

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Propuesta de mejora mediante la implementación del RCM, para reducir pérdidas económicas en la empresa Molinos San Jorge SAC

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Jose Gregorio Carrasco Odar

ASESOR

Joselito Sanchez Perez

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2025

**Propuesta de mejora mediante la implementación del RCM, para
reducir pérdidas económicas en la empresa Molinos San Jorge
SAC**

PRESENTADA POR
Jose Gregorio Carrasco Odar

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Luis Eduardo Vertiz Diaz
PRESIDENTE

Cynthia Cecilia Orbegoso Peñaherrera
SECRETARIO

Joselito Sanchez Perez
VOCAL

Dedicatoria

A **Dios**, por brindarme vida, salud y fortaleza para perseverar en cada etapa de este camino académico, y por guiar mis decisiones con sabiduría y fe, A mis padres **Jose Carrasco y Leonor Odar**, por su amor incondicional, sus enseñanzas y su constante apoyo, que han sido el pilar fundamental para la culminación de esta meta profesional.

A mi esposa, **Iris Alarcon Alvarez**, por su comprensión, paciencia y aliento permanente, así como por acompañarme con amor y sacrificio en los momentos más exigentes de este proceso, esta investigación representa un testimonio de gratitud hacia cada uno de ustedes, por su amor, apoyo y confianza, en los momentos en los que no tenía más fuerzas, han sido el impulso detrás de este maravilloso logro académico. ¡Gracias por creer en mí!

Agradecimientos

A Dios, por concederme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar el presente trabajo de investigación.

A mi asesor de tesis, **Mtr. Joselito Sanchez Perez**, por la orientación metodológica, el acompañamiento académico y los aportes técnicos brindados durante el desarrollo de la investigación, los cuales contribuyeron significativamente a la calidad y rigor del presente estudio.

A la **Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**, por la formación académica impartida, el soporte institucional y los conocimientos proporcionados, que hicieron posible el desarrollo y culminación de la presente tesis.

¡Gracias por ser parte de este logro académico!

Propuesta de mejora mediante la implementación del RCM, para reducir pérdidas económicas en la empresa Molinos San Jorge SAC

INFORME DE ORIGINALIDAD

18% INDICE DE SIMILITUD	18% FUENTES DE INTERNET	3% PUBLICACIONES	4% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo 2025-II Trabajo del estudiante	<1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura	10
Materiales y métodos	19
Resultados y discusión	20
Conclusiones	39
Recomendaciones.....	40
Referencias	41
Anexos.....	44

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo reducir las pérdidas económicas, en la empresa Molinos San Jorge S.A.C, mediante la propuesta de implementación del RCM, , el mismo que fue de tipo descriptivo, diseño cuantitativo, no experimental transversal, en el que tuvo como muestra las maquina y equipos de la planta de pilado de la empresa Molino San Jorge S.A.C, en el que se aplicó instrumentos en el análisis del proceso productivo, el cual actualmente cuentan con un mantenimiento correctivo y se ve reflejado en la fallas existentes durante el periodo de investigación teniendo como datos 83 fallas que representan 734.8 horas de padas del proceso productivo, provocando pérdidas económica que cuales son: Costos por mantenimiento correctivo, que representa S/. 79,449.84 soles, costos por mano de obra improductiva, lo cual representa S/. 41,081.22 soles, utilidad no percibida, lo cual representa S/. 499,664.00 soles, generado en el periodo de marzo del 2022 a febrero del 2023.

Palabras clave: Gestión de mantenimiento, RCM, utilidad.

