



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mantenimiento preventivo y su impacto en la disponibilidad de maquinaria del molino San Francisco S.A.C, Ciudad De Dios, 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Correa Camacho, Carmen Alexandra (orcid.org/0000-0002-1096-0297)

Seminario Ríos, Gabriel Martín (orcid.org/0000-0001-5994-1209)

ASESOR:

Dr. Cruz Salinas, Luis Edgardo (orcid.org/0000-0002-3856-3146)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Gestión de la Seguridad y Calidad

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHEPÉN – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, mi fuente inagotable de inspiración y apoyo. Su amor y aliento han sido la luz que ha iluminado mi camino a lo largo de este arduo viaje académico. Este logro no solo es mío, sino también de quienes han compartido conmigo cada desafío y triunfo.

Correa Camacho Carmen Alexandra.

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Sobre todo, Gracias a mis padres por su comprensión y ayuda en los momentos difíciles y más difíciles. Me enseñaron a no perder el respeto y fracasar en mis intentos, a pesar de las dificultades. Me dieron todo lo que tengo, mis valores, principios, perseverancia y determinación, todo con amor y sin pedir nada a cambio.

Seminario Rios Gabriel Martin.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi asesor, por su orientación experta y paciencia constante. Su sabiduría y compromiso con mi crecimiento académico han sido invaluable. Quiero expresar mi gratitud a mis profesores, cuyas enseñanzas han sido el cimiento de este trabajo. Este trabajo está dedicado y dedicado a todos ustedes, con profundo agradecimiento por ser parte integral de mi trayectoria académica y personal.

Correa Camacho Carmen Alexandra.

Agradezco a mis padres ya que siempre han sido la fuerza impulsora detrás de mis sueños y esperanzas y siempre han estado ahí para mí durante los días y noches más difíciles durante mis estudios.

Siempre han sido mis mejores guías en la vida. Hoy, culminando mis estudios, les dedico este logro a ustedes, amados padres, como una meta más cumplida.

Seminario Rios Gabriel Martín.



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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ SALINAS LUIS EDGARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, asesor de Tesis titulada: "Mantenimiento preventivo y su impacto en la disponibilidad de maquinaria del molino San Francisco S.A.C, Ciudad De Dios, 2023.", cuyos autores son CORREA CAMACHO CARMEN ALEXANDRA, SEMINARIO RIOS GABRIEL MARTIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHEPÉN, 28 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ SALINAS LUIS EDGARDO DNI: 19223300 ORCID: 0000-0002-3856-3146	Firmado electrónicamente por: LECRUZS el 13-12- 2023 20:29:26

Código documento Trilce: TRI - 0669377



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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CORREA CAMACHO CARMEN ALEXANDRA, SEMINARIO RIOS GABRIEL MARTIN 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: "

Mantenimiento preventivo y su impacto en la disponibilidad de maquinaria del molino San Francisco S.A.C, Ciudad De Dios 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
CARMEN ALEXANDRA CORREA CAMACHO DNI: 75452489 ORCID: 0000-0002-1096-0297	Firmado electrónicamente por: CCORREACA22 el 28-11-2023 09:11:41
GABRIEL MARTIN SEMINARIO RIOS DNI: 73248520 ORCID: 0000-0001-5994-1209	Firmado electrónicamente por: GSEMINARIORI el 28-11-2023 18:49:46

+

Código documento Trilce: TRI - 0669378

ÍNDICE DE CONTENIDOS

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 figuras	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimiento.....	13
3.6. Métodos de análisis de datos	14
3.7. Aspectos Éticos	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	44
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	50
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registros encontrados de cada factor de la problemática.....	15
Tabla 2. Tabla de frecuencias.....	16
Tabla 3. Tiempo medio entre fallas inicial.....	18
Tabla 4. Tiempo medio de reparación inicial.....	20
Tabla 5. Disponibilidad inicial de maquinaria.....	22
Tabla 6. Inventario de máquinas y equipos.....	24
Tabla 7. Criticidad de la maquinaria.....	25
Tabla 8. Codificación de las máquinas críticas del proceso.....	27
Tabla 9. Actividades de mantenimiento de la maquinaria crítica.....	32
Tabla 10. Instructivo máquina Selectora.....	33
Tabla 11. Instructivo máquina Pre Limpia.....	34
Tabla 12. Tiempo medio entre fallas post.....	36
Tabla 13. Tiempo medio de reparación post.	38
Tabla 14. Disponibilidad de maquinaria post.....	40
Tabla 15. Análisis comparativo pre y post aplicación.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de investigación.....	9
Figura 2. La muestra.....	11
Figura 3. Diagrama de Ishikawa.....	14
Figura 4. Diagrama de Pareto.....	17
Figura 5. Tiempo medio entre fallas inicial.....	19
Figura 6. Tiempo medio de reparación inicial.....	21
Figura 7. Disponibilidad de maquinaria inicial.....	23
Figura 8. Criticidad de maquinaria.....	26
Figura 9. Ficha técnica máquina selectora.....	28
Figura 10. Ficha técnica máquina pre limpia.....	29
Figura 11. Hoja de vida máquina selectora.....	30
Figura 12. Hoja de vida máquina pre limpia.....	31
Figura 13. Cronograma de ejecución.....	35
Figura 14. Tiempo medio entre fallas post.....	36
Figura 15. Tiempo medio de reparación post.....	39
Figura 16. Disponibilidad de maquinaria post.....	41
Figura 17. Prueba de normalidad, Shapiro-Wilk.....	42
Figura 18. Prueba no paramétrica Wilcoxon.	43

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo determinar el impacto del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de maquinaria del molino San Francisco S.A.C, Ciudad De Dios. La investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y de diseño pre experimental donde se evaluó el comportamiento de la variable dependiente Disponibilidad producto de la aplicación del plan de mantenimiento, en el pre test y también en el post test. La población estuvo conformada por los datos de disponibilidad de la maquinaria de la entidad en el periodo 2023 y la muestra fue igual a la población. Los instrumentos empleados para la recolección de datos fueron Guía de observación, Ficha de registro de disponibilidad de maquinaria y Ficha de registro del proceso. Los datos fueron analizados mediante el programa SPSS, con un nivel de significancia de 0.002 ($P < 0.050$) mediante la prueba no paramétrica Wilcoxon. Se concluye que el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de maquinaria en un 6.59%.

Palabras clave: Mantenimiento, disponibilidad, maquinaria.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to determine the impact of the preventive maintenance plan on the availability of machinery at the San Francisco S.A.C mill, Ciudad De Dios. The research is of an applied type, with a quantitative approach and pre-experimental design where the behavior of the dependent variable Availability as a result of the application of the maintenance plan was evaluated, in the pre-test and also in the post-test. The population was made up of the availability data of the entity's machinery in the period 2023 and the sample was equal to the population. The instruments used for data collection were Observation Guide, Machinery Availability Record Sheet and Process Record Sheet. The data were analyzed using the SPSS program, with a significance level of 0.002 ($P < 0.050$) using the non-parametric Wilcoxon test. It is concluded that preventive maintenance improves the availability of machinery by 6.59%.

Keywords: Maintenance, availability, machinery.

I. INTRODUCCIÓN

En el presente, todas las empresas mantienen una búsqueda continua de herramientas o mecanismos que pueden obtener una ventaja más competitiva sobre la competencia. Las máquinas y equipos que contienen cadenas de valor se aplican estudios de ingeniería que predicen la frecuencia de los dispositivos y para minimizar estas discapacidades y fallas que afectan la maquinaria y los equipos de producción (Marrero, Martínez y Vilalta, 2022).

Las compañías del sector agroindustrial en el Perú no son ajenas a la problemática que supone la aparición de fallos y averías de la maquinaria en sus procesos, y cada vez son más minuciosos los estudios de mantenimiento tanto preventivo como predictivo para evitar paradas imprevistas en su cadena de valor y también pérdidas monetarias ya sea por reparaciones tardías de los activos o en su defecto, la adquisición de maquinaria o piezas nuevas por el excesivo desgaste de las mismas en el tiempo (Sánchez, Cesáreo, Alarcón y Martínez, 2021).

La gestión de mantenimiento abarca una serie de actividades operativas y administrativas con el objeto de prevenir fallos y averías en la maquinaria y activos propios, también se trata de un proceso que estudia a cada máquina y equipo, haciendo un inventario detallado del estado físico de cada uno de estos en el tiempo y predecir cuándo, cómo y en qué medida se necesitará realizar alguna tarea preventiva de mantenimiento (Villar, Díaz y Infante, 2022).

Según reportes del Midagri (2022), las entidades molineras en el Perú alcanzan una capacidad media de producción por hora de más de 990 tn, relacionando que anualmente esta capacidad crece hasta más de 8 mil toneladas; sin embargo y, pese a los grandes planes de gestión de mantenimiento es notorio que algo no está bien ya que durante los últimos 2 años esta capacidad ha alcanzado cerca del 70% del total.

En este contexto y bajo el mismo problema está la compañía Molino San Francisco S.A.C, una de las cuales se reconoce en las provincias y provincias de Jequetepeque Valle. En la cadena de valor que involucra el proceso de pilado de arroz “blanco” y también sub productos como polvillo, pajilla y ñelén, los investigadores durante las coordinaciones con la gerencia y las visitas a la planta productiva pudo determinar algunos problemas relacionados a la maquinaria, dentro de las cuales se dan a conocer que se han suscitado averías tales como piezas parciales, desgaste de cadena, quemaduras de quemaduras, deformaciones parciales, entre otras cosas; que han influido en la maquinaria desde mediados de 2022 y continuamente la unidad Molinera; así mismo estas paradas de producción han sido las responsables de la disminución de cerca del 20% de la capacidad de producción diaria de la empresa, ya que actualmente se tasa este indicador en 620 unidades/día, cuando la media anterior de la entidad sobrepasaba los 780 sacos de arroz pilado por día.

También, se contabilizaron 25 fallas de la maquinaria, ocasionando esto paradas continuas de la maquinaria y producción por cerca de 80 horas. Estos 2 problemas demuestran que la gestión de mantenimiento de la maquinaria y equipos en la institución se está realizando de manera inoportuna e ineficientemente, lo que hace replantearse la existencia de un plan operativo de mantenimiento de los activos en la firma molinera ya que los hechos y sucesos dentro de la cadena de valor reflejan lo contrario y se vuelve al punto de origen del problema de la entidad, donde está peligrando la disponibilidad de la maquinaria para la producción.

También resalta la ausencia de un historial de indicadores de gestión tanto de producción como de los fallos y averías de maquinaria durante los últimos periodos laborados, lo que refleja la ausencia de estadísticas y mediciones que permitan determinar los índices de productividad y disponibilidad de la empresa molinera.

Además, influye también la poca voluntad de la gerencia para capacitar y entrenar a su fuerza laboral, ya sea en temas relacionados a productividad, optimización de recursos o en tareas propias de mantenimiento de los activos como la limpieza o lubricación de piezas y partes, etc., esto en base a testimonios propios de los trabajadores de la compañía molinera.

Si estos problemas continúan en el tiempo y no se toman las debidas acciones, la entidad puede incurrir en resultados mucho más graves que la disminución de su capacidad de producción, sino hasta el punto en generar pérdidas de más impacto para el negocio como la pérdida por completo de la maquinaria, conllevando esto a costos de miles de dólares por reposición de activos en la compra de partes o nueva maquinaria.

Evaluado lo anterior, el equipo de investigación se replantea lo siguiente: ¿Cuál es el impacto del mantenimiento preventivo en la disponibilidad de maquinaria del molino San Francisco S.A.C.?

Este estudio proporciona justificación teórica. Esto se presenta en función del hecho de que el conocimiento teórico de preventivo y disponibilidad se aplica posteriormente. También se justifica de manera práctica ya que se llevó a cabo la aplicación del mantenimiento preventivo y se obtendrán resultados e indicadores por cada uno de los objetivos planteados que determinarán si la problemática ha sido mejorada. Por último, se sustenta una justificación metodológica en la que los investigadores buscan la solución del problema: desde la observación hasta la experimentación y la comunicación de resultados; durante y después el desarrollo de este estudio; además de respetar los lineamientos de investigación de la universidad.

El objetivo principal es determinar el impacto del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de maquinaria de la entidad molinera. Los objetivos específicos se basan en analizar la situación actual de la entidad, calcular la disponibilidad inicial de la maquinaria, aplicar el plan de mantenimiento preventivo y finalmente determinar la disponibilidad de la maquinaria post aplicación.

Finalmente, la hipótesis de este trabajo define que la aplicación del mantenimiento preventivo tiene un impacto significativo y mejora la disponibilidad de la maquinaria de la empresa.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional, se estudiaron diversas labores que otros investigadores lograron aplicar en otras organizaciones, tal como Álvarez y Hernández (2020) cuyo propósito de estudio se basó en efectuar un programa de mantenimiento preventivo en una entidad de energía eólica. La encuesta se aplicó y la población analizada estaba cubierta por activos (maquinaria y equipo) en el proceso de conversión de energía eólica. Y para esto, la guía de observación y los registros se utilizaron como un medio para recopilar información. Se obtuvo de este modo un MTBF (tiempo medio entre fallos) de 45 horas/avería y un MTRR (tiempo medio de reparación) de 2.3 horas por cada avería; se da a entender así que la disponibilidad de los activos tuvo un incremento del 15%.

Así mismo Muñoz y Cantos (2021) desarrollaron su investigación en una empresa industrial cuyo propósito de los autores hizo una propuesta utilizada para prevenir el mantenimiento preventivo en las máquinas. El trabajo se basó en un examen aplicado y un diseño pre experimental. Hemos trabajado con el historial de la compañía como una población examinada, mediante el análisis de registro de información, los investigadores recurrieron al Manual de información de campo y los instrumentos registrados. Por lo tanto, fue posible crear un equivalente de MTBF a 79 horas/avería y un MTR de 3.2 horas/avería. De esta manera, se establece la conclusión de que la propuesta de este trabajo aplicada aumentó la disponibilidad de los activos de la empresa investigada en un 34%.

También López, Trinchet y Pérez (2021), una persona establecida como un estudio para gestionar los tipos de preventivos y mantenimiento en la firma del procesamiento de metales. La encuesta fue una cuantitativa de tipo experimental aplicada, y la población evaluada era un conjunto de activos útiles, como maquinaria y equipo. Se utilizaron registros y guías de observación para recopilar datos e información de campo. Este producto se logró durante 119 horas/avería y un tiempo de reparación y 5 horas de tiempo de reparación para cada falla. Llegó a la conclusión de que la disponibilidad de activos ha aumentado en un 15 %.

Castillo y Michalus (2022), en su trabajo, quien tenía la intención de mejorar la posibilidad de uso de la máquina a través de propuestas de mantenimiento preventivo en importantes empresas comerciales. Este trabajo se basa en la encuesta aplicada y el diseño preexperimental, y cooperó con la historia de los datos de activos de la Compañía como una población a investigar. La guía de entrevistas y los registros de discos se utilizaron como equipo de recopilación de datos. Se logró calcular un MTBF equivalente a 55 horas/avería y un MTRR de 3.6 horas/avería. De esta manera se concluye que mediante la proposición aplicada de este trabajo se incrementó en un 19% la disponibilidad de la maquinaria del proceso.

En el ámbito nacional, los aportes de Canahua (2021), el cual planteó como objetivo de investigación el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas. El trabajo se basó en una investigación aplicada y un diseño preexperimental, en el que se tomó como base de investigación el historial de disponibilidad de activos de la empresa. Se utilizó una guía de observación de campo y cuadernos como herramientas para el registro de datos. Se logró establecer un MTBF equivalente a 45.5 horas/avería y un MTRR de 5.4 horas/avería. De esta forma se llega a concluir que mediante la propuesta aplicada de este trabajo aumentó un 24% la disponibilidad de los activos de la entidad.

Ortiz (2020), cuya investigación tuvo como objetivo mostrar cómo se mejora la disponibilidad de las máquinas a través de la gestión del mantenimiento preventivo. El estudio fue cuantitativo, aplicado y de tipo piloto, evaluando un conjunto de registros de disponibilidad de activos como maquinaria y equipo; donde se utilizó cuadernos y un manual de información como medio de recolección de datos e información de campo. Producto de eso se logró como resultado un tiempo entre fallos de 112 horas/avería y un tiempo de reparación de 12 horas por cada avería; determinando así que la disponibilidad de los activos tuvo un incremento del 23%.

