de la operación de la máquina.	8	6	Falta de plan de mantenimiento preventivo.	Implementación de plan de mantenimiento preventivo.	5	240			7	3	4	84

Producción	Falla generalizada	Disminución de la vida útil de las máquinas	6	7	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	5	210	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	6	3	4	72
Producción	Falla en la selectora por inyectores	Descalibración en el nivel de abastecimiento del combustible.	2	6	Falta de conocimientos en inyectores.	Implementación de plan de capacitaciones	5	60	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	2	4	4	32
Producción	Falla por falta de lámparas	Se malogra el sistema eléctrico de la máquina.	9	5	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	4	180	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	9	2	4	72
Producción	Falla por falta de rodillos	Paradas de amplia duración en el proceso productivo.	9	7	Presupuesto ajustado para mantenimiento correctivo.	Revisión de los rodillos en el plan de mantenimiento.	4	252	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesis	9	5	4	180
Producción	Falla de conducto por cambio de filtro	Atascamiento de los filtros de las máquinas y parada.	9	5	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	3	135	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	9	5	3	135
Producción	Succión de aire del ventilador de polvillo	Atascamiento del ventilador. Se llena de impurezas y disminuye su ritmo de funcionamiento.	5	8	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	2	80	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	4	5	2	40
Producción	Conos por fallas de piedras	Se ensucian las entradas de los conos y se retrasa el ingreso de los granos.	5	3	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	5	75	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	4	5	3	60
Producción	Fallas de cribas (mallas)	Aumento en la vibración del sistema de operación.	7	3	Presupuesto ajustado para	Revisión de las mallas en el	4	84	Se implementó un plan de	Producción / mantenimiento / tesis	7	2	4	56

					mantenimiento correctivo.	plan de mantenimiento.			mantenimiento preventivo.					
Producción	Falta de rodajes	Paradas de amplia duración en el proceso productivo.	7	4	Presupuesto ajustado para mantenimiento correctivo.	Revisión de los rodajes en el plan de mantenimiento.	4	112	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesisas	7	2	4	56
Producción	Fallo por filtros de agua	Incremento de la temperatura interna y externa de la máquina.	8	3	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	7	168	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesisas	7	2	5	70
Producción	Fallas constantes por cables	Aumento del riesgo eléctrico para el funcionamiento de la máquina así como los trabajadores expuestos.	10	5	Nunca se revisó el sistema eléctrico.	No existe	4	200	No se pudo realizar ninguna acción de control.	No se pudo realizar ninguna acción de control.	10	5	4	200
Producción	Falla de contactores	Aumento del riesgo eléctrico para el funcionamiento de la máquina así como los trabajadores expuestos.	9	4	Nunca se revisó el sistema eléctrico.	No existe	6	216	No se pudo realizar ninguna acción de control.	No se pudo realizar ninguna acción de control.	9	4	6	216
Empaque / post producción	Fallas por rodamientos	Paradas de amplia duración en el proceso productivo.	8	4	Presupuesto ajustado para mantenimiento correctivo.	Revisión de los rodamientos en el plan de mantenimiento.	4	128	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesisas	7	2	4	56
Empaque / post producción	Falla por el producto entrante contaminante (paja)	Ingreso de impurezas al producto terminado y al funcionamiento de las máquinas.	6	3	No existe plan de limpieza.	Charla y concientización con el área de mantenimiento (limpieza)	4	72	Se aplicaron dos charlas de concientización sobre limpieza constante.	Tesisas	5	2	3	30

Empaque / post producción	Falla por mallas desgastadas	Acceso descontrolado de impurezas así como aumento de probabilidad de paradas por limpieza.	5	4	No existe plan de limpieza.	Charla y concientización con el área de mantenimiento (limpieza)	5	100	Se aplicaron dos charlas de concientización sobre limpieza constante.	Tesistas	3	2	5	30
Empaque / post producción	Falla por falta de pernos	Aumento de la vibración y ruido de las máquinas en funcionamiento.	4	7	Falta de plan de mantenimiento preventivo.	Implementación de plan de mantenimiento preventivo.	5	140	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesistas	2	4	5	40

Tablas para la elaboración del AMEF

Severidad		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido (proceso)
10	Critico Peligroso: Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	Critico Peligroso: Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	Muy Alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado y una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	Ninguno	Ningún efecto.