ABSTRACT

The objective of this study was to reduce economic losses in the company Molinos San Jorge SAC, through the proposal for the implementation of the RCM, which was descriptive, quantitative, non-experimental cross-sectional, in which the sample was machine and equipment of the piling plant of the company Molino San Jorge SAC, in which instruments were applied in the analysis of the production process, which currently has corrective maintenance and is reflected in the existing failures during the investigation period having as data 83 failures that represent 734.8 hours of downtime in the production process, causing economic losses, which are: Costs for corrective maintenance, which represents S/. 79,449.84 soles, costs for unproductive labor, which represents S/. 41,081.22 soles, unperceived profit, which represents S/. 499,664.00 soles, generated in the period from March 2022 to February 2023,

Keywords: Maintenance management, RCM, utility.

Introducción

El arroz tiene el segundo lugar como cereal más consumido mundialmente, debido a que es vital para la alimentación de millones de personas, proporcionando nutrientes esenciales, contribuyendo a la seguridad alimentaria y desempeñando un papel económico y cultural importante en muchas sociedades, Asia es el continente con mayor índice de producción y consumo de arroz, representando el 80 % de la producción global. Según un informe de la FAO realizado en 2018, se registró una producción global de arroz de 759,6 millones de t., de las cuales 503,9 millones de t. fueron destinadas al pilado de arroz. Para el período 2022/23, se estima una producción global de arroz de 516,0 millones de t. (arroz elaborado), representando una disminución del 1,6% en comparación con el récord alcanzado en 2021/22, aunque aún se trata de una cosecha por encima del promedio [1]

En el contexto peruano, el arroz enfrenta desafíos relacionados con el agua, el cambio climático, la gestión del suelo, la competencia de importaciones, el acceso a tecnología y financiamiento, y factores sociales que requieren enfoques integrados y sostenibles para su superación, además, de ser competitivo en el mercado internacional debido a los altos costos de producción. Como resultado, las exportaciones de arroz se limitan a mercados cercanos con los cuales se tienen acuerdos comerciales y beneficios arancelarios. Estos acuerdos incluyen países de la Comunidad Andina (CAN), con el cual se cuenta un (TLC) por ello permite el comercio sin el pago de aranceles. Sin embargo, es importante mencionar que las cantidades exportadas a estos destinos son relativamente pequeñas y no representan un volumen significativo [2]

En el Perú la industria arrocera genera más de 160 mil puestos de trabajo con un benéfico de más de un millón de familias, tiene un impacto sobre el desarrollo nacional, el cual representa más del 7% del PBI. En el Perú se cosechan más de 409 mil hectáreas, lo cual Lambayeque representa el 12% equivalente a 50,161 hectáreas sembradas y 43,000 hectáreas cosechadas. Según MINAGRI el rendimiento promedio por hectárea es de 8.69 toneladas. Para la campaña 2022 – 2023 la proyección de siembra es de 50,500 hectáreas. Datos de MINAGRI y SUNAT, la producción de los molinos a nivel nacional en el 2021 fue del 91% del consumo total, lo cual significa que más de 2.37 millones de toneladas que consume el Perú. 2.16 millones de toneladas fueron abastecidos por molinos nacionales diferenciándose de años anteriores que represento el 80% del consumo nacional. [3]

La empresa Molinos San Jorge SAC, en el presente año 2023, está teniendo un crecimiento tecnológico y comercial.

Actualmente la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento en sus procesos productivos, lo cual ocasiona pérdidas económicas en la empresa debido a la disminución de la calidad, productividad, obteniendo como resultados reclamos por parte de sus clientes, productos de baja calidad, disminución de la producción y finalmente la pérdida económica. En los últimos meses tiene mayores tiempos de paradas por fallos de máquinas dando como resultados la baja productividad, pérdida económica y el incumplimiento de los pedidos; la producción real en el periodo de marzo 2022 a febrero del 2023 fue de 422,872 sacos mientras que la producción estimada fue de 774,774 sacos, por el cual tenemos una deficiencia de 351,902 sacos que representa el 54.5 % de eficiencia de máquina.

De acuerdo con lo mencionado, frente a la problemática detallada se plantea la siguiente interrogante de la investigación ¿Cuál es el impacto la implementación del RCM, para la reducción de pérdidas económicas en la empresa Molinos San Jorge SAC?