Trujillo, Chavez y Utrilla (2021), por medio de su trabajo tuvo como objetivo realizar una propuesta de mantenimiento preventivo en la maquinaria de una entidad industrial. El trabajo se basó en investigación aplicada y diseño preexperimental, en el que se trabajó con un conjunto central de historiales de disponibilidad de activos corporativos analizados. Como herramientas para el registro de datos se utilizó la guía de entrevista, la guía de observación de campo y los cuadernos. Se consiguió establecer un MTBF equivalente a 35 horas/avería y un MTRR de 2.2 horas/avería. De esta manera se logra concluir que mediante la propuesta aplicada de este trabajo se aumentó en un 20% la disponibilidad de los activos.

Por último, Mendoza y Rosenthal (2022) en su investigación se propusieron la tarea de ofrecer mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los activos de la empresa. El estudio fue de tipo aplicado y preexperimental, el grupo base analizado fue el historial de uso de los activos de la empresa. Se utilizó una guía de observación de campo y cuadernos como herramientas para el registro de datos. De este modo se logró especificar un MTBF de 38 horas/avería y un MTRR de 3.1 horas/avería. De esta manera se llega a concluir que mediante la propuesta aplicada de este trabajo se acrecentó en un 31% la disponibilidad de los activos de la corporación.

En relación a la base y fundamento teórico de la variable independiente en estudio: Mantenimiento Preventivo, Azoy (2018) define la gestión de mantenimiento como un proceso sistematizado bajo el cual se procura dar un seguimiento a cada uno de los activos como máquinas y equipos que posee una empresa y que intervienen dentro de la cadena de valor.

Alfonso, Benitez y Castellano (2021) comentan que la gestión del mantenimiento procura la optimización de los recursos (máquinas) bajo la misión y tarea de mejorar su rendimiento y prolongar la vida útil y operativa de cada uno de los activos, asegurando así el óptimo funcionamiento de un sistema productivo.

Al definir Mantenimiento Preventivo, se debe tener en cuenta que este es uno de muchos tipos de mantenimiento dentro de la gestión propiamente dicha, y para Viscaíno, Villacrés, Gallegos y Negrete (2019), este abarca un conjunto de procedimientos y actividades de prevención de fallos y averías que puedan afectar e interrumpir la producción de una empresa en un momento indeterminado.

Para Pillado, Castillo y Riva (2022) el mantenimiento preventivo representa la correcta gestión de activos, acreedora de la capacidad de promover el aumento de la productividad y es partícipe en la reducción de costos y gastos en relación al mantenimiento tradicional como lo es el de tipo correctivo.

El mantenimiento preventivo se caracteriza porque en este se programan actividades a desarrollar ligadas a mantener el buen estado de los equipos con la debida anticipación, como lubricación, engrase, ajustes, calibración, etc.; con el propósito de prevenir fallos y averías en la maquinaria que afecte a la producción de un bien o producto (Vargas, Estupiñán y Díaz, 2018).

Dentro de la gestión de este tipo de mantenimiento (preventivo) se estudian indicadores como el tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTRR), los cuales abarcan data tanto de qué tiempo está operando un activo y a su vez cuánto tiempo conlleva la reparación del mismo (Vargas, Estupiñán y Díaz, 2018).

El MTBF o tiempo medio entre fallos es el tiempo total que uno o más activos / máquinas funcionan ininterrumpidamente y de la manera eficiente a lo largo de un proceso dentro de la cadena de valor (Mago y Rocha, 2021).

$$MTBF = \left(\frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Número de fallos}} \right)$$

MTBF= Tiempo de medio entre fallas

En cambio, el MTRR o tiempo medio de reparación abarca el tiempo en el que al factor humano le conlleva corregir o subsanar el daño que uno o más activos han sufrido a causa de un fallo o avería en el desarrollo de sus actividades (Mago y Rocha, 2021).

$$MTRR = \frac{T_{i\acute{o}}}{\dots}$$

$$\frac{\dots}{\dots}$$

MTRR= Tiempo medio de reparación

Relacionado a la variable dependiente: disponibilidad, esta trata de la capacidad que tiene un elemento o factor de estar disponible para el desarrollo de sus actividades (López, Trinchel, Pérez y Vargas, 2021).

En cuanto a la disponibilidad aplicada en la maquinaria industrial, Díaz, Catari, Murga y Quezada (2020) comentan es la capacidad que tiene una maquinaria o equipo de estar disponible y con correcto funcionamiento para el desarrollo de sus actividades bajo un estado ideal de funcionamiento y en el momento y espacio requerido.

Para (Chávez, Jiménez y Cucuri, 2020) la disponibilidad de maquinaria también implica evaluar y analizar el rendimiento de cada uno de los activos (máquinas y equipos) en un momento y espacio determinado, para así generar un estadístico del tiempo de funcionamiento de cada uno de ellos.

La disponibilidad de los equipos o maquinaria está sujeta a los índices del tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTRR), en el estudio de (Paez, 2022), el cual se ve seguidamente:

$$\%Di = \frac{T_{BF}}{\dots} * 100$$

MTBF=Tiempo promedio entre fallas.

MTTR=Cantidad de tiempos medio que se utiliza en reparación.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

El tipo de investigación de este proyecto fue aplicada, siendo un tipo de investigación basada en la creación y provisión de conocimiento teórico sobre un determinado fenómeno y soporte científico que ayuda a resolver problemas científicos (Acevedo y Linares, 2018).

Se llevaron a cabo las revisiones de las teorías de ambas variables en estudio (mantenimiento preventivo y disponibilidad) que determine la aplicación de la mejora en la entidad en estudio.

3.1.2. Diseño de investigación:

En este proyecto se ha utilizado un diseño el cual está bajo prueba preliminar experimental. Este tipo de diseño de investigación se caracteriza por la manipulación del mismo grupo de investigación, experimentando para determinar resultados antes y después del estímulo bajo distintas condiciones y en diferentes instantes (Ramos, Viña y Gutiérrez, 2020).

Los investigadores realizaron una prueba inicial (pre) y final (post) para analizar el efecto sobre la disponibilidad de los equipos/máquinas.

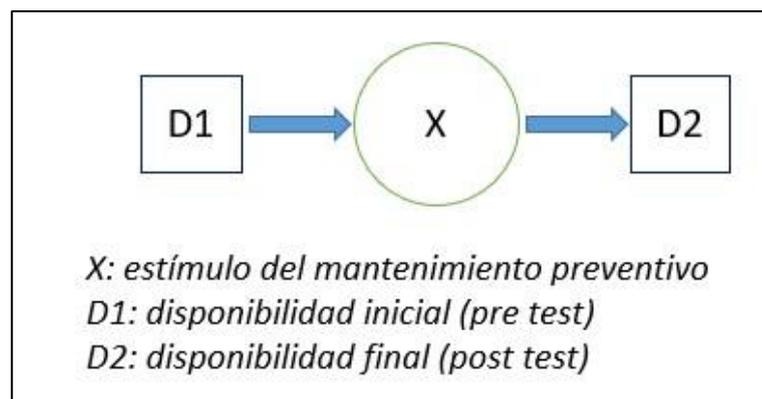


Figura 1. Diseño de investigación.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Mantenimiento Preventivo.

Definición conceptual: Es un conjunto de procedimientos y actividades de prevención de fallos y averías que puedan afectar e interrumpir la producción de una empresa en un momento indeterminado (Viscaíno, Villacrés, Gallegos y Negrete (2019).

Definición operacional: Se estudian tanto el tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTRR) (Vargas, Estupiñán y Díaz, 2018).

Indicadores: MTBF (Tiempo total de funcionamiento / N° de fallos) y
MTRR= (Tiempo total de reparación / N° de fallos).

Escala de medición: De razón.

Variable dependiente: Disponibilidad.

Definición conceptual: Es la capacidad que tiene una maquinaria o equipo de estar disponible y con correcto funcionamiento para el desarrollo de sus actividades bajo un estado ideal de funcionamiento y en el momento y espacio requerido Díaz, Catari, Murga y Quezada, 2020).

Definición operacional: La disponibilidad de los equipos o maquinaria está sujeta a los índices del tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTRR) (Paez, 2022).

Indicadores: Disponibilidad= $(MTBF / (MTBF - MTRR)) \times 100$.

Escala de medición: De razón.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población: Estuvo conformada por los datos de disponibilidad de la maquinaria de la entidad en el periodo 2023.

- **Criterios de inclusión:** Se incluyó a los datos de disponibilidad correspondientes a los meses de marzo a mayo del presente año 2023.
- **Criterios de exclusión:** Se decidió exceptuar la información de disponibilidad para enero a febrero del 2023.

3.3.2. Muestra: En base a los criterios de inclusión, la muestra para la prueba inicial quedó conformada por datos de disponibilidad de maquinaria correspondientes a marzo a mayo del 2023.



Figura 2. La muestra.

Unidad de análisis: Un (1) dato de disponibilidad de maquinaria.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el progreso del primer objetivo se utilizó la técnica de registro y observación documental (Anexo 02) y los datos de disponibilidad inicial de la máquina (Anexo 03).

En el segundo propósito se utilizó la técnica de análisis de documentos y el instrumento de la hoja de registro de mantenimiento (Anexo 04).

Para desarrollar el tercer objetivo se utilizó la técnica de análisis de documentos y el instrumento registros de disponibilidad final de máquinas (Anexo 05).

Validez: La validez de cada instrumento se evaluó según el juicio de tres (3) expertos en el tema mediante la certificación de validez de instrumentos.

Confiabilidad: La confiabilidad de los instrumentos se realizó a través de pruebas piloto, donde se registran los datos para desarrollar los objetivos previstos, en los que cada instrumento se evalúa para medir lo que realmente se supone que debe medir.

3.5. Procedimiento

Primero se realizó la debida coordinación con el representante de la unidad de molienda para obtener el permiso y con ello las fechas de los cronogramas en que se visitaron la fábrica para registrar los datos del proceso.

En segundo lugar, cada defecto relacionado con la máquina en el proceso se registró para identificar las causas fundamentales que ocasionan problemas a la empresa. También se realizó el cálculo y la evaluación de los indicadores clave iniciales de la disponibilidad de la máquina.

En tercer lugar, se recolectó información para aplicar el mantenimiento preventivo en la empresa, donde se inició con el inventario, codificación y análisis de criticidad de los activos; elaboración de fichas técnicas, hojas de vida, cronograma y realización de las actividades de mantenimiento y la auditoría de control.

Finalmente, se recolectaron datos para determinar los indicadores de disponibilidad de las nuevas máquinas de la empresa y se evaluó los resultados obtenidos antes y después de la mejora.

3.6. Métodos de análisis de datos

Un método de análisis de datos hace referencia al proceso que engloba una o más maneras técnicas, en los que se estudia, analiza e interpreta la información obtenida en un trabajo de investigación (Cadena, Rendón, Aguilar, Salinas, De la Cruz y Sangerman, 2018). Se aplicaron los siguientes análisis de datos.

Análisis descriptivo: Esto se hizo describiendo e interpretando los datos o información presentadas a través de diversas tablas, gráficos y figuras mientras se desarrollaron los objetivos específicos propuestos en el mencionado estudio.

Análisis inferencial: En este análisis se realizó un estudio estadístico utilizando el software SPSS como una tarea de confrontación hipotética. En primer lugar, se desarrolló una prueba de normalidad de los datos de producción, que determinó la prueba Wilcoxon empleada para la contratación de la hipótesis.

3.7. Aspectos Éticos

Rozo y Pérez (2019), manifiesta que la ética científica es una forma de actuar según las reglas que se deben seguir en la práctica o en la teoría, además de que las acciones y actividades del investigador están relacionadas con el desarrollo del trabajo científico.

Se consideraron aspectos éticos en los siguientes criterios:

1. Principio de utilidad, en el cual el propósito del proceso de recolección de datos y diagnóstico de este estudio fue beneficiar a la empresa creando e identificando mejoras al problema.
2. Principio de no maleficencia, donde este trabajo se propuso no dañar a ninguna parte involucrada en esta investigación de ninguna manera, excepto que los datos recopilados son solo para fines de investigación.
3. Principio de autonomía, el desarrollo de este trabajo fue original y auto escrito.
4. Principio de igualdad, rigiéndose del protocolo de investigación establecido y la norma internacional ISO 690-2 como referencia.

IV. RESULTADOS

OE1: Análisis del contexto actual de la entidad.

En esta etapa de investigación y diagnóstico previo, se logró determinar las principales causas del problema de la entidad molinera y que impactan en la disponibilidad de los activos de la organización, por medio de la Guía de observación. A continuación, se presenta este diagnóstico mediante el esquema de Ishikawa.

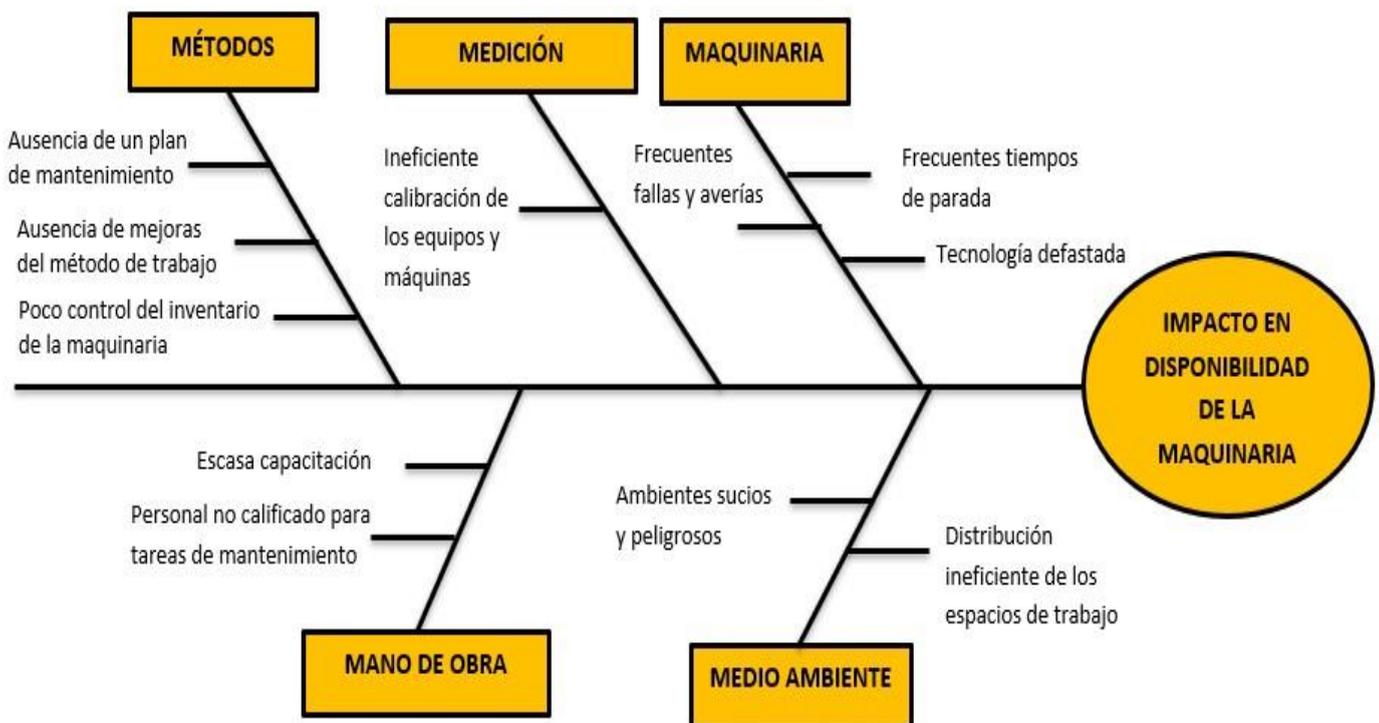


Figura 3. Diagrama de Ishikawa.

Se muestra el detalle de cada una de las causas y/o factores que se tienen un impacto sobre la disponibilidad de los activos de la empresa (maquinaria y equipos de producción), la cuales representan en primera instancia la razón o base de la problemática existente, resaltando las constantes fallas y averías, los tiempos de parada de maquinaria y la ausencia de un programa de mantenimiento de los activos.