Ocurrencia (Probabilidad de que pase)				
ASQ (American Society for Quality)				
Clasificación	Ocurrencia	Descripción	Frecuencia	Cpk (índice de capacidad real)
10	Muy Alta	La falla del proceso es casi inevitable	1 en 2	0.33
9			1 en 3	0.51
8	Alta	Procesos similares han presentado fallas	1 en 8	0.67
7			1 en 20	
6	Moderada	Muy pocas fallas ocasionales asociadas a procesos similares	1 en 80	0.83
5			1 en 400	1.00
4			1 en 2,000	1.17
3	Baja	Pocas fallas asociadas con procesos similares	1 en 15,000	1.33
2			1 en 150,000	1.5
1	Remota	Falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos casi idénticos	< 1 en 1,500,000	> 1.67

Detección			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	no hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

$$NPR = Severidad (S) * Ocurrencia (O) * Detección (D)$$

Valores	Nivel de riesgo
Entre 500 y 1000	Riesgo alto de falla
Entre 125 y 499	Riesgo medio de falla
Entre 50 y 124	Riesgo bajo de falla
0 y 49	No existe riesgo de falla

6.3. Programación de actividades

Las actividades programadas están en función de las fallas frecuentes de las máquinas y de las soluciones recomendadas por los manuales de las mismas según periodos de semanas y meses, por tanto, se establece el siguiente cronograma:

Actividades de mantenimiento para realizar	Mayo				Junio				Julio			
	Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Engrases												
Limpieza general de máquinas												
Revisión y fijación de pernos y rodillos												
Inspección general												
Cambio de aceite												
Revisión general de tableros y componentes de las máquinas												
Revisión y calibración de vibración												
Revisión y calibración de ruido												

6.4. Codificación de máquinas

La codificación de las máquinas es un factor clave para mantener un orden adecuado en el área de mantenimiento, por tanto, para llevar a cabo dicha actividad se tomaron en consideración los siguientes aspectos: inicial o iniciales de la estación o área que pertenece la máquina, la cantidad según prioridad de llegada, el nivel de piso (si hubiera) y la inicial de la máquina.

Ejemplo:

R101B = R (recepción de materia prima) + 1 (primera balanza) + 01 (primer piso) + B (balanza)

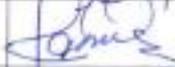
6.5. Fichas técnicas de las máquinas

	Formato de registro de máquinas				Plan de Mantenimiento Preventivo
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01	
Descripción de la máquina:					
Modelo:		Fecha de compra			
Marca:					
Serie:					
Código inventario:					
Especificaciones técnicas:					
Características de uso					
Función					
Mantenimiento					
Control/consideraciones para la operatividad					

6.6. Plan de capacitaciones

Tema de la capacitación	Fecha programada	Responsable de la capacitación	Duración de la capacitación
Plan de mantenimiento preventivo, características, beneficios e involucrados.	Sábado 13/05/23	Ninatanta Medina, Yahaira Jamileth (tesista). Vigo Narro, Willy (jefe de producción / mantenimiento). Mendoza, Edwin (encargado de mantenimiento).	30 minutos
Ventajas y desventajas de un plan de mantenimiento preventivo.	Sábado 03/06/23	Vásquez Tejada, Yanelia (tesista). Vigo Narro, Willy (jefe de producción / mantenimiento). Mendoza, Edwin (encargado de mantenimiento).	30 minutos
Importancia de la lubricación en máquinas.	Sábado 17/06/23	Ninatanta Medina, Yahaira Jamileth (tesista). Vásquez Tejada, Yanelia (tesista).	30 minutos
¿Quiénes son los responsables de ejecutar un eficiente plan de mantenimiento?	Sábado 01/07/23	Ninatanta Medina, Yahaira Jamileth (tesista).	15 minutos

		Vásquez Tejada, Yanelia (tesista).	
Vibración y ruido	Sábado 15/07/23	Vigo Narro, Willy (jefe de producción / mantenimiento). Mendoza, Edwin (encargado de mantenimiento).	30 minutos
Importancia del engrase	Sábado 29/07/23	Vigo Narro, Willy (jefe de producción / mantenimiento). Mendoza, Edwin (encargado de mantenimiento).	10 minutos
Gestión del mantenimiento	Sábado 12/08/23	Vigo Narro, Willy (jefe de producción / mantenimiento). Mendoza, Edwin (encargado de mantenimiento).	60 minutos

		MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C.	
		REGISTRO DE CAPACITACIONES	
TEMAS		Presentación De Proyecto	
RESPONSABLE		Ninatanta Medina, Yahaira Jamileth	
Nº	INTEGRANTES	CARGO	FIRMA
1	Alvarado Suarez, Luis Alberto	Estibador	
2	Alvarado Tirado, Luis Alberto	Estibador	
3	Torres Huacha, Juan	Estibador	
4	Larrea, Héctor	Polvillero	
5	Mendoza Santa Cruz, Edwin	Maquinista	
6	Vigo Gil, Rubén	Gerente General	
7	Vigo Narro, Willy Cesar	Jefe de producción	
8	Vigo Gil, Francisco	Gerente	
9	Vigo Gil, Cristóbal	Administrador	
10	Vigo Gil, Rosa Jeanette	Secretaria	
11	Pichen Yépez, Alipio	Almacén	
OBSERVACIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación (15-06-2023) • Duración (30 minutos) 			

6.7. Inspecciones mensuales

Check list para inspecciones

Fecha	XX/XX/XXXX	
Inspección	Cumplimiento	
	Si	No
Identificación y conteo de componentes de las máquinas.		
Actualización del formato de registro de las máquinas.		
Análisis de funcionamiento de las máquinas.		
Identificación de fallas en las máquinas.		
Revisión de lubricaciones.		
Revisión de engrases.		
Verificar mandos de control.		
Inspección de filtros.		
Inspección de ventilación.		
Inspección de vibración.		
Inspección de ruido.		
Verificar presión en mangueras.		
Verificar direccionales de máquinas.		
Verificar estado de cables.		
Verificar fugas de gases.		
Verificar señales de alerta.		
Verificar fugas de líquidos.		
Verificar fugas de aceites.		
Verificar temperatura de las máquinas.		
Total		

7. CONCLUSIONES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- El plan de mantenimiento preventivo contó con la programación y ejecución de diferentes actividades enfocadas a la prevención de fallas en las máquinas de la empresa Molinera San Francisco.
- El plan de mantenimiento preventivo contó con la participación, apoyo y aprobación de Willy Vigo quien actualmente es el jefe de producción de la empresa en mención y Rubén Vigo quien se desempeña como gerente general.

- El plan de mantenimiento preventivo identificó a todos los responsables para su elaboración, aplicación y difusión a través de las tesis que desarrollaron dicho plan.
- Se espera que con este plan de mantenimiento preventivo se logren diferencias en cuanto a la confiabilidad de las máquinas de la empresa Molino San Francisco con el fin de tener resultados provechosos para el desarrollo de la producción y su posterior pilado.

Anexo 14. AMEF completo

Área	Falla	Efecto	S	O	Causa	Control	D	NPR	Acción realizada	Responsables	Nuevos resultados			
											S	O	D	NPR
Producción	Falla por energía	Se atasca la producción del día hasta reposición.	8	7	Nula preparación y prevención para cortes de energía programados.	Implementación de plan de contingencia ante cortes de energía programados.	4	224	Se comentó al personal de producción que realice un plan de contingencia ante cortes de energía programados.	Producción / mantenimiento	7	5	4	140
Producción	Falla por falta de fajas	Retraso en la producción diaria.	8	4	Ausencia de fajas para conexión de máquinas.	Propuesta para adquisición de fajas.	2	64	Se propuso a gerencia la adquisición de fajas transportadoras para conectar las máquinas del proceso.	Gerencia.	7	2	2	28
Producción	Falla por soldaduras	Las tapas de las máquinas tienden a caerse dejando expuesto el interior donde se evidencia el cableado.	4	4	Máquinas sin mantenimiento preventivo.	Implementación de plan de mantenimiento preventivo.	2	32	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesisistas	2	2	2	8
Producción	Falla por aceite	Se desgastan los engranajes y se dañan por la fricción.	7	5	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	7	245	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesisistas	5	2	7	70