De tal manera en la presente investigación se tiene el siguiente objetivo general que consiste en reducir las pérdidas económicas de la empresa Molinos San Jorge S.A.C, mediante la propuesta de implementación de RCM y los siguientes objetivos específicos, diagnosticar la Situación actual de la empresa Molino San Jorge S.A.C, elaborar la propuesta de implementación del RCM, en la empresa Molinos San Jorge S.A.C y finalmente realizar la evaluación económica de la propuesta

Una propuesta de implementación RCM, permitirá a la empresa mantener en las mejores condiciones y operatividad a los equipos para los trabajos de producción, previniendo deterioro y detenimiento de los procesos de producción al mismo tiempo que incrementará la producción. De esta forma se podrá planificar y programar por periodos la paralización en un momento oportuno a los equipos, sin que esto interrumpa los procesos de producción y comprometa el estado y condiciones del mismo.

Revisión de literatura

En su investigación **Meng y Zhang** [4] sobre los sistemas industriales complejos adoptan el mantenimiento centrado en la confiabilidad (En adelante RCM) para optimizar el mantenimiento y mejorar la seguridad y reducir los costos de mantenimiento, preservar la función es el principio central de mantenimiento, pero el concepto de función no se ha estudiado

sistemáticamente en el contexto de RCM, centrado en identificar los llamados elementos importantes para el mantenimiento mediante la evaluación de las consecuencias de las fallas, el modelado de flujo multinivel (MFM) ha demostrado ser competitivo para identificar suficientes funciones del sistema que se espera que se preserven mediante mantenimiento, también es capaz de definir modos de falla y representar sus interacciones con las funciones del sistema, que son esenciales para RCM, se desarrolla una herramienta de análisis de fallas para RCM aprovechando la capacidad de razonamiento causal de MFM, que puede usarse para analizar automáticamente las consecuencias de todas las fallas predefinidas para un sistema objetivo y generar clasificaciones de equipos útiles para la optimización del mantenimiento, brindando la posibilidad de mejorar con la posibilidad de automatización.

En su artículo **Khalil y Mian** [5] manifiesta que (RCM) es un conocido método de mantenimiento originado en el sector de la aviación, con un éxito tan grande que en consecuencia esta técnica se ha adaptado en más sectores industriales, como resultado, las estructuras y funciones de los equipos son cada vez más complicadas y diversas, lo que en última instancia hace que determinar su confiabilidad sea mucho más desafiante, además, las técnicas tradicionales de RCM ya no pueden cumplir con los nuevos requisitos, el diagnóstico de estado, el mantenimiento remoto y el mantenimiento inteligente requeridos en la Industria 4.0. Se propuso una solución conceptual basada en un modelo para brindar soluciones a los desafíos identificados, la solución basada en modelos incluye soluciones efectivas y prometedoras al combinar la tecnología RCM con inteligencia artificial, gemelos digitales, Internet de las cosas, big data y tecnología de análisis de confiabilidad basada en modelos para proporcionar una gestión avanzada de equipos basada en datos en tiempo real, incluido el monitoreo de salud en línea. Y diagnóstico inteligente de fallas y mantenimiento remoto, se tuvo como pretensión con este estudio proporcionar una base para implementar RCM con Industria 4.0 para un mantenimiento inteligente de los equipos o activos

En su estudio, **Jave** [6] realizó una investigación con el propósito de disminuir los gastos operativos de una empresa que estaban afectando negativamente su utilidad neta. Se implementaron las herramientas MRP y TPM y se llevó a cabo un estudio preexperimental para evaluar su impacto en los costos operativos. Los resultados mostraron que el uso de la herramienta MRP logró minimizar los costos operativos en un 16% en el área logística, equivalente a S/ 845.17 soles. La implementación de TPM en el área de mantenimiento condujo a una disminución del 40% en los gastos operativos, representando S/ 2,979.88 soles. Asimismo, se observó una reducción del 40.51% en los costos operativos de la distribución de planta, equivalente a S/ 1,128.90 soles. En general, se logró una reducción total del 31.72% en