Tabla 1. *Registros encontrados de cada factor de la problemática.*

CÓDIGO	Causa/Factor	PERIODO: MAYO 2023				TOTAL Registros
		1° semana	2° semana	3° semana	4° semana	
A	Frecuentes fallas y averías	11	11	11	11	44
B	Frecuentes tiempos de parada	10	10	11	10	41
C	Ausencia de un plan de mantenimiento	8	10	6	7	31
D	Ineficiente calibración de los equipos y máquinas	7	7	5	5	24
E	Tecnología desfasada	4	3	2	2	11
F	Poco control del inventario de la maquinaria	3	2	2	2	9
G	Ausencia de mejoras del método de trabajo	2	2	2	2	8
H	Personal no calificado para tareas de mantenimiento	2	2	2	1	7
I	Distribución ineficiente de los espacios de trabajo	2	2	2	1	7
J	Escasa capacitación	2	2	2	1	7
K	Ambientes sucios y peligrosos	2	2	1	1	6

Fuente: elaboración propia.

Durante el periodo evaluado (mayo 2023), se alcanzó un total de 44 registros de incidencias de fallas y averías, 41 de tiempos de parada de maquinaria, 31 de la ausencia de un programa de mantenimiento y 24 registros de la calibración de equipos y máquinas. Estos factores tuvieron los más altos registros de incidencias dentro del proceso y los cuales en primera instancia representan las razones más relevantes del porqué del problema de la empresa.

Tabla 2. *Tabla de frecuencias.*

Causas	Frecuencia	%	% Acumulado
A. Frecuentes fallas y averías	44	24%	24%
B. Frecuentes tiempos de parada	41	22%	46%
C. Ausencia de un plan de mantenimiento	31	17%	63%
D. Ineficiente calibración de los equipos y máquinas	24	13%	76%
E. Tecnología desfasada	11	6%	82%
F. Poco control del inventario de la maquinaria	9	5%	86%
G. Ausencia de mejoras del método de trabajo	8	4%	91%
H. Personal no calificado para tareas de mantenimiento	6	3%	94%
I. Distribución ineficiente de los espacios de trabajo	5	3%	97%
J. Escasa capacitación	3	2%	98%
K. Ambientes sucios y peligrosos	3	2%	100%
TOTAL	185	100%	

Fuente: elaboración propia.

Se realizó el análisis de frecuencias, en base al número de registros por cada uno de los factores del problema, con la finalidad de determinar las causas/factores que tienen un mayor impacto en la problemática de la institución, donde las fallas y averías alcanzaron un 24% de incidencia del total, los tiempos de parada 22%, la ausencia del programa de mantenimiento 17% y la deficiente calibración de activos 13%; haciendo estos cuatro factores un total acumulado del 76%, implicando así y determinando que corresponden a las causas principales del problema de la empresa.

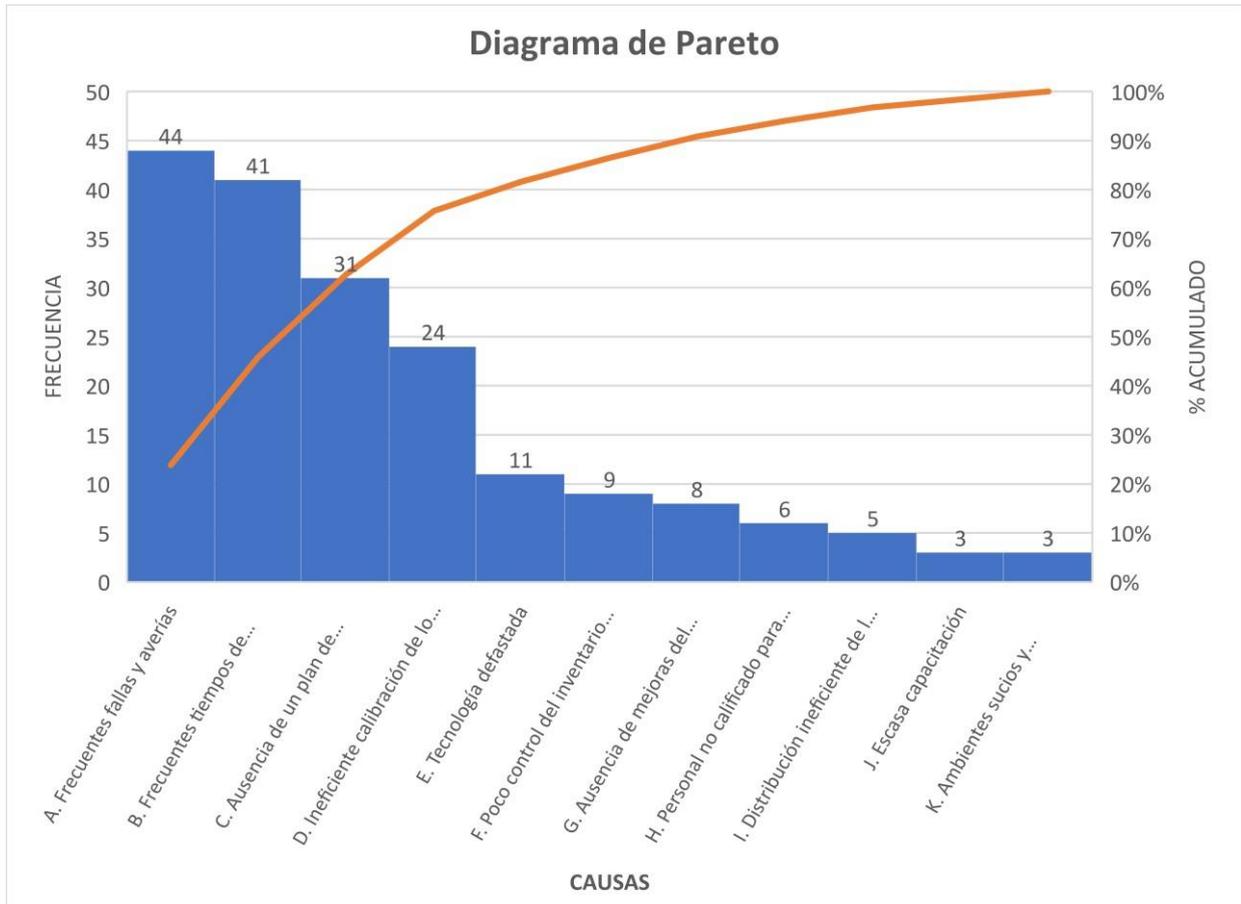


Figura 4. Gráfica de Pareto.

El estudio de Pareto, por medio de la gráfica presentada, infiere que “atacando” el 20% de las causas del problema se puede minimizar el 80% de las consecuencias que se puede generar a partir de ello (problema principal). En esta dirección, el 20% de las causas corresponden a las fallas y averías (22%) por parte de la maquinaria y equipos involucrados en el proceso productivo de la entidad molinera.

OE2: Disponibilidad inicial de los activos.

Tabla 3. *MTBF inicial.*

PERIODO	Tiempo medio entre fallas (MTBF)		
2023			
SEMANA	Tiempo total de funcionamiento (h)	N° de fallas	MTBF (tiempo total de funcionamiento/n° de fallas)
Marzo S1	96	4	24.00
Marzo S2	96	4	24.00
Marzo S3	120	4	30.00
Marzo S4	120	5	24.00
Abril S5	108	4	27.00
Abril S6	96	5	19.20
Abril S7	96	4	24.00
Abril S8	120	4	30.00
Mayo S9	96	3	32.00
Mayo S10	108	4	27.00
Mayo S11	108	3	36.00
Mayo S12	108	5	21.60
			26.57

Fuente: elaboración propia.

Se logró determinar un MTBF – tiempo medio entre fallas de 26.57 horas trabajadas entre cada falla ocurrida en la maquinaria durante los meses de marzo y mayo correspondiente a la etapa inicial evaluada, basados en el número de horas de funcionamiento de los activos y la cantidad de fallas ocurridas en cada una de las semanas trabajadas.

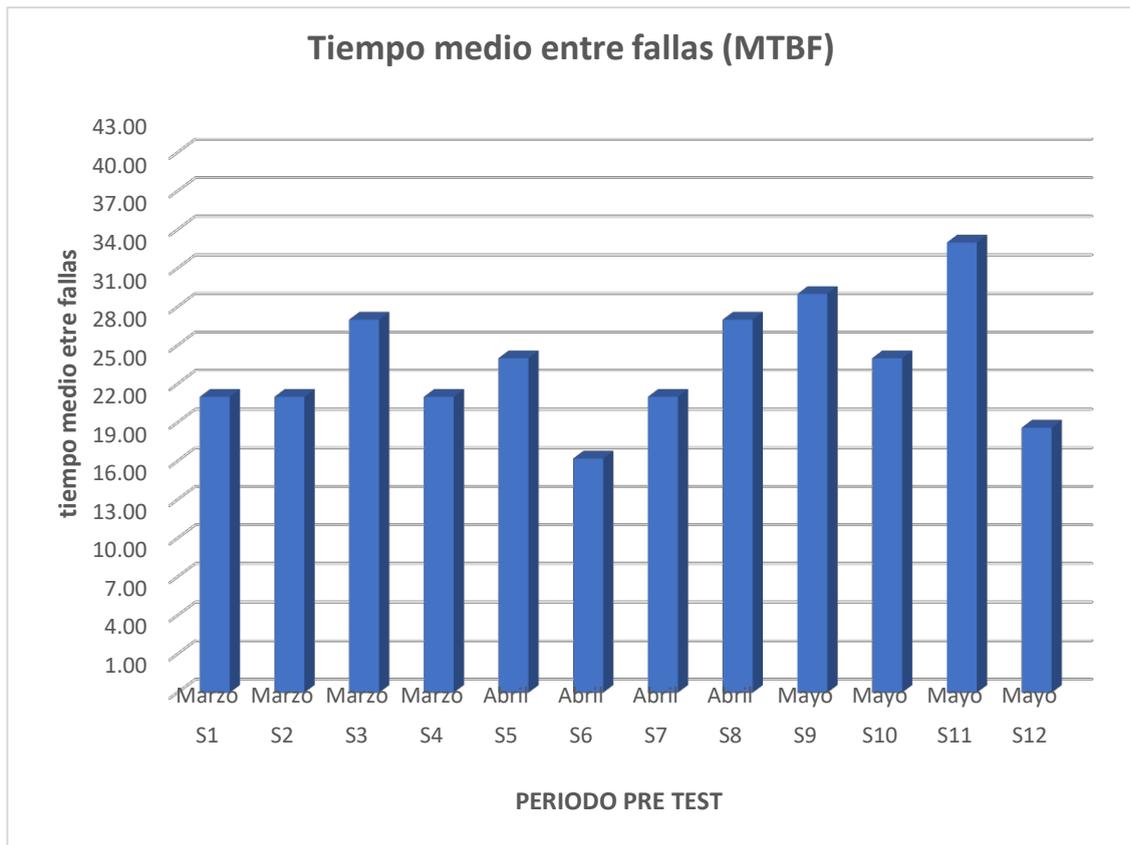


Figura 5. MTBF inicial.

De la gráfica se puede apreciar que el periodo donde se alcanzó un mayor índice de MTBF correspondió a la semana 11 con 36 horas/fallo, además que en la semana 6 se presentó el periodo con el menor MTBF con 19.20 horas/fallo.

Tabla 4. *MTRR inicial.*

PERIODO 2023	Tiempo medio de reparación (MTRR)		
SEMANA	Tiempo total de inactividad (h)	N° de fallas	MTRR (tiempo total de inactividad/n° de fallas)
Marzo S1	8.40	4	2.10
Marzo S2	10.80	4	2.70
Marzo S3	9.60	4	2.40
Marzo S4	9.60	5	1.92
Abril S5	9.00	4	2.25
Abril S6	12.00	5	2.40
Abril S7	12.00	4	3.00
Abril S8	10.80	4	2.70
Mayo S9	9.60	3	3.20
Mayo S10	9.60	4	2.40
Mayo S11	9.00	3	3.00
Mayo S12	10.80	5	2.16
			2.52

Fuente: elaboración propia.

Se pudo establecer un MTRR – tiempo medio de reparación de 2.52 horas inactivas (de reparación) por cada falla suscitada en la maquinaria durante los meses de marzo y mayo de la etapa inicial evaluada, en base al número de horas de inactividad de la maquinaria y el número de fallas ocurridas en cada una de las semanas trabajadas.

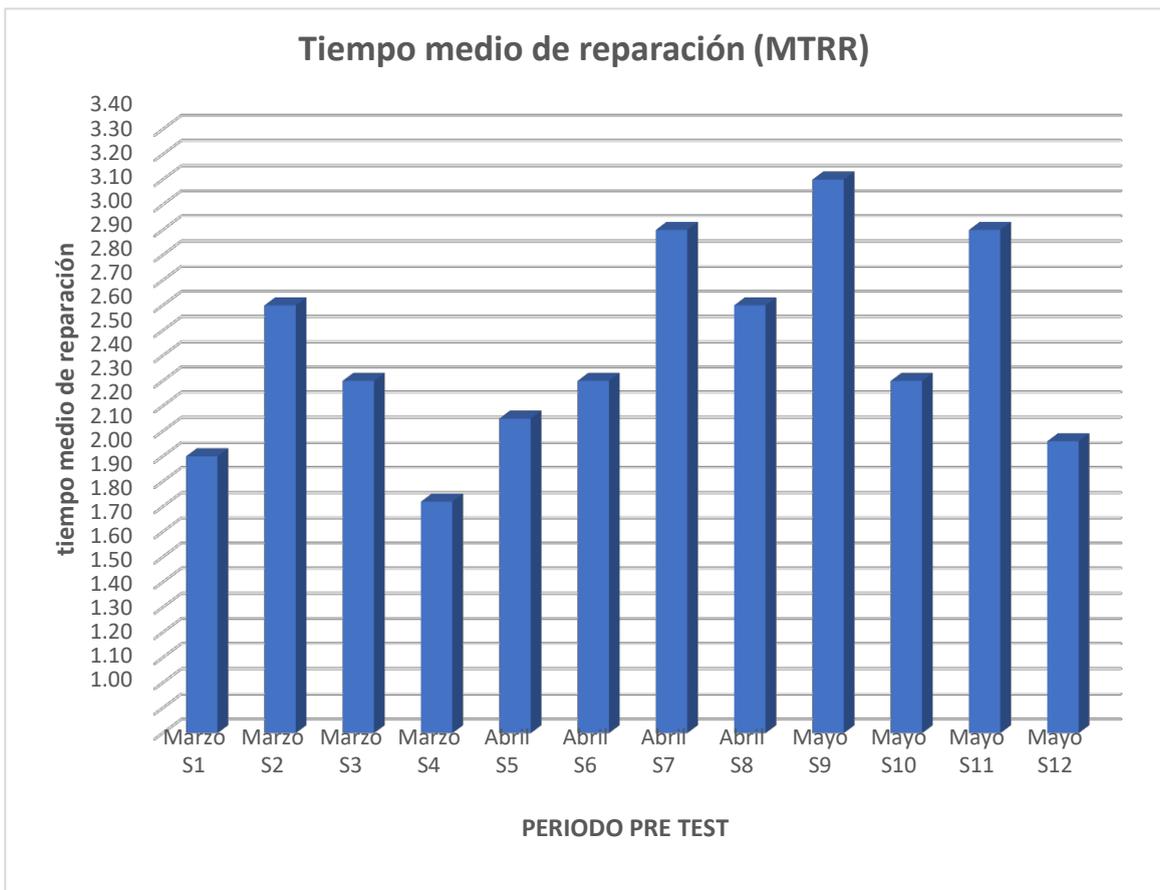


Figura 6. MTRR inicial.

Se detalla la gráfica del tiempo medio de reparación donde se aprecia que el periodo donde se alcanzó un mayor índice de MTRR correspondió a la semana 9 con 3.20 horas/fallo, mientras que en la semana 4 se presentó el periodo con el menor MTRR con 1.92 horas/fallo.