		Incremento en la temperatura de la operación de la máquina.	8	6	Falta de plan de mantenimiento preventivo.	Implementación de plan de mantenimiento preventivo.	5	240			7	3	4	84
Producción	Falla generalizada	Disminución de la vida útil de las máquinas	6	7	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	5	210	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	6	3	4	72
Producción	Falla en la selectora por inyectores	Descalibración en el nivel de abastecimiento del combustible.	2	6	Falta de conocimientos en inyectores.	Implementación de plan de capacitaciones	5	60	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	2	4	4	32
Producción	Falla por falta de lámparas	Se malogra el sistema eléctrico de la máquina.	9	5	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	4	180	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	9	2	4	72
Producción	Falla por falta de rodillos	Paradas de amplia duración en el proceso productivo.	9	7	Presupuesto ajustado para mantenimiento correctivo.	Revisión de los rodillos en el plan de mantenimiento.	4	252	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesis	9	5	4	180
Producción	Falla de conducto por cambio de filtro	Atascamiento de los filtros de las máquinas y parada.	9	5	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	3	135	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	9	5	3	135

Producción	Succión de aire del ventilador de polvillo	Atascamiento del ventilador. Se llena de impurezas y disminuye su ritmo de funcionamiento.	5	8	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	2	80	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	4	5	2	40
Producción	Conos por fallas de piedras	Se ensucian las entradas de los conos y se retrasa el ingreso de los granos.	5	3	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	5	75	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	4	5	3	60
Producción	Fallas de cribas (mallas)	Aumento en la vibración del sistema de operación.	7	3	Presupuesto ajustado para mantenimiento correctivo.	Revisión de las mallas en el plan de mantenimiento.	4	84	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesis	7	2	4	56
Producción	Falta de rodajes	Paradas de amplia duración en el proceso productivo.	7	4	Presupuesto ajustado para mantenimiento correctivo.	Revisión de los rodajes en el plan de mantenimiento.	4	112	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesis	7	2	4	56
Producción	Fallo por filtros de agua	Incremento de la temperatura interna y externa de la máquina.	8	3	Falta de plan de capacitación	Implementación de plan de capacitaciones	7	168	Se diseñó e implementó un plan de capacitaciones.	Producción / mantenimiento / tesis	7	2	5	70
Producción	Fallas constantes por cables	Aumento del riesgo eléctrico para el funcionamiento de la máquina así como los trabajadores expuestos.	10	5	Nunca se revisó el sistema eléctrico.	No existe	4	200	No se pudo realizar ninguna acción de control.	No se pudo realizar ninguna acción de control.	10	5	4	200

Producción	Falla de contactores	Aumento del riesgo eléctrico para el funcionamiento de la máquina así como los trabajadores expuestos.	9	4	Nunca se revisó el sistema eléctrico.	No existe	6	216	No se pudo realizar ninguna acción de control.	No se pudo realizar ninguna acción de control.	9	4	6	216
Empaque / post producción	Fallas por rodamientos	Paradas de amplia duración en el proceso productivo.	8	4	Presupuesto ajustado para mantenimiento correctivo.	Revisión de los rodamientos en el plan de mantenimiento.	4	128	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesis	7	2	4	56
Empaque / post producción	Falla por el producto entrante contaminante (paja)	Ingreso de impurezas al producto terminado y al funcionamiento de las máquinas.	6	3	No existe plan de limpieza.	Charla y concientización con el área de mantenimiento (limpieza)	4	72	Se aplicaron dos charlas de concientización sobre limpieza constante.	Tesis	5	2	3	30
Empaque / post producción	Falla por mallas desgastadas	Acceso descontrolado de impurezas así como aumento de probabilidad de paradas por limpieza.	5	4	No existe plan de limpieza.	Charla y concientización con el área de mantenimiento (limpieza)	5	100	Se aplicaron dos charlas de concientización sobre limpieza constante.	Tesis	3	2	5	30
Empaque / post producción	Falla por falta de pernos	Aumento de la vibración y ruido de las máquinas en funcionamiento.	4	7	Falta de plan de mantenimiento preventivo.	Implementación de plan de mantenimiento preventivo.	5	140	Se implementó un plan de mantenimiento preventivo.	Producción / mantenimiento / tesis	2	4	5	40

Anexo 15. Fichas de máquinas completas

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ELEVADOR 01		
Modelo:	Como un castillo	Fecha de adquisición	2008
Marca:	FOB		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil Largo 9 metros y Ancho 23 centímetros
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	
Largo por Ancho	

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar arroz en cascara.
Función
Es intermediario de alimentar a la máquina prelimpia.
Mantenimiento
Se realiza cada 3 meses.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomendaría que el elevador se lubrique mensual.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ELEVADOR 02		
Modelo:	Como un castillo	Fecha de adquisición	2008
Marca:	FOB		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil Largo 11 metros y Ancho 23 centímetros
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	
Largo por Ancho	