los costos operativos, lo que representó S/ 4,953.94 soles. Además, se determinó El (VAN) fue de S/ 29,852.30, la (TIR) fue del 74% (superior a la Tasa Mínima Aceptable del 2%) y el Beneficio-Costo (B/C) fue de 1.10. Esto indicó que la inversión tendría un retorno de S/ 0.10 por cada sol invertido. Aunque esta ganancia puede parecer baja a pequeña escala, se espera un incremento significativo a gran escala. Además, se estimó que la inversión estaría en forma de retorno en 0.3 meses.

Paredes [7] se enfocó en implementar un plan de mantenimiento en función en el TPM en la empresa UNIMAQ S.A. El objetivo principal fue mejorar la eficiencia y disponibilidad de las maquinarias pesadas mediante la optimización de los procesos de mantenimiento. Paredes realizó un análisis exhaustivo del mantenimiento actual de la empresa y recopiló información detallada sobre las fallas que habían ocurrido en los equipos. Esta recopilación de datos fue fundamental para aplicar la metodología del TPM de manera efectiva. También llevó a cabo un estudio de confiabilidad de los equipos críticos, revelando que la disponibilidad de las maquinarias estaba por debajo del 89%. Durante el análisis, identificó las causas de las averías, lo que proporcionó información valiosa sobre las áreas problemáticas. Este proceso de identificación fue crucial para desarrollar estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo. Por último, Paredes evaluó la viabilidad de mejorar el plan de mantenimiento existente, considerando los resultados del estudio y la implementación de las prácticas basadas en el TPM. Este análisis de factibilidad fue esencial para determinar los beneficios potenciales y la viabilidad de la mejora del plan de mantenimiento.

Sotomayor [8] por su parte se centró en implementar una Gestión del Mantenimiento en el área electromecánica, utilizó indicadores y herramientas de recopilación de datos para analizar la tasa de fallos, los equipos disponibles y la confiabilidad en el estado de las maquinarias, así como los costos asociados al mantenimiento. La implementación adecuada de la Gestión del Mantenimiento utilizando la metodología TPM permitió reducir la tasa de fallos, aumentar la confiabilidad y mejorar la disponibilidad de los equipos. Además, el análisis de costo-beneficio reveló un ahorro anual significativo para el hospital. Estos resultados destacan un plan eficiente del mantenimiento para garantizar la disponibilidad de los equipos y reducir los costos asociados a su operación.

Villacorta [9] buscó desarrollar un plan de gestión de mantenimiento enfocado en RCM para incrementar la producción de Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. Evaluó el estado actual de los equipos y su impacto en la producción. Utilizó diversas herramientas, como entrevistas y encuestas, para recopilar información relevante. Los resultados revelaron deficiencias en el control y programación de los mantenimientos, lo que generaba paradas no programadas, fallos

y costos considerables. Propuso la aplicación del RCM, siguiendo diez fases, para abordar esta problemática, incluyendo la definición de indicadores clave, la codificación de equipos y funciones, la determinación de fallos críticos y la implementación de medidas preventivas. Identificó 12 equipos críticos de un total de 160 y detalló sus principales fallos. Realizó un análisis de beneficio-costos que demostró la rentabilidad de la propuesta de mejora, con una ganancia estimada de 1,57 soles por cada sol invertido. En resumen, el estudio se enfocó en desarrollar un plan de gestión de mantenimiento basado en RCM, identificando máquinas críticas y proponiendo medidas preventivas para mejorar la eficiencia y rentabilidad de la empresa.