Tabla 5. *Disponibilidad inicial.*

PERIODO 2023		Disponibilidad de Maquinaria (D)	
MES	MTBF	MTRR	$\frac{MTBF}{(MTBF + MTRR)} \times 100$
Marzo S1	24.00	2.10	91.95%
Marzo S2	24.00	2.70	89.89%
Marzo S3	30.00	2.40	92.59%
Marzo S4	24.00	1.92	92.59%
Abril S5	27.00	2.25	92.31%
Abril S6	19.20	2.40	88.89%
Abril S7	24.00	3.00	88.89%
Abril S8	30.00	2.70	91.74%
Mayo S9	32.00	3.20	90.91%
Mayo S10	27.00	2.40	91.84%
Mayo S11	36.00	3.00	92.31%
Mayo S12	21.60	2.16	90.91%
			91.23%

Fuente: elaboración propia.

Se estableció una disponibilidad inicial de la maquinaria de 91.23% durante la etapa de evaluación inicial de marzo a mayo, basados en los datos obtenidos de tiempo medio entre cada falla (MTGF) y de reparación (MTRR).

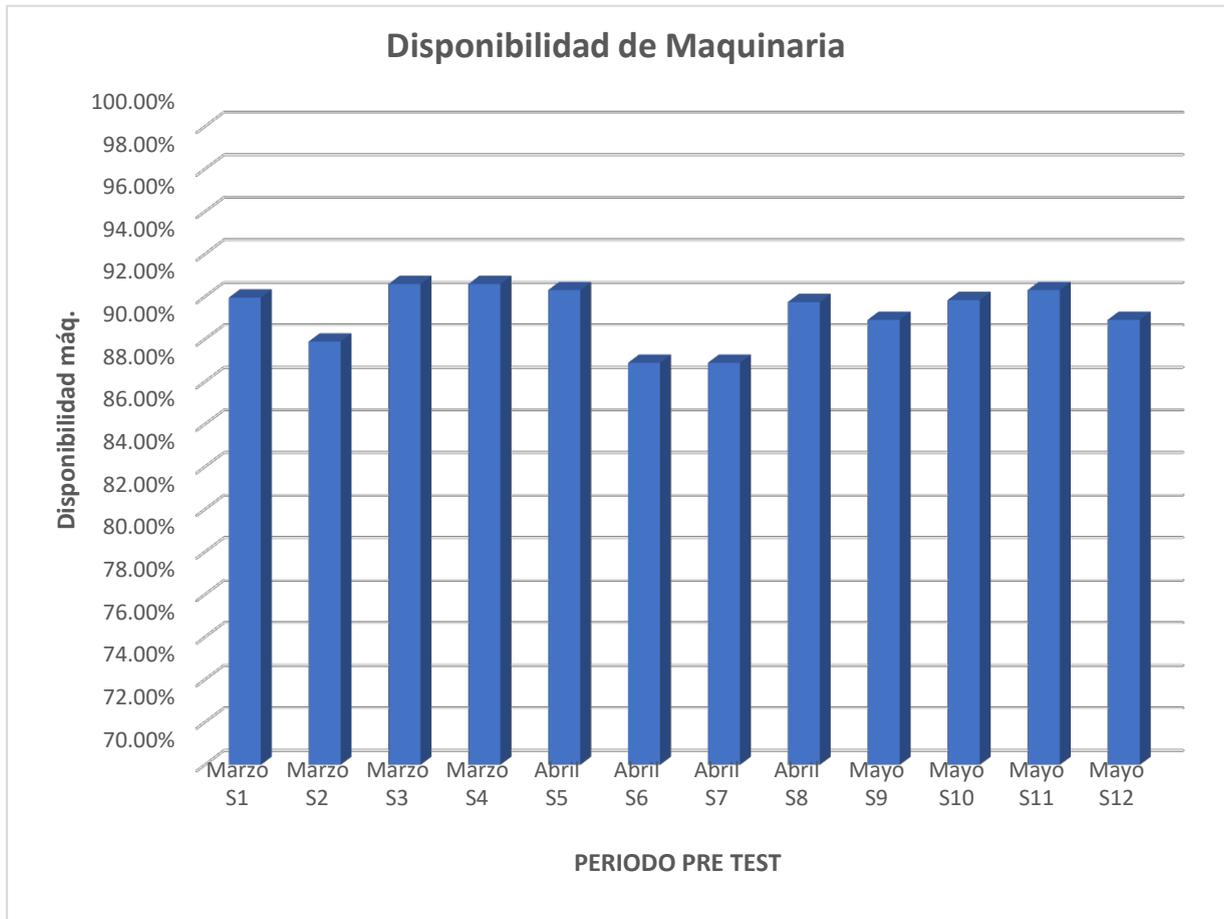


Figura 7. Disponibilidad inicial.

Se muestra el comportamiento de la disponibilidad alcanzada en la etapa inicial, donde el periodo donde se alcanzó el mayor índice correspondió a las semanas 2 y 3 con 92.59%, mientras que en las semanas 6 y 7 se presentaron los periodos con el menor MTRR con 88.89%.

OE3: Plan de mantenimiento preventivo.

Localización de la maquinaria (1ero.):

Se muestran en los anexos 10 y 11 los diagramas de ubicación de los activos dentro de la empresa molinera.

Inventario y Codificación de activos (2do.)

Tabla 6. *Inventario de maquinaria y equipos.*

MAQUINA/EQUIPO	CÓDIGO	FABRICANTE/ORIGEN	CANTIDAD
Elevador 1	ELEV – 1	Hechizo	1
Maquina pre limpia	MPL – 2	Bühler	1
Faja transportadora	FTP – 3	Hechizo	1
Elevador 2	ELEV – 2	Hechizo	1
Elevador 3	ELEV – 3	Hechizo	1
Maquina Descascaradora	MDS - 1/ MDS - 2	Bühler	2
Elevador 4	ELEV – 4	Hechizo	1
Elevador 5	ELEV – 5	Hechizo	1
Meza Paddy	MZP - 1/MZP - 2	Bühler	2
Elevador 6	ELEV – 6	Hechizo	1
Maquina Pulidora	MAP 1	Satake	1
Elevador 7	ELEV – 7	Hechizo	1
Maquina Clasificadora	MCS – 1	Bühler	1
Elevador 8	ELEV – 8	Hechizo	1
Maquina Abrillantadora	MAB - 1 / MAB - 2	Bühler	2
Elevador 9	ELEV – 9	Hechizo	1
Zaranda	ZRD 1	Hechizo	1
Elevador 10	ELEV – 10	Hechizo	1
Maquina Clasificadora	MCF – 2	Sortex	1
Elevador 11	ELEV – 11	Hechizo	1
Maquina selectora	MST 1	Sortex	1
Compresora	CMP 1	Indefinido	1

Fuente: autoría propia.

Se muestran el inventario de los activos que involucra el proceso de pilado de arroz, las cuales son 25 entre maquinaria y equipos, donde se detalla su codificación, marca y número de elementos por cada uno de estos.

Análisis de criticidad de activos (3ero.)

Tabla 7. Criticidad de la maquinaria.

PERIODO EVALUADO: MAYO 2023						
CÓDIGO	MAQUINA CON FALLA ALGUNA	N° DE FALLOS	TIEMPO DE REPARACIÓN (H)	TIEMPO TOTAL	COSTO HORA	COSTO TOTAL
MPL - 2	Máquina Pre limpia	6	3.4	20.4	S/40.00	S/816.00
MDS - 1	Descascaradora	3	3	9	S/40.00	S/360.00
MZP - 1	Mesas PADDY	2	3.75	7.5	S/40.00	S/300.00
MAP 1	Pulidora	2	3.3	6.5	S/40.00	S/260.00
MCS 1	Clasificadora	2	3.75	7.5	S/40.00	S/300.00
MAB - 1	Abrillantadora	2	3.3	6.6	S/40.00	S/264.00
MST 1	Selectora	5	3.7	18.5	S/50.00	S/925.00
CMP 1	Compresora	2	4.3	8.6	S/40.00	S/344.00
ZRD 1	Zaranda	1	4.2	4.2	S/40.00	S/168.00
TOTAL		25				S/3,737.00
CÓDIGO	COSTO	COSTO	% COSTOS	N° DE FALLOS	N° DE FALLOS	% FALLOS
	TOTAL	ACUMULADO	ACUMULADOS	FALLOS	ACUMULADOS	ACUMULADOS
MST 1	S/925.00	S/925.00	24.8%	5	5	20.0%
MPL - 2	S/816.00	S/1,741.00	46.6%	6	11	44.0%
MDS - 1	S/360.00	S/2,101.00	56.2%	3	14	56.0%
MAB - 1	S/344.00	S/2,445.00	65.4%	2	16	64.0%
CMP 1	S/264.00	S/2,709.00	72.5%	2	18	72.0%
MAP 1	S/260.00	S/2,969.00	79.4%	2	20	80.0%
MZP - 1	S/300.00	S/3,269.00	87.5%	2	22	88.0%
MCS 1	S/300.00	S/3,569.00	95.5%	2	24	96.0%
ZRD 1	S/168.00	S/3,737.00	100.0%	1	25	100.0%

Fuente: autoría propia.

La evaluación de criticidad pudo determinar que la máquina Selectora (MST 1) y Pre Limpia (MPL – 2) representan los activos que engloban alrededor del 46.6% del total de los costos de mantenimiento, además del 44% del total de fallos registrados.

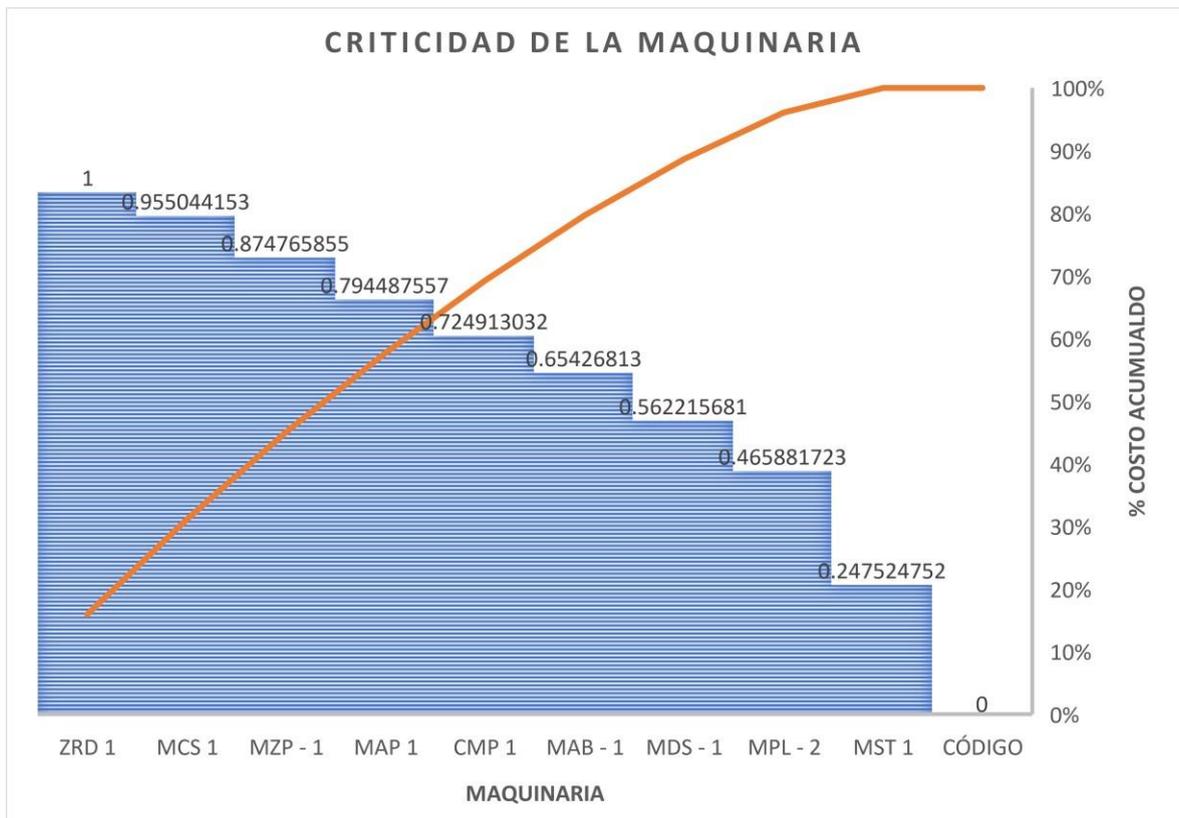


Figura 8. Criticidad de la maquinaria.

La gráfica de Pareto muestra el detalle de cada activo y su respectivo % de complicidad con los costos de mantenimiento, donde la Selectora y Pre Limpia acumulan más del 46% del costo total de mantenimiento.

Selección de maquinaria crítica (4to.)

Se determinó que la maquinaria crítica del proceso es: Selectora – MST 1 y Pre limpia - MPL – 2; y en base al análisis realizado estas representan el 46.6% del total de los costos de mantenimiento, y es por ello que el plan de mantenimiento preventivo se enfocó en estas 2 máquinas.

Codificación de activos críticos (5to.)

Tabla 8. Codificación de las máquinas críticas del proceso.

MÁQUINA 1:		Selector	
AREA DE TRABAJO		PRODUCCIÓN (P)	
CÓDIGO		MST – 1	
POSICIÓN		1	
CODIGO GENERADO	P	MST- 1	1
LECTURA		P-MST-1	
<hr/>			
AREA DE TRABAJO		PRODUCCIÓN (P)	
CÓDIGO		MPL – 2	
POSICIÓN		2	
CODIGO GENERADO	P	MPL2	2
LECTURA		P-MPL-2	

Fuente: autoría propia.

El formato de codificación siguió el modelo descrito en el anexo 12 formato de codificación, el cual toma en cuenta las áreas de trabajo donde se ubica el activo, el código registrado y la posición dentro del área.

Fichas Técnicas de los activos críticos (6to.)

MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C - PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
FICHA TECNICA					
1. DATOS GENERALES					
EQUIPO : Máquina Selectora			CÓDIGO: P-MST-1		
MARCA : Sortex	MODELO: S UltraVisión Tm	PESO: 1225,27 kg			
TIEMPOS DE OPERACIÓN: (X)					
JORNADA LABORAL (8hrs):		INTERMITENTE: SI			
FICHA TÉCNICA N°: 1		CATALOGO: NO		FECHA DE INSTALACIÓN: 12/05/2015	
2. DATOS DEL FABRICANTE Y / O REPRESENTANTE					
NOMBRE: Sortex S.A		TELEFONO: +34 91 692 91 00		DIRECCIÓN: C/ Río 8 Polígono Industrial Las Arenas	
CIUDAD : Madrid, Spain		CORREO : Sortexsales@buhlergroup.com		OTROS DATOS :	
3. SERVICIOS DE OPERACIÓN					
VOLTAJE: 220 - 240 V		AMPERAJE: 30 - Amp.		POTENCIA: 7.4 kw - 8.8 KW	
NEUMATICA: SI		HIDRAULICA: SI		OTROS:	
PRESION DE TRABAJO: N/A		TIPO DE BOMBA: N/A	TTIPO DE FLUIDO: N/A	Compresor de aire de 10 hp	
MOTOR ELECTRICO					
MARCA: Sullair		MODELO: N/A	TIPO: Z125M- 4	SERIE : 3456XG566X	
HP: 11 hp		RPM: 1700 rp/min	TTIPO DE FLUIDO: Aire	AMP : 34 Am	
OBSERVACIONES:					

Figura 9. Ficha técnica máquina Selectora.

MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C - PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
FICHA TECNICA				
1. DATOS GENERALES				
EQUIPO : Máquina Pre Limpia		CÓDIGO: P-MPL-2		
MARCA : Bühler	MODELO: MNML	PESO: 2340 kg		
TIEMPOS DE OPERACIÓN: (X)				
JORNADA LABORAL (8hrs) : SI	INTERMITENTE: SI			
FICHA TÉCNICA N°: 2	CATALOGO: SI			FECHA DE INSTALACIÓN: 10/05/2014
2. DATOS DEL FABRICANTE Y / O REPRESENTANTE				
NOMBRE: SILOMAX INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA		TELEFONO: (43) 2101-0100	DIRECCIÓN: AV. Itamaraty Nº 710 - Rolândia - PR - BRASIL - CEP 86600-460 - Cx. Postal 149	
CIUDAD : Brasil		CORREO : comercial@silomax.com.br	OTROS DATOS :	
3. SERVICIOS DE OPERACIÓN				
VOLTAJE: 220 - 380 V	AMPERAJE: 17 - 3.4 Amp		POTENCIA: 3.7 kw - 2.22 kw y 0.74 kw	
NEUMATICA:	HIDRAULICA:		OTROS:	
PRESION DE TRABAJO: N/A	TIPO DE BOMBA: N/A	TIPO DE FLUIDO:	3 Motores de 5, 3 y 1cv	
MOTOR ELECTRICO				
MARCA: Siemens	MODELO: N/A	TIPO: Y123M - 4	SERIE: N/A	
HP : 5 - 3 Y 1 CV o HP	RPM : 3000 - 1800 Y 600	VOLTS: 220 V - 380 V	AMP : 17 -10 y 3.4	
OBSERVACIONES:				

Figura 10. Ficha técnica máquina Pre Limpia.