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar arroz en cascara.
Función
Se encarga de alimentar las descascaradoras.
Mantenimiento
Se realiza cada 3 meses.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomendaría que el elevador se lubrique mensual.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ELEVADOR 03		
Modelo:	Como un castillo	Fecha de adquisición	2008
Marca:	FOB		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas: Año de uso Qué tipo de lubricante Largo por Ancho	15 años Grasa - Marca móvil Largo 8 metros y Ancho 15 centímetros
---	---

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar arroz en cascara.
Función
Se encarga de alimentar a los calibradores.
Mantenimiento
Se realiza cada 3 meses.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomendaría que el elevador se lubrique mensual.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ELEVADOR 04		
Modelo:	Como un castillo	Fecha de adquisición	2008
Marca:	FOB		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil Largo 9 metros y Ancho 25 centímetros
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	
Largo por Ancho	

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar arroz integral.
Función
Retorno a la mesa paddy.
Mantenimiento
Se realiza cada 3 meses.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomendaría que el elevador se lubrique mensual.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ELEVADOR 05		
Modelo:	Como un castillo	Fecha de adquisición	2008
Marca:	FOB		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil Largo 8.30 metros y Ancho 25 centímetros
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	
Largo por Ancho	

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar arroz integral.
Función
Alimenta a los conos.
Mantenimiento
Se realiza cada 3 meses.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomendaría que el elevador se lubrique mensual.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ELEVADOR 06		
Modelo:	Como un castillo	Fecha de adquisición	2008
Marca:	FOB		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil Largo 9 metros y Ancho 20 centímetros
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	
Largo por Ancho	

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar arroz pilado.
Función
Se encarga de alimentar a la Idro – pull.
Mantenimiento
Se realiza cada 3 meses.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomendaría que el elevador se lubrique mensual.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ELEVADOR 07		
Modelo:	Como un castillo	Fecha de adquisición	2008
Marca:	FOB		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas: Año de uso Qué tipo de lubricante Largo por Ancho	15 años Grasa - Marca móvil Largo 8 metros y Ancho 18 centímetros
---	---

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar arroz pilado.
Función
Alimenta a los calisificadores.
Mantenimiento
Se realiza cada 3 meses.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomendaría que el elevador se lubrique mensual.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ELEVADOR 08		
Modelo:	Como un castillo	Fecha de adquisición	2008
Marca:	FOB		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil Largo 7 metros y Ancho 19 centímetros
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	
Largo por Ancho	

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar arroz pilado.
Función
Se encarga de alimentar tolvas de dosificador.
Mantenimiento
Se realiza cada 3 meses.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomendaría que el elevador se lubrique mensual.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01
Descripción de la máquina:	MÁQUINA DE DESECHOS			
Modelo:	En forma cuadrada	Fecha de adquisición		2008
Marca:	NOV			
Serie:	-----			
Código inventario:	-----			
Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil			
Año de uso				
Qué tipo de lubricante				
Características de uso				
Estructura metálica donde incluye la limpieza de desechos del arroz en cascara.				
Función				
Se encarga del procesamiento de limpieza del arroz en cascara.				
Mantenimiento				
Se realiza mensual.				
Control/consideraciones para la operatividad				
Se recomienda que la máquina de desechos se le dé un mantenimiento quincenal.				

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01
Descripción de la máquina:	MESA ROTEX			
Modelo:	De forma rectangular	Fecha de adquisición		2008
Marca:	ROTEX			
Serie:	-----			
Código inventario:	-----			
Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil			
Año de uso				
Qué tipo de lubricante				
Características de uso				
Estructura metálica rectangular, 3 planchas con mallas con diferente medida y un motor de función.				
Función				
Se encarga de seleccionar el grano entero con el ñelen.				
Mantenimiento				
Se realiza mensual.				
Control/consideraciones para la operatividad				
Se recomienda que la Mesa Paddy se lubrique por lo menos 2 veces al mes.				