Mejía [10] desarrolló una investigación con el propósito de mejorar la disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias que participan en el proceso de producción de una empresa del sector metalmeccánico. Se recopiló información sobre los indicadores de mantenimiento iniciales de las máquinas y se llevó a cabo un análisis de criticidad utilizando la metodología AMAEF para analizar los modos y efectos de falla. Los resultados mostraron que la disponibilidad promedio era del 81.47% y la confiabilidad del 97.84%. Se identificó que las máquinas en el área de maquinado presentaban los indicadores de mantenimiento y disponibilidad más bajos. Para abordar estos problemas, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo RCM, enfocándose en las posibles fallas y priorizando las máquinas más críticas. Se establecieron los tiempos necesarios para realizar las tareas preventivas correspondientes. Posteriormente, se recalculó la disponibilidad y confiabilidad. Como resultado, se logró un aumento promedio en la disponibilidad del 93.83% y en la confiabilidad del 98.13%, basado en el MTBF (tiempo medio entre fallas) de 190.70 y el MTTR (tiempo medio de reparación) de 12.90 respectivamente, considerando el promedio de todas las máquinas. Finalmente, se desarrolló un análisis de costo-beneficio del plan de mantenimiento para demostrar su rentabilidad y viabilidad. Se determinó que el proyecto era factible y confiable, con un período de retorno de la inversión de 0.4 años, equivalente a 5 meses, lo cual se consideró eficiente para la empresa.

Muñoz [11], En su tesis, el autor se propuso mejorar la productividad en una empresa de molino, con el objetivo de aumentar la productividad. Realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa utilizando un diagrama de operaciones y observó que la etapa de secado, realizada de manera artesanal, era la principal limitante. Esta etapa presentaba (56.22%) de rendimiento, además de la falta de mantenimiento preventivo, lo que resultó en un alto número de paradas y horas de inactividad en el año 2016. Identificó tres problemas principales: la baja eficiencia del proceso de pilado, el tiempo ocioso debido al secado artesanal y las fallas de las

máquinas. Para abordar estas limitaciones, propuso la adquisición de nueva tecnología en forma de una máquina de secado. Esta propuesta logró aumentar la productividad en un 46.88%.

Monsalve [12], En su trabajo, con el objetivo de aumentar la productividad. Se realizó un diagnóstico del mantenimiento actual utilizando herramientas como AMEF, árbol de fallas y análisis de criticidad, identificando 161 fallas y 459,08 horas de tiempo de inactividad. Se propuso un plan que incluía cambios organizacionales, capacitaciones, cronograma de mantenimiento y procedimientos para alcanzar la productividad deseada. El análisis de costo-beneficio mostró que la propuesta generaría beneficios significativos, con un beneficio-coste de S/ 8.57. La implementación del plan de mantenimiento permitió incrementar la productividad en un 56%.

Figueroa y Ojeda [13], En su tesis, el autor propuso una propuesta que estuvo conformada por el mantenimiento de las maquinarias con el objetivo de mejorar la productividad en la empresa San Fernando S.A. en Lima, en el año 2020. El objetivo principal era minimizar los costos al asegurar la confiabilidad de las máquinas y mantener los equipos disponibles para las operaciones. Se utilizó la metodología de las 5S como apoyo para la optimización del plan de mantenimiento. A través de la observación de los indicadores, se identificó que los objetivos estaban fuera de control. Se reconoció que la falta de información de las maquinarias involucradas en la producción era uno de los problemas clave que generaba la falta de mantenimiento preventivo. La recopilación de datos utilizando el sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) permitió un mejor seguimiento de las máquinas críticas y facilitó el cumplimiento de las planificaciones de mantenimiento.

Cruz y Rivera [14], En su tesis, los autores presentaron una propuesta de diseño para implementar una propuesta de mantenimiento en la empresa Induamerica SAC. El objetivo principal era lograr una gestión eficiente en toda la empresa, identificando y eliminando errores, así como reduciendo el desperdicio. Realizaron un análisis exhaustivo en las áreas de mantenimiento y producción para entender la relación con la productividad. Diseñaron una solución que se enfocó en la reducción del mantenimiento correctivo, utilizando herramientas como las 5S de Lean Manufacturing (LM), el Just inTime (JIT) y Kaizen. Estas herramientas promovieron la mejora continua siguiendo el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). La aplicabilidad de la propuesta fue demostrada a través de un costo beneficio de 2.86, lo que indica que, por cada sol invertido, la empresa obtendría un retorno de 2.86 soles al mes.