Hojas de Vida de los activos críticos (7mo.)

MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
HOJA DE VIDA		Pag. 1		
HOJA DE VIDA N°	FICHA TECNICA	NOMBRE DE EQUIPO	CODIGO DE EQUIPO	
1	1	Selectora	P-MST-1	
UBICACIÓN	MARCA	MODELO	FECHA DE PUESTA EN MARCHA	
PRODUCCIÓN	Sortex	S UltraVisión Tm	10/05/2015	
HISTORIAL DE REPARACIONES				
FECHA	ORDEN DE TRABAJO N°	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	COSTO
5/24/2016	E08	Descalibración del sensor por color	Tercero	S/ 250.00
4/29/2017	M09	Fractura de manguera de aire a presión	Tercero	S/ 300.00
7/05/2019	E10	Descalibrado de pantalla touch	Tercero	S/ 400.00
7/15/2020	E11	Mal enfoque de cámara detectora de defectos	Tercero	S/ 350.00
7/15/2022	M09	Fractura de manguera de aire a presión	Tercero	S/ 340.00

Figura 11. Hoja de Vida - máquina Selectora.

MOINO SAN FRANCISCO S.A.C. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
HOJA DE VIDA		Pag. 2		
HOJA DE VIDA N°	FICHA TECNICA	NOMBRE DE EQUIPO	CODIGO DE EQUIPO	
2	2	Pre limpia	P-MPL-2	
UBICACIÓN	MARCA	MODELO	FECHA DE PUESTA EN MARCHA	
PRODUCCIÓN	SILO MAX INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	MNML	10/05/2014	
HISTORIAL DE REPARACIONES				
FECHA	ORDEN DE TRABAJO N°	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	COSTO
5/22/2015	M04	Desgaste de rodamiento	tercero	S/ 180.00
2/15/2016	M05	Desgaste de fajas	tercero	S/ 200.00
9/10/2016	M01	Robamiento de pernos	tercero	S/ 230.00
3/07/2018	E01	Volado de fusible de caja de control	tercero	S/ 320.00
6/08/2020	M01	Aflojado de tuercas y arandeleas	tercero	S/ 120.00
6/08/2021	M05	Desgaste de fajas	tercero	S/ 340.00
10/07/2022	M04	Desgaste de rodamiento	tercero	S/ 400.00

Figura 12. Hoja de Vida - máquina Pre Limpia.

Actividades de Mantenimiento (8vo.)

Tabla 9. *Actividades de mantenimiento de la maquinaria crítica.*

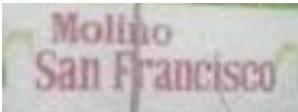
N°	Código	Máquina	Código	Actividades	Frecuencia	
1	P-MST-1	Selectora	A1S	Limpieza e inspección	Día	
			A2S	Inspección y engrase de pistones	Semana	
			A3S	Inspección del aceite del motor	Quincena	
			A4S	Revisión de los cables	Día	
2	PMPL-2	Pre	A1PL	Limpieza e inspección	Día	
			Limpia	A2PL	Limpieza de filtros de aire	Semana
				A3PL	inspeccionar estado de válvulas	Semana
		A4PL		Inspección de estabilizador de voltaje	Día	
		A5PL	Revisar inyectores	Quincena		
		A6PL	Revisar estado de bandejas	Semana		

Fuente: autoría propia.

Las actividades de mantenimiento para ambas máquinas tienen una frecuencia de aplicación diaria, semanal y quincenal, en base actividad a la que se enfoca. Para el activo 1 se desarrollaron 4 actividades, mientras que para el segundo se registraron 6 actividades enfocadas al mantenimiento de este.

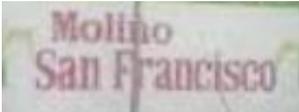
Instructivos de las actividades (9no.)

Tabla 10. *Instructivo - máquina Selectora.*

MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C.			
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
INSTRUCTIVO (Semanal)		N° 1	PAG: 1 de 2
FECHA EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	
12/06/2023	4:00 p. m.	5:00 p. m.	
MÁQUINA	Selectora		
CÓDIGO DEL EQUIPO	CÓDIGO ACTIVIDAD		
P-MST-1	A1S, A2S, A3S, A4S		
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO			
OPERADOR		NOMBRE	
JEFE MTTO	x	Ing. Franco Lozada Pérez	
OPERARIO	x	Jorge Alvitres Meléndez	
CONTRATISTA			
EQUIPO Y MATERIAL NECESARIO			
<ul style="list-style-type: none"> - Juego de llaves - Juego de desarmadores - Plano de la maquinaria - Sensor a cambiar - Multitester - EPPS - Contenedor de residuos - Alicata 			
PROCEDIMIENTO			
<ul style="list-style-type: none"> - Asegurarse del uso de EPPS - Presionar el botón de para de la maquinaria - Desconectar el equipo de la red - Limpiar e inspeccionar el equipo - Engrase de pistones - Revisar el estado y funcionamiento del motor - Verificar el estado del cableado de la máquina - Cerrar tapa de la máquina - Poner en funcionamiento la máquina asegurándose de que funcione correctamente 			
TIEMPO ESTIMADO: 1 hora			

Fuente: autoría propia.

Tabla 11. Instructivo - máquina Pre Limpia.

MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C.			
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
INSTRUCTIVO (Semanal)		N° 2	PAG: 2 de 2
FECHA EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN	
20/06/2023	12:00 p. m.	1:00 p. m.	
MÁQUINA	Pre Limpia		
CODIGO DEL EQUIPO	CODIGO ACTIVIDAD		
P-MPL-2	A1PL, A2PL, A3PL, A4PL, A5PL, A6PL		
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO			
OPERADOR		NOMBRE	
JEFE MTTO	x	Ing. Franco Lozada Pérez	
OPERARIO	x	Jorge Alvitres Meléndez	
CONTRATISTA			
EQUIPO Y MATERIAL NECESARIO			
<ul style="list-style-type: none"> - Juego de llaves - Juego de desarmadores - Grasa - Multitester - EPPS - Franela 			
PROCEDIMIENTO			
<ul style="list-style-type: none"> - Asegurarse del uso de EPPS - Presionar el botón de para de la maquinaria - Desconectar el equipo de la red - Retirar tapa de la máquina - Limpiar el equipo con franela - Revisar filtros de aire - Limpiar filtros de aire - Revisar estado de las válvulas - Revisar el voltaje del equipo - Revisar los inyectores - Escanear el equipo - Tapar el equipo y asegurar - Conectar la maquina a la red de energía - Poner en funcionamiento la maquina asegurándose de que funcione correctamente 			
TIEMPO ESTIMADO: 1 hora			

Fuente: autoría propia.

Figura 13. Cronograma de actividades de mantenimiento.

OE4: Disponibilidad de maquinaria post aplicación

Tabla 12. *MTBF post.*

PERIODO 2023 SEMANA	Tiempo medio entre fallas (MTBF)		
	Tiempo total de funcionamiento (h)	N° de fallas	MTBF (tiempo total de funcionamiento/n° de fallas)
Agosto S1	96	2	48.00
Agosto S2	108	2	54.00
Agosto S3	96	1	96.00
Agosto S4	108	2	54.00
Septiembre S5	108	1	108.00
Septiembre S6	102	2	51.00
Septiembre S7	96	2	48.00
Septiembre S8	102	1	102.00
Octubre S9	108	2	54.00
Octubre S10	96	2	48.00
Octubre S11	96	1	96.00
Octubre S12	96	2	48.00
			67.25

Fuente: elaboración propia.

Se logró determinar un MTBF – tiempo medio entre fallas de 67.25 horas trabajadas entre cada falla ocurrida en la maquinaria, correspondiente a la etapa posterior, basados en el número de horas de funcionamiento de los activos y la cantidad de fallas ocurridas en cada una de las semanas trabajadas.

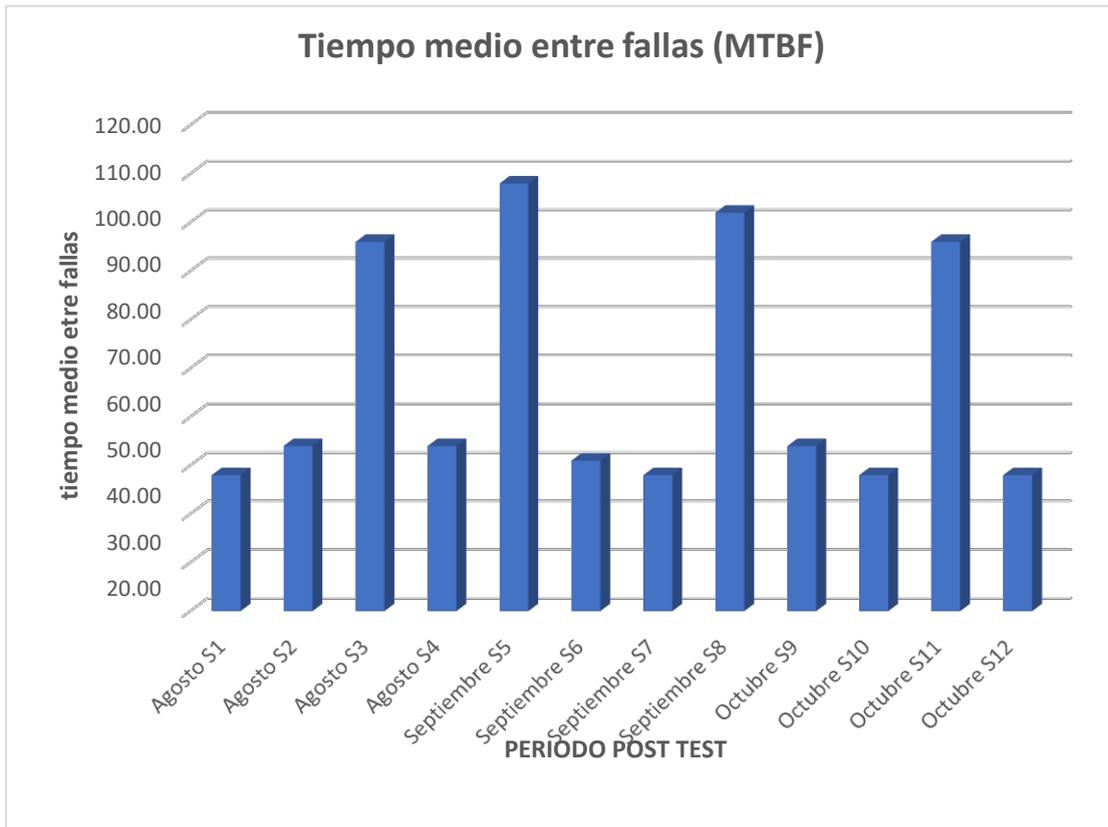


Figura 14. MTBF post.

De la gráfica se puede apreciar que el periodo donde se alcanzó un mayor índice de MTBF correspondió a la semana 5 con 108 horas/fallo, mientras que en la semana 1 se presentó el periodo con el menor MTBF con 48 horas/fallo.

Tabla 13. *MTRR post.*

PERIODO 2023		Tiempo medio de reparación (MTRR)	
SEMANA	Tiempo total de inactividad (h)	N° de fallas	MTRR (tiempo total de inactividad/n° de fallas)
Agosto S1	3.00	2	1.50
Agosto S2	1.50	2	0.75
Agosto S3	3.00	1	3.00
Agosto S4	3.60	2	1.80
Septiembre S5	3.00	1	3.00
Septiembre S6	2.70	2	1.35
Septiembre S7	2.70	2	1.35
Septiembre S8	3.30	1	3.30
Octubre S9	2.40	2	1.20
Octubre S10	3.00	2	1.50
Octubre S11	3.30	1	3.30
Octubre S12	2.70	2	1.35
			1.95

Fuente: elaboración propia.

Se pudo establecer un MTRR – tiempo medio de reparación de 1.95 horas inactivas (de reparación) por cada falla suscitada en la maquinaria en la etapa post de evaluación, esto en base al número de horas de inactividad de la maquinaria y el número de fallas ocurridas en cada una de las semanas trabajadas.

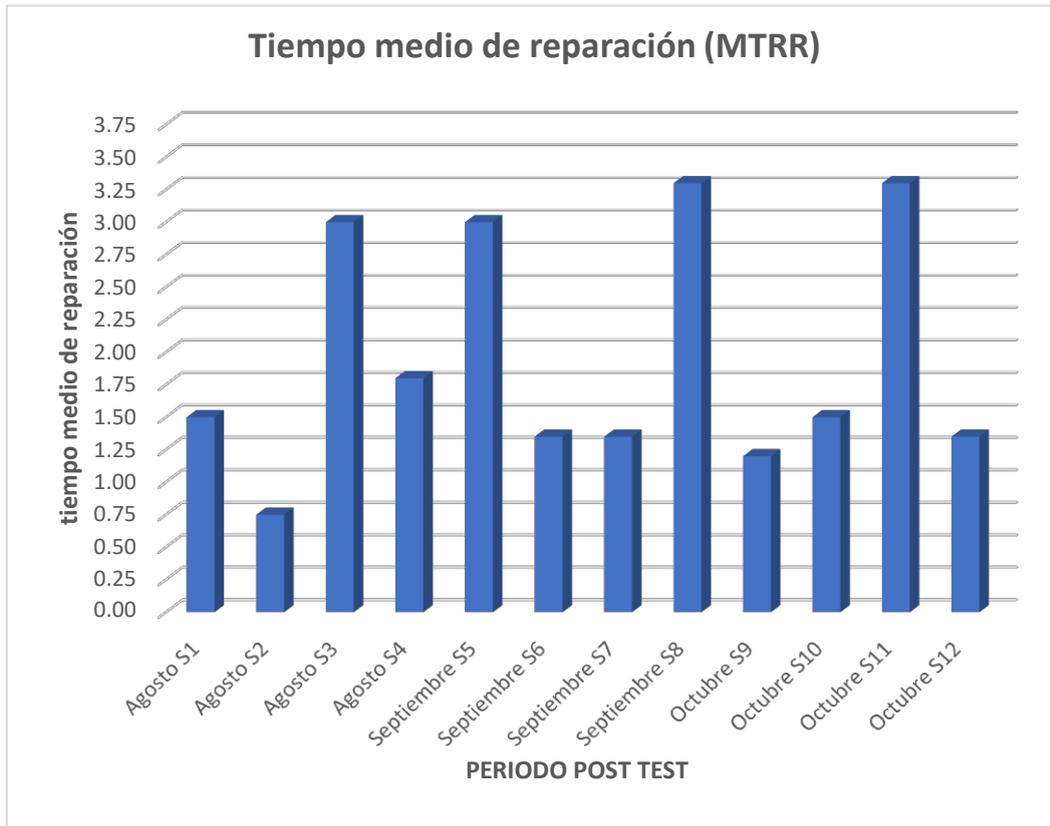


Figura 15. MTRR post.

Se detalla la gráfica del tiempo medio de reparación donde se aprecia que el periodo donde se alcanzó uno de los mayores índices de MTRR correspondió a las semanas 8 y 11 con 3.3 horas/falla, mientras que en la semana 2 se presentó el periodo con el menor MTRR con 0.75 horas/fallo.