		Formato de registro de máquinas		Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01
Descripción de la máquina:	VENTILADOR DE POLVILLO			
Modelo:	Extractor de forma como un cono	Fecha de adquisición		2008
Marca:	AEROPLUS			
Serie:	-----			
Código inventario:	-----			
Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil			
Año de uso				
Qué tipo de lubricante				
Características de uso				
Estructura metálica, motor eléctrico y un impulsor que se filtran en los distintos conductores.				
Función				
Se encarga de expulsar el aire a través de sus conductores.				
Mantenimiento				
Se realiza mensualmente.				
Control/consideraciones para la operatividad				
Se recomienda que el ventilador de polvillo se de un mantenimiento 2 veces por semana.				

		Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo					
					Pre test					
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01						
Descripción de la máquina:		CONO 01								
Modelo:	De forma circular		Fecha de adquisición	2008						
Marca:	SUSUKI									
Serie:	-----									
Código inventario:	-----									
Especificaciones técnicas:										
Año de uso						15 años Grasa - Marca móvil				
Qué tipo de lubricante										
Características de uso										
Estructura metálica capaz de medir la blancura del proceso del arroz.										
Función										
Se encarga de pulir el arroz pilado.										
Mantenimiento										
Se realiza mensual.										
Control/consideraciones para la operatividad										
Se recomienda que el cono 01 se lubrique 3 veces al mes.										