Tabla 14. *Disponibilidad post.*

PERIODO 2023		Disponibilidad de Maquinaria (D)	
MES	MTBF	MTRR	$\frac{MTBF}{(MTBF + MTRR)} \times 100$
Agosto S1	48.00	1.50	96.97%
Agosto S2	54.00	0.75	98.63%
Agosto S3	96.00	3.00	96.97%
Agosto S4	54.00	1.80	96.77%
Septiembre S5	108.00	3.00	97.30%
Septiembre S6	51.00	1.35	97.42%
Septiembre S7	48.00	1.35	97.26%
Septiembre S8	102.00	3.30	96.87%
Octubre S9	54.00	1.20	97.83%
Octubre S10	48.00	1.50	96.97%
Octubre S11	96.00	3.30	96.68%
Octubre S12	48.00	1.35	97.26%
			97.24%

Fuente: elaboración propia.

Se estableció una disponibilidad de la maquinaria de 97.24% en promedio, basados en los datos obtenidos de tiempo medio entre cada falla (MTGF) y de reparación (MTRR) de las tablas anteriores.

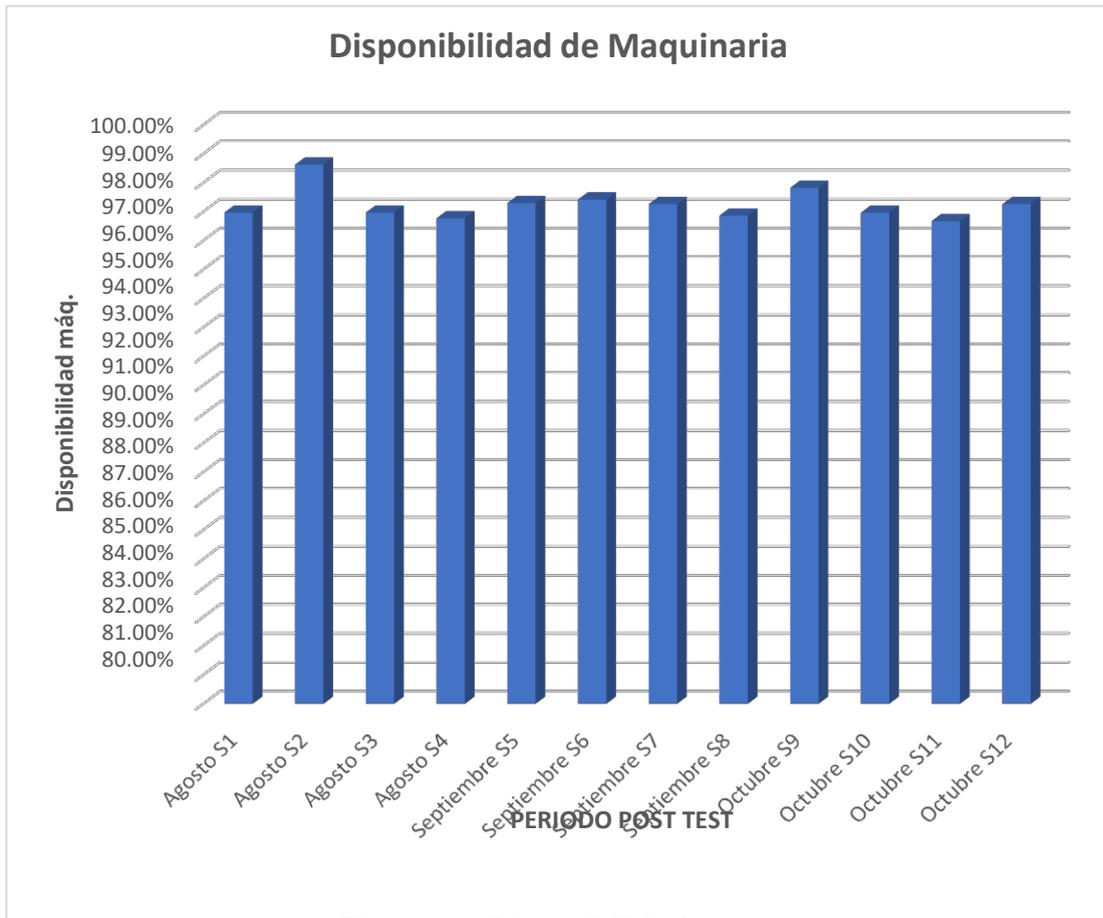


Figura 16. Disponibilidad post.

Se muestra el comportamiento de la disponibilidad alcanzada en la etapa post, donde el periodo donde se alcanzó el mayor índice correspondió a la semana 2 con 98.63%, mientras que en la semana 11 se presentó el periodo con el menor MTRR con 96.68%.

Tabla 15. *Análisis comparativo pre y post aplicación.*

ETAPA	MTBF	MTRR	Disponibilidad
Pre (antes)	26.57	2.52	91.23%
Post (después)	67.25	1.95	97.24%

Fuente: autoría propia.

En la etapa inicial se obtuvo una disponibilidad de maquinaria de del 91.23%, mientras que luego de la aplicación del mantenimiento preventivo la disponibilidad de maquinaria fue al 97.24%; representando una mejora del 6.59%.

Análisis inferencial - Prueba de Hipótesis

Prueba de Normalidad – Shapiro Wilk (datos < 35)

Si $p > 0.050$ se aprueba H_1 : los datos son normales.

Si $p < 0.050$ se aprueba H_2 : los datos no son normales.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
difer	,277	12	,011	,844	12	,031

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 17. Prueba de normalidad.

Fuente: SPSS v.25.

Se establece que los datos no representan una distribución normal, ya que se obtuvo un resultado de $p = 0.031$, siendo este menor que 0.050. En base a ello la prueba de hipótesis aplicada fue la prueba no paramétrica Wilcoxon.

Prueba no paramétrica Wilcoxon

Si $p < 0.050$ se aprueba H_1 : se mejora la disponibilidad de maquinaria.

Si $p > 0.050$ se aprueba H_0 : no se mejora la disponibilidad de maquinaria.

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon				
Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
eval_post - eval_inic	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	12 ^b	6,50	78,00
	Empates	0 ^c		
	Total	12		

a. eval_post < eval_inic
b. eval_post > eval_inic
c. eval_post = eval_inic

Estadísticos de prueba^a

	eval_post - eval_inic
Z	-3,061 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Figura 18. Prueba Wilcoxon.

Fuente: SPSS v.25.

Se obtuvo una significancia equivalente a $p=0.002$, siendo menor que 0.050, reafirmando y aceptando la hipótesis de investigación. Se concluye que el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la maquinaria en la empresa molinera.

V. DISCUSIÓN

Producto del análisis inicial realizado en la entidad molinera en la etapa de pre test, los investigadores lograron determinar que los factores raíz, responsables de la problemática existente en la cadena de valor, correspondían a fallas y averías de los activos, los tiempos de parada de la maquinaria, la ausencia de un programa de mantenimiento y la deficiente calibración de activos; los cuales equiparaban un total del 76% del total del registro acumulados e incidencia en la cadena productiva durante la evaluación realizada. Estos hallazgos se realizaron en base al análisis bajo las herramientas de calidad de Ishikawa, que establecieron las causas del problema, y Pareto, que permitió determinar los factores críticos causantes de la problemática de la institución.

Los resultados que se detallaron en este trabajo, pertenecientes al periodo de estudio inicial del problema, se asemejan y guardan relación con los alcances presentados por Álvarez y Hernández (2020), quienes efectuaron su estudio en una organización de energía, donde los autores citados alcanzaron a establecer los fenómenos o factores principales que acontecía la realidad problemática, relacionados con fallos y averías en la maquinaria y la parada no prevista de los activos lo que a su vez generaba el stand-by de las operaciones, alcanzando de este modo un indicador de 89% de disponibilidad inicial de los activos.

Del mismo modo Muñoz y Cantos (2021), analizando la coyuntura inicial de una empresa industrial permitieron el alcance del problema presente en la entidad, predominado la incidencia de los factores de parada de maquinaria y el poco seguimiento y gestión del plan de mantenimiento para los activos del proceso; donde pudo alcanzar una disponibilidad previa del 90% de la maquinaria.

Luego de realizada la evaluación previa, se pudo llevar a cabo la medición de los índices iniciales de disponibilidad de los activos, los cuales se acentuaron en un MTBF (tiempo medio entre fallas) de 26.57 horas, un MTRR (tiempo medio de reparación) de 2.52 horas y un indicador inicial de disponibilidad del 91.23 % en promedio durante cada semana de operaciones en la entidad molinera.

Álvarez y Hernández (2020), en su estudio en una organización de energía, lograron alcanzar un indicador de 89% de disponibilidad inicial de los activos.

Del mismo modo Muñoz y Cantos (2021), en una empresa industrial permitieron alcanzar una disponibilidad previa del 90% de la maquinaria del proceso.

Así también López, Trinchet y Pérez (2021) determinaron como indicador de disponibilidad inicial de maquinaria un 89% en una entidad metalúrgica.

Estos resultados que se muestran con la finalidad de comparar resultados, adquieren un fundamento teórico comprobado y avalado por la ciencia y por otros investigadores, como Díaz, Catari, Murga y Quezada (2020), quienes comentan que disponibilidad trata de la capacidad que tiene una maquinaria o equipo de estar disponible y en correcto funcionamiento.

También, Chávez, Jiménez y Cucuri (2020) define disponibilidad de maquinaria como el rendimiento ideal de los activos (máquinas y equipos) en un momento y espacio determinado, para así generar un estadístico del tiempo de funcionamiento de cada uno de ellos.

El desarrollo de esta indagación científica se realizó en la empresa molinera San Francisco S.A.C. con el fin de determinar el impacto del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de maquinaria, donde los investigadores se vieron enfrentados a diversos factores que limitaron en parte el desarrollo de esta investigación, resaltando el poco acceso a la data numérica de los tiempos de operación de la maquinaria durante el periodo evaluado que determine el tiempo medio entre fallos. A pesar de esto, se logró concluir satisfactoriamente el desarrollo del estudio, denotando compromiso, carácter frente a las adversidades y trabajo en equipo.

La aplicación del mantenimiento preventivo en la empresa abarcó diversas etapas, iniciando con la localización de los activos (1), inventario de los mismos (2), criticidad de activos (3), selección (4) y codificación de activos críticos (5), fichas técnicas (6), hojas de vida (7), actividades preventivas (8), instructivos (9) y cronograma de actividades (10); en la cual el equipo de investigación logró centrar el mantenimiento a los activos Selectora y Pre Limpia ya que conllevaban el 44%

de los costos acumulados de mantenimiento según data histórica de la empresa molinera.

El procedimiento de ejecución del plan de mantenimiento guarda equivalencia con los estudios efectuados en otros trabajos, como el visto por Castillo y Michalus (2022), quienes realizaron la aplicación del mantenimiento en una entidad comercial, desarrollando su plan desde la localización y codificación de maquinaria y equipos de la cadena de valor de la organización hasta la ejecución de cada actividad planificada para los diversos activos en estudio.

Así también Canahua (2021) en su investigación en una empresa logística desarrolló su plan de mantenimiento enfocado en los vehículos del comercio y transporte de mercadería, donde se ejecutaron las diversas actividades de mantenimiento en base a instructivos planteados por el investigador, culminado con éxito este estudio.

Estos hallazgos y aplicación se fundamenta también con conocimiento y bases teóricas comprobadas, donde Azoy (2018) define la gestión de mantenimiento como un proceso sistematizado bajo el cual se procura dar un seguimiento a cada uno de los activos como máquinas y equipos que posee una empresa y que intervienen dentro de la cadena de valor.

En la misma línea, Alfonso, Benitez y Castellano (2021) agregan que la gestión del mantenimiento procura la optimización de los recursos (máquinas) bajo la misión y tarea de mejorar su rendimiento y prolongar la vida útil y operativa de cada uno de los activos, asegurando así el óptimo funcionamiento de un sistema productivo.

Además, Pillado, Castillo y Riva (2022) el mantenimiento preventivo representa la correcta gestión de activos, acreedora de la capacidad de promover el aumento de la productividad y es partícipe en la reducción de costos y gastos en relación al mantenimiento tradicional como lo es el de tipo correctivo.

Finalmente, luego de la aplicación del mantenimiento, el equipo de trabajo determinó como indicadores de disponibilidad de maquinaria los siguientes resultados: MTBF (tiempo medio entre fallas) de 67.25 horas, un MTRR (tiempo medio de reparación) de 1.95 horas y un indicador inicial de disponibilidad del 97.24

% en promedio semanal durante la segunda etapa de evaluación, acentuando en primera instancia y a comparativa simple una mejora significativa.

En otras investigaciones, luego de la aplicación del mantenimiento se lograron resultados similares a este trabajo como el de Ortiz (2020), quien pudo lograr alcanzar un indicador de 95% de disponibilidad final de los activos, una mejora notoria en comparación al resultado inicial (88%).

Del mismo modo Trujillo, Chavez y Utrilla (2021), se permitieron alcanzar una disponibilidad post aplicación del 96% de la maquinaria del proceso.

Y Mendoza y Rosenthal (2022) pudieron determinar como indicador de disponibilidad final de maquinaria un 95% en una entidad metalúrgica.

Los hallazgos son avalados teóricamente por conocimiento comprobado y avalado, como lo argumenta Díaz, Catari, Murga y Quezada (2020), quienes comentan que disponibilidad trata de la capacidad que tiene una maquinaria o equipo de estar disponible y en correcto funcionamiento.

Y Chávez, Jiménez y Cucuri (2020) define disponibilidad de maquinaria como el rendimiento ideal de los activos (máquinas y equipos) en un momento y espacio determinado, para así generar un estadístico del tiempo de funcionamiento ideal.

El impacto del mantenimiento preventivo en la disponibilidad de la maquinaria en la empresa arrocera fue significativo ya que se logró mejorar la disponibilidad de los activos en un 6.59%, partiendo de un indicador de 91.23% a alcanzar un índice de 97,24% de disponibilidad de maquinaria.

Por último, la hipótesis se logra contrastar estadísticamente por medio de una prueba no paramétrica (Wilcoxon) en el programa SPSS, donde se alcanzó una significancia equivalente a $p=0.002$, lo que aceptó la hipótesis de esta investigación y aportando con fundamento un nuevo conocimiento a la ciencia y siendo este trabajo como punto de partida como un antecedente próximas investigaciones.

VI. CONCLUSIONES

1. Del análisis inicial se logró determinar que los factores responsables de la problemática correspondían a fallas y averías de los activos, tiempos de parada de la maquinaria, ausencia de un programa de mantenimiento y la deficiente calibración de activos (análisis de Ishikawa); los cuales representaron el 76% del total del registro acumulados durante la evaluación realizada (análisis de Pareto).
2. Se determinó en un MTBF (tiempo medio entre fallas) de 26.57 horas, un MTRR (tiempo medio de reparación) de 2.52 horas y un indicador inicial de disponibilidad del 91.23 % en promedio durante cada semana de operaciones en la entidad molinera.
3. La aplicación del mantenimiento preventivo inició con la localización de los activos (1), inventariado (2), criticidad de activos (3), selección (4) y codificación de activos críticos (5), fichas técnicas (6), hojas de vida (7), actividades preventivas (8), instructivos (9) y cronograma de actividades (10); centrado el mantenimiento a los activos Selectora y Pre Limpia ya que conllevaban el 44% de los costos acumulados de mantenimiento.
4. Se determinó un MTBF (tiempo medio entre fallas) de 67.25 horas, un MTRR (tiempo medio de reparación) de 1.95 horas y un indicador inicial de disponibilidad del 97.24 % en promedio semanal durante la segunda etapa de evaluación, acentuando en primera instancia y a comparativa simple una mejora significativa.
5. El impacto del mantenimiento preventivo en la disponibilidad de la maquinaria en la empresa arrocera fue significativo, logrando mejorarla +6.59%, partiendo de un indicador de 91.23% a alcanzar un índice de 97,24% de disponibilidad de maquinaria.

VII. RECOMENDACIONES

Se aconseja a la organización que mediante la coordinación de las áreas de mantenimiento y producción consideren y acoplen esta propuesta de mejora como la base de un plan mucho más amplio y sólido enfocado en mantener la vida operativa de los activos, para de este modo garantizar buenos índices de disponibilidad de los activos.

A cercanos investigadores se les orienta a realizar una evaluación más a profundidad sobre este tema, con el propósito de poder desarrollar el plan de mantenimiento de manera horizontal al conjunto de activos mecánicos de la empresa de turno, y así se poder alcanzar indicadores de disponibilidad más concisos.

La organización debe de enfocar más esfuerzos en encontrar mejoras con miras a garantizar el buen rendimiento de la maquinaria y del proceso en sí, mediante diversas herramientas de mejora que ofrece la ingeniería y que impacte de manera positiva en la cadena de valor del proceso de pilado.

Se recomienda a la empresa gestionar los recursos necesarios para realizar un seguimiento personalizado al estado y funcionamiento de cada uno de los activos que anticipe la detección de una eventual avería o fallo y así tomar las medidas necesarias en el lugar y momento adecuado y exacto.

REFERENCIAS

1. ACEVEDO BORREGO, ADOLFO, LINARES BARRANTES, CAROLINA, CACHAY BOZA, ORESTES INVESTIGACIÓN EN LA ACCIÓN. UN EJEMPLO DE ESTUDIO EXPERIMENTAL EN EL MERCADEO DE SERVICIOS. *Industrial Data* [en línea]. 2018, 16(2), 79-85[fecha de Consulta 20 de Abril de 2023]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81632390010>
2. Álvarez Zaldívar, Deivis, Hernández Areu Orestes Propuesta de un nuevo programa de mantenimiento a los motores hyundai de grupos fuel oil. *Ingeniería Energética* [en línea]. 2020, XLI(2), 1-8[fecha de Consulta 21 de Abril de 2023]. ISSN:1815-5901. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329164306004>
3. ALFONSO LLANES, Aramis; BENITEZ SANCHEZ, Rosbel; CASTELLANOS CASTILLO, José Ramón y GARCIA FLEITES, Alexis Orlando. ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN LA UEB DERIVADOS “HERIBERTO DUQUESNE”. *cen. az.* [online]. 2021, vol.48, n.2 [citado 2023-04-21], pp.35-44. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612021000200035&lng=es&nrm=iso>. Epub 01-Abr-2021. ISSN 0253-5777.
4. Azoy Capote, Andy Diagnóstico de la gestión del mantenimiento en una Unidad Empresarial de Base de Artemisa, Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola* [en línea]. 2018, 5(4), 10-13[fecha de Consulta 20 de Abril de 2023]. ISSN: 2306-1545. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586261427002>
5. Cadena-Iñiguez, Pedro , Rendón-Medel, Roberto , Aguilar-Ávila, Jorge , Salinas-Cruz, Eileen , de la Cruz-Morales, Francisca del Rosario , Sangerman-Jarquín Dora Ma. Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea]. 2018, 8(7), 1603-1617[fecha de Consulta 20 de Abril de 2023]. ISSN: 2007-0934. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153520009>

6. CANAHUA APAZA, Nohemy. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. Ind. data [online]. 2021, vol.24, n.1 [citado 2023-04-20], pp.49-76. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000100049&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1560-9146. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>.
7. Castillo, Silvana Elizabet, MichalusJuan Carlos APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DEL MODO DE FALLAS Y EFECTOS EN CADENAS DE SUMINISTRO AGROINDUSTRIALES DE PEQUEÑA ESCALA. Revista Científica "Visión de Futuro" [en línea]. 2023, 27(1), 199-223[fecha de Consulta 25 de Abril de 2023]. ISSN: 1669-7634. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357972230011>
8. Chávez-Cadena, Marco Iván, Jiménez-Cargua, Jaime Wilson, Cucuri-PushugMirian Isabel Análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) del sistema de reinyección de agua de formación. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía [en línea]. 2020, 5(9), 249-267[fecha de Consulta 5 de Mayo de 2023]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576869060014>
9. Díaz-Contreras, Carlos A., Catari-Vargas, David A., Murga-Villanueva, Corazon De Jesús, Díaz-Vidal, Gabriela A., Quezada-LaraVania F. EFECTIVIDAD GENERAL DE EQUIPOS (OEE) AJUSTADO POR COSTOS. Interciencia [en línea]. 2020, 45(3), 158-163[fecha de Consulta 5 de Mayo de 2023]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33962773006>
10. El arroz, el cereal de las mesas [en línea]. Minagri (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). 2022. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/26-sector-agrario/arroz>
11. López-Nuñez, Jorge, Trinchet-Varela, Carlos Alberto, Pérez-Rodríguez, Roberto, Vargas-GuativaJavier Andrés Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. Ingeniería Mecánica [en

- linea]. 2021, 24(1), 1-14[fecha de Consulta 21 de Abril de 2023]. ISSN: 1815-5944. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225169340001>
12. Mago Ramos, María Gabriela, Rocha Pachón Sebastián. Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS. Ciencia y Poder Aéreo [en línea]. 2021, 16(2), 98-111[fecha de Consulta 25 de Abril de 2023]. ISSN: 1909-7050. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673571919007>
13. MARRERO-HERNANDEZ, Rogej A. et al. La planificación del mantenimiento, su importancia en la gestión de los activos. Ing. Ind. [online]. 2022, vol.43, suppl.1 [citado 2023-04-11], pp.108-124. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362022000400108&lng=es&nrm=iso>. Epub 18-Dic-2022. ISSN 1815-5936.
14. Mendoza, Junelly y Rosenthal, Raul. Aplicación de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos UPS de la empresa Theltacom SAC Lima. 2022. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32560>
15. MERCADO, VERENA y PENA, JOSÉ BERNARDO. Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. Saber [online]. 2018, vol.28, n.1 [citado 2023-05-30], pp.99-105. Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622016000100010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2343-6468.
16. Morejón Mesa, Yanoy , Uttaro Nardone, Felipe , Miranda Caballero, C. Alexander Análisis de la disponibilidad técnica de la cosechadora CaseAustoft 7000 en el Estado Trujillo, Venezuela. Revista Ingeniería Agrícola [en línea]. 2018, 5(1), 3-7[fecha de Consulta 30 de Mayo de 2023]. ISSN: 2306-1545. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586261424001>

17. Muñoz Cevallos, Jorge Luís, Cantos Macías Manuel Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria de conservas de atún. Científica [en línea]. 2021, 25(2), 1-24 [fecha de Consulta 21 de Abril de 2023]. ISSN: 1665-0654. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61466617005>
18. Ocampo Botello, Fabiola, Sánchez Pérez, Karoll Rebeca, Pérez Vera, Monserrat Gabriela. Aplicación de la metodología de la investigación para identificar las emociones. RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo [en línea]. 2018, 6(11), [fecha de Consulta 23 de Mayo de 2023]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498150319048>
19. Ortiz Caballero, S. J. Gestión de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los camiones de acarreo de mineral a tajo abierto o revisión de literatura científica. 2020. Disponible en https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_5cf76cbc122f5432ceba51a5a4e0000a
20. PAEZ ADVINCULA, Rafael Rosell. Importancia de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial. Ind. data [online]. 2022, vol.25, n.1 [citado 2023-05-05], pp.137-156. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932022000100137&lng=es&nrm=iso>. Epub 31-Jul-2022. ISSN 1560-9146. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v25i1.21224>.
21. PILLADO PORTILLO, Martín; CASTILLO PEREZ, Velia Herminia y RIVA RODRIGUEZ, Jorge de la. Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. RIDE. Rev. Iberoam. Investig. Desarro. Educ [online]. 2022, vol.12, n.24 [citado 2023-04-25], e055. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672022000100055&lng=es&nrm=iso>. Epub 15-Ago-2022. ISSN 2007-7467. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1218>.

22. RAMOS DIAZ, R; VINA ROMERO, MM y GUTIERREZ NICOLAS, F. Investigación aplicada en tiempos de COVID-19. Rev. OFIL-ILAPHAR [online]. 2020, vol.30, n.2 [citado 2023-04-20], pp.93-93. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-714X2020000200093&lng=es&nrm=iso>. Epub 15-Mar-2021. ISSN 1699-714X. <https://dx.doi.org/10.4321/s1699-714x2020000200003>.
23. Rétali, Alejandro Ética de la Investigación. Integridad Científica: Autores Koepsell, D y Ruiz de Chávez, M. México: Editarte. 180 pp. Revista de Investigación [en línea]. 2017, 41(91), 163-164 [fecha de Consulta 30 de Mayo de 2023]. ISSN: 0798-0329. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376156277012>
24. Rozo Castillo, Jairo A., Pérez-Acosta Andrés M. Ética e investigación científica: una perspectiva basada en el proceso de publicación. Persona [en línea]. 2019, 22(1), 11-25 [fecha de Consulta 20 de Abril de 2023]. ISSN: 1560-6139. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=147160261001>
25. Sánchez, Cesáreo, Alarcón y Martínez. Mantenimiento predictivo para el uso eficiente de agitadores industriales en destiladores y reactores. Revista DYNA [en línea]. 2021, 96(1), 17-21 [fecha de Consulta 10 de abril de 2023]. ISSN: 0012-7361. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7714383>
26. Santos Fuentefría, Ariel, Salgado Duarte, Yorlandys, Martínez del Castillo Serpa, Alfredo Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. Ingeniería Energética [en línea]. 2018, XXXIX(3), 157-167 [fecha de Consulta 30 de Mayo de 2023]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329158816003>
27. Terán-Bustamante, Antonia, Martínez-Velasco, Antonieta, Ramírez-Castillo, Claudia Estrella Confiabilidad y validez de un instrumento de selección de capital humano. Revista Mexicana de Economía y Finanzas. Nueva Época / Mexican Journal of Economics and Finance [en línea]. 2020, 15(3), 435-454 [fecha de Consulta 7 de Junio de 2023]. ISSN: 1665-5346. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423765208008>

28. Trujillo Guarderas, Giovanni León, Chavez Irazabal, Wilbert, Utrilla SalazarDario Implementación de un plan estratégico de mantenimiento del sistema de telecomunicaciones y su relación con la operatividad de un hospital regional. Industrial Data [en línea]. 2022, 25(1), 37-50[fecha de Consulta 21 de Abril de 2023]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81672183002>
29. Vargas-Vargas, Irina, Estupiñán-Díaz, Santiago, Díaz-Molina, Arnaldo Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar [en línea]. 2018, 51(2), 10-16[fecha de Consulta 20 de Abril de 2023]. ISSN: 0138-6204. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251002>
30. VILLAR LEDO, Leisis et al. Análisis de herramientas para el diagnóstico de la gestión del mantenimiento. Universidad y Sociedad [online]. 2022, vol.14, n.1 [citado 2023-04-11], pp.493-510. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000100493&lng=es&nrm=iso>. Epub 10-Feb-2022. ISSN 2218-3620.
31. Viscaíno CUZCO, Mayra; VILLACRES-PARRA, Sergio; GALLEGOS-LONDONO, César y NEGRETE-COSTALES, Hernán. Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del instituto ecuatoriano de seguridad social de la zona 3 del Ecuador. Ingenius [online]. 2019, n.22 [citado 2023-04-21], pp.59-71. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2019000200059&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1390-860X.
32. CUBA, Juan. Aplicación del mantenimiento productivo total para aumentar la productividad en el proceso de operación de la motoniveladora 16m en el área de mantenimiento de equipo pesado tecsup-Santa Anita: Universidad César Vallejo. Facultad de ingeniería. 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12421>

33. Actis di Pasquale, Eugenio, Balsa, Javier La técnica de escalamiento lineal por intervalos: una propuesta de estandarización aplicada a la medición de niveles de bienestar social. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa [en línea]. 2017, 23(), 164-196[fecha de Consulta 19 de octubre de 2023]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233151826008>
34. CARBALLO BARCOS, Miriam y GUELMES VALDES, Esperanza Lucía. Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. Universidad y Sociedad [online]. 2016, vol.8, n.1 [citado 2023-11-02], pp.140-150. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100021&lng=es&nrm=iso. ISSN 2218-3620
35. Pulido Polo, Marta Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Opción [en línea]. 2018, 31(1), 1137-1156[fecha de Consulta 19 de octubre de 2023]. ISSN: 1012-1587. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>
36. Laurencio, Rossy Lorena , Aguirre, Patricia del Carmen , Casco López, Javier , Anaya, María del Pilar INVESTIGACIÓN APLICADA E INTERDISCIPLINARIEDAD EN LAS CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN. Prisma Social [en línea]. 2018, (11), 294-320[fecha de Consulta 23 de octubre de 2023]. ISSN: 1989-3469. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353744535009>
37. De Santacruz, Cecilia , Tamayo Martínez, Nathalie , Camacho, Jhon , Rodriguez, Maria Nelcy , Rodriguez, Viviana , Moreno, Socorro , Gómez-Restrepo, Carlos Diseño e implementación de los instrumentos de recolección de la Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2016. Revista Colombiana de Psiquiatría [en línea]. 2018, 45(1), 9-18[fecha de Consulta 3 de octubre de 2023]. ISSN: 0034-7450. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80650839003>

38. Ventura-León, José Luis ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista Cubana de Salud Pública [en línea]. 2018, 43(4), 648-649[fecha de Consulta 3 de octubre de 2023]. ISSN: 0864-3466. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21453378014>
39. Gabriel-Ortega , Julio Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. Journal of the Selva Andina Research Society [en línea]. 2018, 8(2), 145-146[fecha de Consulta 3 de octubre de 2023]. ISSN: 2072-9294. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361353711008>
40. VALENCIA, Shirley. Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la Productividad en la línea de fabricación de hilos acrílicos de la empresa Hilados Cheviot E.I.R.L., San Juan de Lurigancho, 2018. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo. Facultad de ingeniería, 2016, 230 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1965>

<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Disponibilidad</p>	<p>Díaz, Catari, Murga y Quezada (2020) comentan que es la capacidad que tiene una maquinaria o equipo de estar disponible y con correcto funcionamiento para el desarrollo de sus actividades bajo un estado ideal de funcionamiento y en el momento y espacio requerido.</p>	<p>La disponibilidad de los equipos o maquinaria está sujeta a los índices del tiempo medio entre fallos (MTBF) tiempo medio de reparación (MTRR) (Paez, 2022).</p>	<p>Disponibilidad de maquinaria</p>	$D = \left(\frac{\diamond T B F}{\diamond \diamond \diamond \diamond \diamond F -} \right) \times 100$ $\diamond \diamond \diamond RR$ <p>MTBF = tiempo medio entre fallas MTTR= Tiempo medio para reparar</p>	<p>Razón</p>
--	--	---	-------------------------------------	---	--------------

Anexo 3. Ficha de registro de disponibilidad inicial de maquinaria.

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE DISPONIBILIDAD INICIAL

EMPRESA	MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C.		
PERIODO 2023	Tiempo medio entre fallas (MTBF)		
SEMANA	Tiempo total de funcionamiento (h)	N° de fallas	MTBF (tiempototal de funcionamiento/n° de fallas)
Marzo S1			
Marzo S2			
Marzo S3			
Marzo S4			
Abril S5			
Abril S6			
Abril S7			
Abril S8			
Mayo S9			
Mayo S10			
Mayo S11			
Mayo S12			

EMPRESA			
PERIODO 2023	Tiempo medio de reparación (MTRR)		
SEMANA	Tiempo total de inactividad (h)	N° de fallas	MTRR (tiempototal de inactividad/n° de fallas)
Marzo S1			
Marzo S2			
Marzo S3			
Marzo S4			
Abril S5			
Abril S6			
Abril S7			
Abril S8			
Mayo S9			
Mayo S10			
Mayo S11			
Mayo S12			

EMPRESA			
PERIODO 2023	Disponibilidad de Maquinaria (D)		
MES	MTBF	MTRR	$MTBF/(MTBF + MTRR) \times 100$
Marzo S1			
Marzo S2			
Marzo S3			
Marzo S4			
Abril S5			
Abril S6			
Abril S7			
Abril S8			
Mayo S9			
Mayo S10			
Mayo S11			
Mayo S12			

Anexo 4. Ficha de registro del plan de mantenimiento.

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO			
EMPRESA			
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
N°	ETAPA	ACTIVIDADES	PERIODO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Aplicación del Plan de Mantenimiento			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			

Anexo 5. Ficha de registro de disponibilidad final de maquinaria.