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	CONO 02		
Modelo:	De forma circular	Fecha de adquisición	2008
Marca:	SUSUKI		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Estructura metálica capaz de medir la blancura del proceso del arroz.
Función
Se encarga de pulir el arroz pilado.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que el cono 02 se lubrique 3 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	CONO 03		
Modelo:	De forma circular	Fecha de adquisición	2008
Marca:	SUSUKI		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Estructura metálica capaz de medir la blancura del proceso del arroz.
Función
Se encarga de pulir el arroz pilado.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que el cono 03 se lubrique 3 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	CONO 04		
Modelo:	De forma circular	Fecha de adquisición	2008
Marca:	SUSUKI		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Estructura metálica capaz de medir la blancura del proceso del pilado del arroz.
Función
Se encarga de pulir el arroz pilado.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que el cono 04 se lubrique 3 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	AÑEJADORA 01		
Modelo:	Como un cilindro	Fecha de adquisición	2008
Marca:	CARHUA TECH		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	10 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar el arroz reprocesado a la tova del producto final.
Función
Se encarga del reproceso del arroz añejo.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la añejadora 01 se lubrique y se dé un mantenimiento 4 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	AÑEJADORA 02		
Modelo:	Como un cilindro	Fecha de adquisición	2008
Marca:	CARHUA TECH		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	2 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar el arroz reprocesado a la tolva del producto final.
Función
Se encarga del reproceso del arroz añejo.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la añejadora 02 se lubrique y se de un mantenimiento 4 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	AÑEJADORA 03		
Modelo:	Como un cilindro	Fecha de adquisición	2008
Marca:	CARHUA TECH		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	1 año Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Estructura metálica capaz de elevar el arroz reprocesado a la tolva el producto final.
Función
Se encarga del reproceso del arroz añejo.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la añejadora 03 se lubrique y se de un mantenimiento 4 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	CALIBRADORA		
Modelo:	Rectangular	Fecha de adquisición	2008
Marca:	LRG SERIES		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Capaz de separar impurezas a través de las zarandas.
Función
Se encarga de escoger el grano no llenado con el grano bueno del arroz en cáscara.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la calibradora se lubrique 2 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	COMPRESOR DE AIRE		
Modelo:	Como una caja	Fecha de adquisición	2008
Marca:	ATLAS COPCO		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Aceite
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Se toma el aire del área donde se almacena y se comprime dentro de un tanque llamado calderín.
Función
Se encarga de darle potencia a otras máquinas.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que el compresor de aire se realice un mantenimiento 4 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	MESA PADDY		
Modelo:	Como una caja cuadrada	Fecha de adquisición	2008
Marca:	ZACCARIA		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Capaz de separar una mezcla descascaradora considerando el tamaño de los granos.
Función
Se encarga de separar los granos descascarados de los granos que permanecen en cáscara.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la mesa paddy se lubrique y que se de mantenimiento 3 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ZARANDA		
Modelo:	Rectangular	Fecha de adquisición	2008
Marca:	ZACCARIA		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Se clasifica en 2 zarandas: una superior que permite el proceso del arroz deteniendo las impurezas más grandes y una inferior que detiene el producto, pero permite el pase de impurezas más pequeñas.
Función
Se encarga de la separación de impurezas existente entre los granos.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la zaranda se lubrique 2 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	DESCASCARADORA		
Modelo:	Como una mesa rectangular	Fecha de adquisición	2008
Marca:	SHULE		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Se alimenta a través de canaletas vibratorias donde garantiza una mejor calidad y un mayor Rendimiento del arroz.
Función
Se encarga de descascarar las cáscaras de los granos de arroz.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que a la maquina descascaradora se lubrique y se de un mantenimiento 2 por Semana.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	PULIDORA		
Modelo:	Es de alta capacidad de Forma rectangular	Fecha de adquisición	2008
Marca:	AGRIEXPO		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Está máquina tiene un rodillo de acero inoxidable resistente a su desgaste que garantiza una Superficie lisa.
Función
Se encarga de un mayor pulimiento uniforme con un bajó índice de granos partidos.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la máquina pulidora se lubrique 4 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	CLASIFICADOR		
Modelo:	Cuadrado con distintos clasificadores	Fecha de adquisición	2008
Marca:	ZACCARIA		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Estructura metálica capaz de clasificar la prueba en cascara sacando el rendimiento y quebrado.
Función
Se encarga de clasificar los granos de arroz al analizar el rendimiento y quebrado del producto.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que el clasificador se lubrique 2 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	ZARANDA MEZCLADORA		
Modelo:	Como un pentágono de Forma de una mesa	Fecha de adquisición	2008
Marca:	KLEEMANN		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Estructura metálica de un recipiente grande, una malla con agujeros que sirve para limpiar el producto que pasan partículas de distintos tamaños.
Función
Se encarga de separar el ñelen del arroz blanco de mayor tamaño.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la máquina zaranda mezcladora se lubrique y se de un mantenimiento 2 Veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	TOLVA 01		
Modelo:	Cuadrada y cónica	Fecha de adquisición	2008
Marca:	AUGER		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Cónica
Función
Se encarga del almacenamiento del arroz en cascara.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la tolva 01 se lubrique 3 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	TOLVA 02		
Modelo:	Cónica	Fecha de adquisición	2008
Marca:	AUGER		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Se encarga de mezclar el arroz extra con $\frac{3}{4}$ a través de las divisiones de las 3 tolvas Pequeñas y son de superficie cónica.
Función
<ul style="list-style-type: none"> • Se encarga de almacenar el arroz pilado. • Se encarga de almacenar el arroz $\frac{3}{4}$. • Se encarga de almacenar el arrocillo $\frac{1}{2}$.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la tolva 02 se lubrique y se de un mantenimiento de 3 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	TOLVA 03		
Modelo:	Cónica	Fecha de adquisición	2008
Marca:	AUGER		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Son de superficies cónicas con diferentes productos.
Función
<ul style="list-style-type: none"> • Se encarga de almacenar arroz. • Se encarga de almacenar descarte.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la tolva 05 se lubrique y se de un mantenimiento de 3 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	TOLVA 04		
Modelo:	Cuadrada y cónica	Fecha de adquisición	2008
Marca:	AUGER		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Sirve para el reproceso de arroz añejado y es de superficie cónica.
Función
Se encarga de almacenar el arroz añejado.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la tolva 04 se lubrique y se de un mantenimiento de 3 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	TOLVA 05		
Modelo:	Cuadrada y cónica	Fecha de adquisición	2008
Marca:	AUGER		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años Grasa - Marca móvil
Año de uso	
Qué tipo de lubricante	

Características de uso
Es de superficie cónica.
Función
Se encarga de almacenar el producto terminado para luego ser embolsado.
Mantenimiento
Se realiza mensual.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que la tolva 05 se lubrique y se de un mantenimiento de 3 veces al mes.

	Formato de registro de máquinas			Plan de Mantenimiento Preventivo
				Pre test
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Versión: 01

Descripción de la máquina:	TABLERO ELÉCTRICO		
Modelo:	Cuadrado	Fecha de adquisición	2008
Marca:	SCHNEIDER		
Serie:	-----		
Código inventario:	-----		

Especificaciones técnicas:	15 años
Año de uso	

Características de uso
Distintos circuitos eléctricos.
Función
Se encarga de alimentar con energía a todas las maquinas
Mantenimiento
Se realiza cada 5 meses.
Control/consideraciones para la operatividad
Se recomienda que el tablero eléctrico se dé una revisión de circuitos eléctricos mensual.