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE DISPONIBILIDAD FINAL

EMPRESA	MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C.		
PERIODO 2023	Tiempo medio entre fallas (MTBF)		
SEMANA	Tiempo total de funcionamiento (h)	N° de fallas	MTBF (tiempo total de funcionamiento/n° de fallas)
Agosto S1			
Agosto S2			
Agosto S3			
Agosto S4			
Septiembre S5			
Septiembre S6			
Septiembre S7			
Septiembre S8			
Octubre S9			
Octubre S10			
Octubre S11			
Octubre S12			

EMPRESA	MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C.		
PERIODO 2023	Tiempo medio de reparación (MTRR)		
SEMANA	Tiempo total de inactividad (h)	N° de fallas	MTRR (tiempo total de inactividad/n° de fallas)
Agosto S1			
Agosto S2			
Agosto S3			
Agosto S4			
Septiembre S5			
Septiembre S6			
Septiembre S7			
Septiembre S8			
Octubre S9			
Octubre S10			
Octubre S11			
Octubre S12			

EMPRESA	MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C.		
PERIODO 2023	Disponibilidad de Maquinaria (D)		
MES	MTBF	MTRR	$MTBF / (MTBF + MTRR) \times 100$
Agosto S1			
Agosto S2			
Agosto S3			
Agosto S4			
Septiembre S5			
Septiembre S6			
Septiembre S7			
Septiembre S8			
Octubre S9			
Octubre S10			
Octubre S11			
Octubre S12			

Anexo 6. Validación de instrumentos.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y EL IMPACTO EN LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA

N.º	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Planificar							
1	Niveles de objetivos definidos	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2: Hacer	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Niveles de resultados definidos	✓		✓		✓		
	DIMENSION 3: Comprobar	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Indicador: MTBF=(tiempo total de funcionamiento)/(N.º de fallas))	✓		✓		✓		
	DIMENSION 4: Actuar	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Indicador: MTRR=(tiempo total de reparación)/(N.º de fallas))	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Disponibilidad	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Disponibilidad de maquinaria							
5	Indicador: %Disponibilidad=MTBF/(MTBF+MTTR)*100	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

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

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. García Juárez, Hugo Daniel

DNI: 41947380

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Junio 2023

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

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

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

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



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y EL IMPACTO EN LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Planificar							
1	Niveles de objetivos definidos	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2: Hacer	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Niveles de resultados definidos	✓		✓		✓		
	DIMENSION 3: Comprobar	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Indicador: MTBF=(tiempo total de funcionamiento)/(N° de fallas))	✓		✓		✓		
	DIMENSION 4: Actuar	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Indicador: MTRR=(tiempo total de reparación)/(N° de fallas))	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Disponibilidad	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Disponibilidad de maquinaria							
5	Indicador: %Disponibilidad=MTBF/(MTBF+MTRR)*100	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Zelada Gil, Omar Ivan.

DNI: 46243903

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

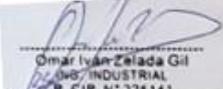
Junio 2023

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



Omar Ivan Zelada Gil
INGENIERO INDUSTRIAL
R. C.I.P. N° 225141

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD

Nº	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo							
	DIMENSION 1: Planificar							
1	Niveles de objetivos definidos	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2: Hacer							
2	Niveles de resultados definidos	✓		✓		✓		
	DIMENSION 3: Comprobar							
3	Indicador: MTBF=(tiempo total de funcionamiento)/(Nº de fallas)	✓		✓		✓		
	DIMENSION 4: Actuar							
4	Indicador: MTRR=(tiempo total de reparación)/(Nº de fallas)	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Disponibilidad							
	DIMENSION 1: Disponibilidad de maquinaria							
5	Indicador: %Disponibilidad=MTBF/(MTBF+MTRR)*100	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

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

Apellidos y nombres del juez validador. SANDOVAL REYES, CARLOS JOSÉ

DNI: 09222224

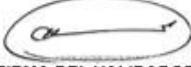
Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

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

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

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

Junio 2023

 FIRMA DEL VALIDADOR

Anexo 7.

AUTORIZACION PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE TESIS

Con la firma del presente documento da la autorización a los tesisistas, CORREA CAMACHO CARMEN ALEXANDRA identificado con DNI: 75452489 y al alumno SEMINARIO RIOS GABRIEL MARTIN con DNI: 73248520, estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chepén, para el desarrollo del proyecto titulado "MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SU IMPACTO EN LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA DEL MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C, CIUDAD DE DIOS, 2023.". Siendo conveniente la realización de este documento para mejora y conformidad de los expuestos en la presente tesis.

Chepén, 29 de abril del 2023



MOLIAGRO'SF
Ruben Vigo Gil
GERENTE

Gerente General

Anexo 8.

AUTORIZACION PARA LA PUBLICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

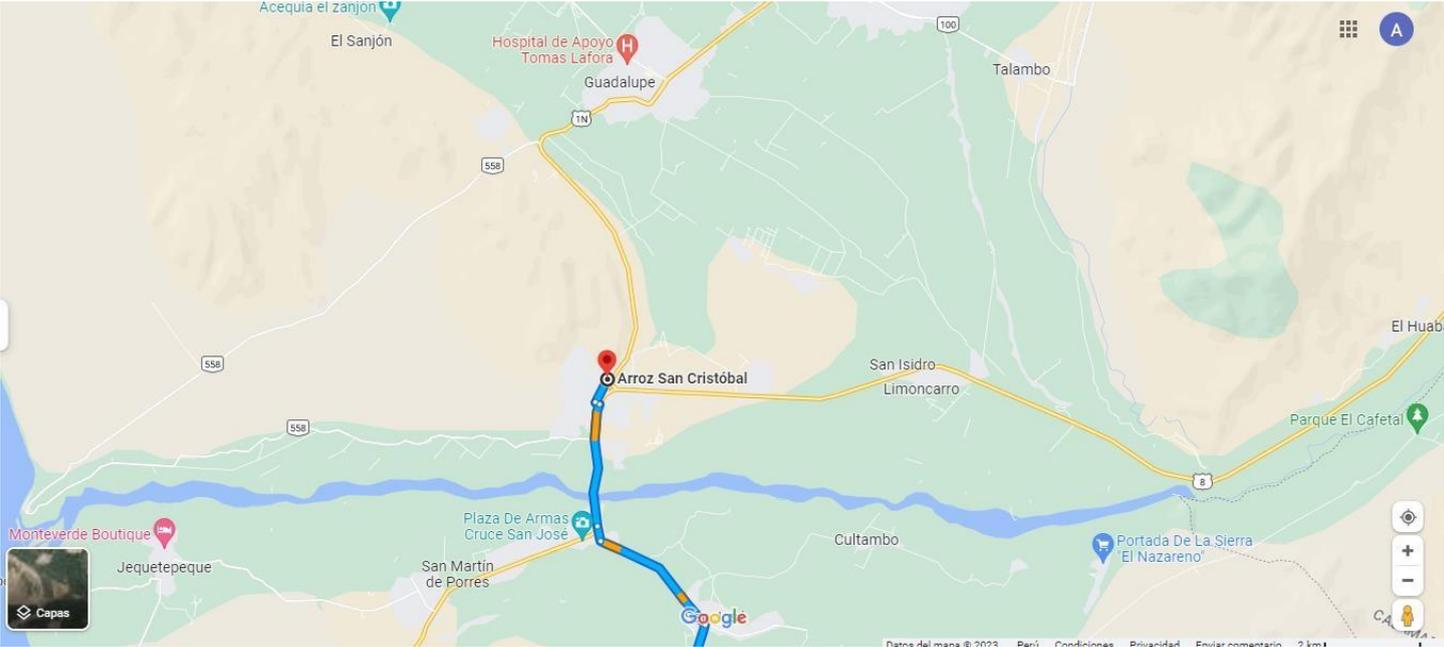
Con la firma del presente documento da la autorización a los tesisistas, CORREA CAMACHO CARMEN ALEXANDRA identificado con DNI: 75452489 y al alumno SEMINARIO RIOS GABRIEL MARTIN con DNI: 73248520, estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chepén, para la publicación del proyecto titulado "MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SU IMPACTO EN LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA DEL MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C, CIUDAD DE DIOS, 2023.". Siendo conveniente la realización de este documento para mejora y conformidad de los expuestos en la presente tesis.

Chepén, 29 de abril del 2023

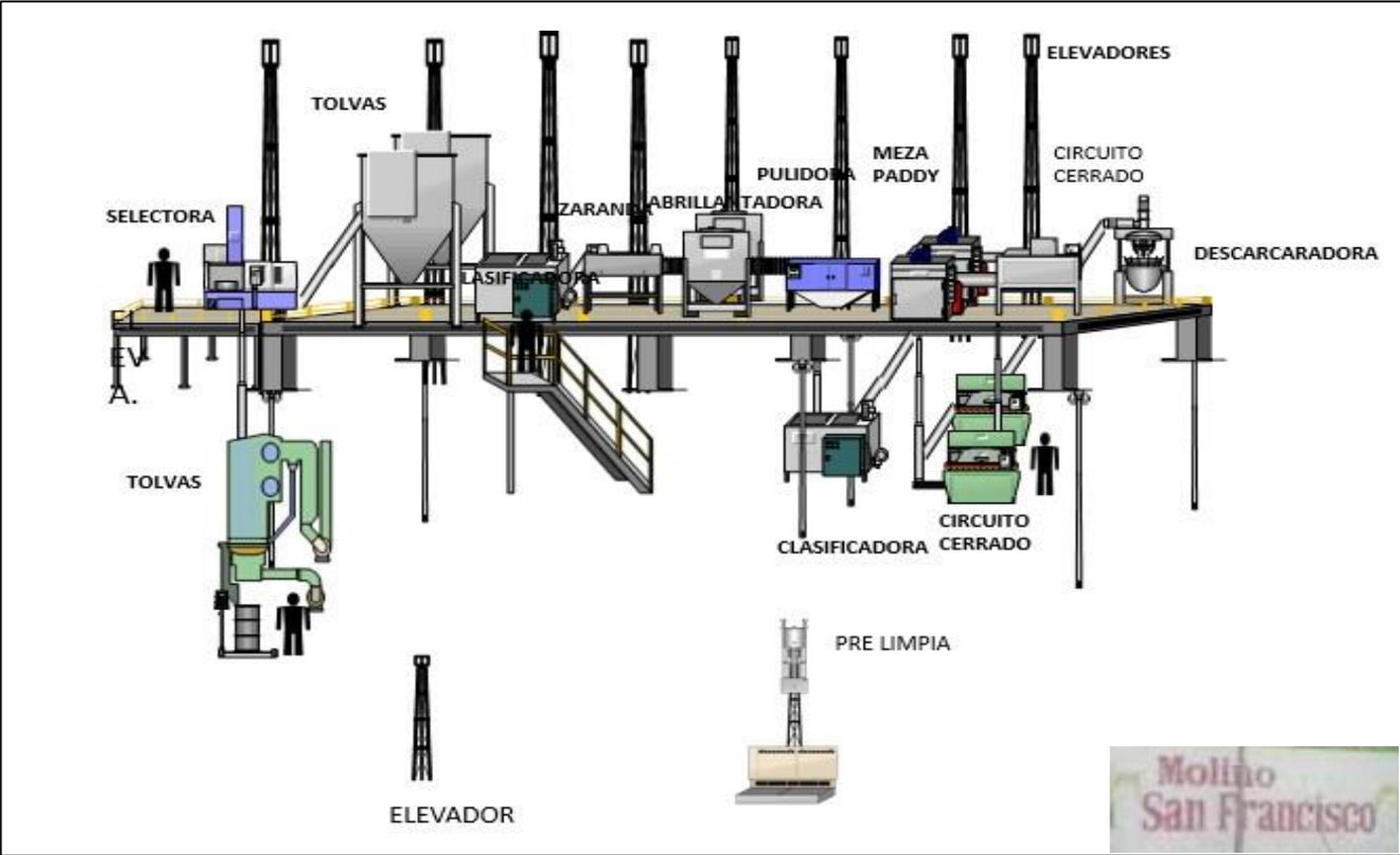


Gerente General

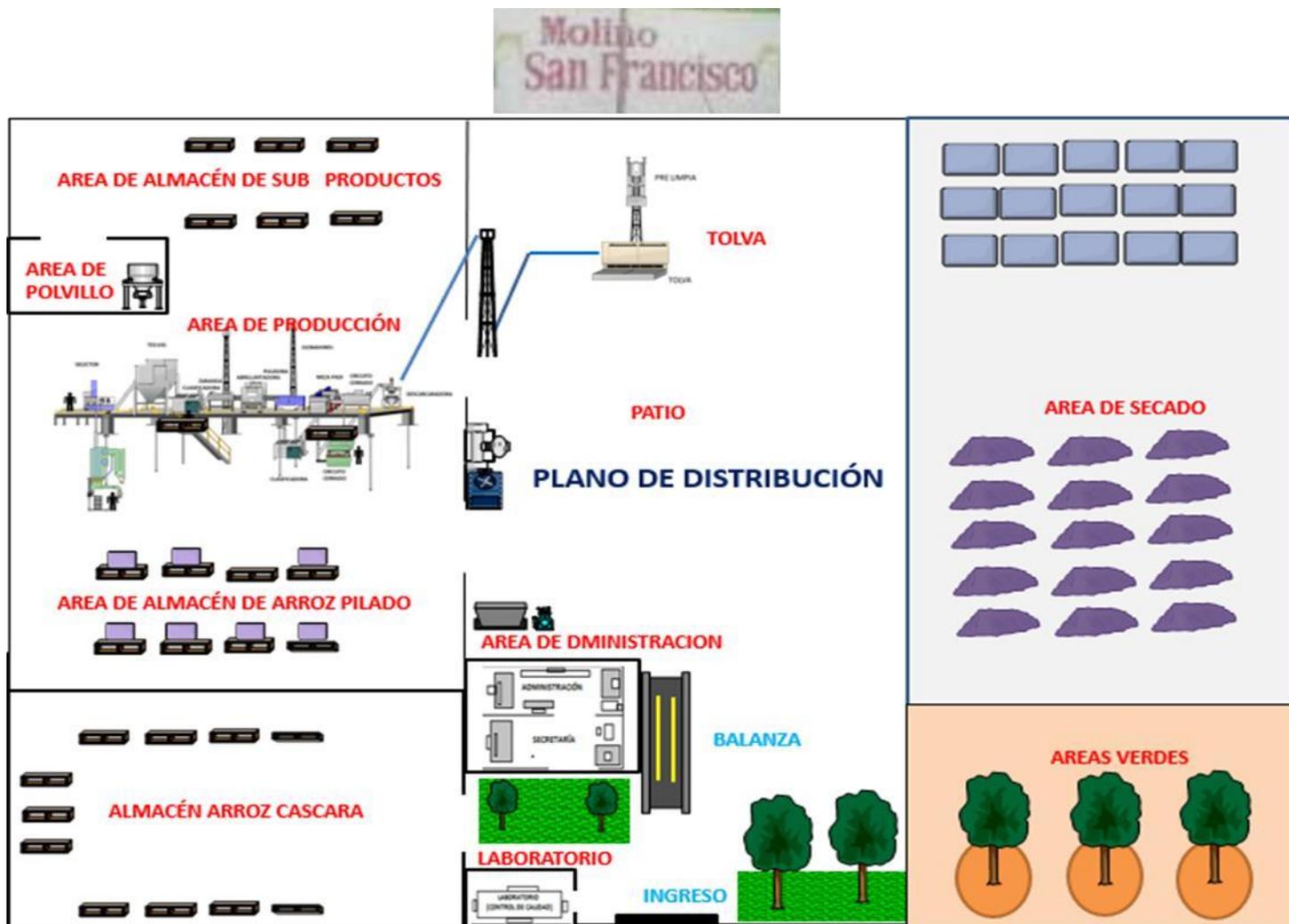
Anexo 9.



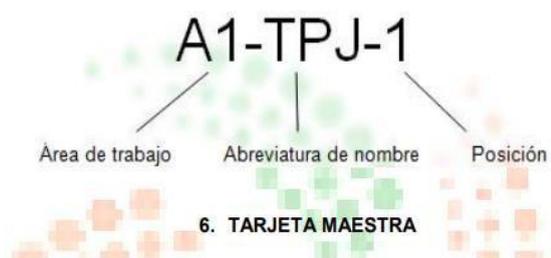
Anexo 10. Diagrama de localización de los activos.



Anexo 11. Diagrama de distribución de los activos dentro de las distintas áreas.



Anexo 12. Formato de Codificación de activos críticos.



EQUIPO	CÓDIGO	CANTIDAD
Torno Paralelo Jumbo	A1-TPJ-1	1
Torno Central de Precisión	A1-TCP-2	1

Anexo 13. Visitas de campo a la empresa molinera.



Máquina Pre – Limpia.



Máquina Selectora.