Zamora [15] en el 2018 se propuso formular estrategias para mejorar la gestión del mantenimiento con vías a optimizar la productividad en una empresa. Utilizó un enfoque aplicativo, descriptivo y exploratorio, recopiló datos a través de encuestas y cuestionarios

dirigidos a los empleados y al gerente general. El objetivo principal fue implementar una filosofía de trabajo que identificara errores y redujera el desperdicio, buscando mejorar la eficiencia, la productividad y la calidad en la estructura organizativa, los procesos y la motivación interna. Los resultados revelaron un alto grado de desacuerdo con el incumplimiento de las labores de mantenimiento (90%), la falta de solución de las fallas en los equipos (57%) y la falta de detección de fallas y la ausencia de inspecciones (71%).

Irigoin [16] en su Tesis realizó el análisis de productividad, utilizando indicadores de producción y productividad en el contexto en el que los el proceso de pilado aún está determinado por el DAP, con el objetivo de identificar los elementos que reducen de manera significativa la productividad, de tal manera que concluyó que la principal restricción era un cuello de botella de 623 minutos en la fase del secado lo que reducía un 56,57% la eficiencia del procedimiento, en tanto propuso la implementación de tecnología en los procedimientos de secado a fin de prevenir desperfectos en años futuros, siendo que producto de la propuesta se obtuvieron un 65.52% de eficiencia con respecto a las diferentes productividades.

Manuel et al. [17] mencionaron que luego de una extensa revisión de la literatura sobre la aplicación del mantenimiento en sistemas de energía durante las últimas dos décadas, se proporciona una revisión integral de la evolución de las estrategias de mantenimiento desde el mantenimiento correctivo hasta la gestión de activos, este artículo concluye que la aplicación del RCM, garantiza una mayor eficiencia reduciendo los costos operativos hasta en un 30%, del mismo modo aplicando las estrategias del mantenimiento RCM, en las industrias energéticas se redujo un 18% las fallas en los equipos con mayor carga de trabajo, lo cual se traduce en un mejor rendimiento y operatividad en la empresa.

Pohan et al. [18] En su artículo desarrollado en una empresa de manufactura, utilizó el mantenimiento RCM, con la finalidad de determinar las acciones de las actividades de mantenimiento preventivo en cada componente de la máquina prensadora de tornillo, los resultados. El tiempo de mantenimiento propuesto para cada componente crítico es un intervalo de tiempo de mantenimiento de componentes de tornillo sin fin de 307,84 horas y programas de cambio cada 2035,3 horas. Intervalo de tiempo de mantenimiento del eje de extensión de componentes 279,5 horas, programa de cambio cada 1824,5 horas. En conclusión, el análisis de criticidad del equipo permitió identificar las principales causas de deterioro del equipo de manufactura.

Se identificaron las siguientes bases teóricas, para una mejor comprensión se separó por variables de investigación:

Sistema de gestión de mantenimiento, son técnicas diseñadas para prolongar la vida útil de equipos e instalaciones, asegurando su máximo rendimiento sin comprometer su durabilidad, en otras palabras, RCM busca optimizar el funcionamiento de los activos industriales sin poner en riesgo su integridad a lo largo de su vida útil [19]

Hasing y Rada 2003, sostienen que el mantenimiento engloba actividades destinadas a preservar o restaurar el funcionamiento adecuado de un equipo o sistema, permitiéndole desempeñar sus funciones asignadas de manera óptima. La falta de concordancia en la operación de dichos elementos puede ocasionar inestabilidad en el proceso de producción, lo cual puede resultar en la fabricación de productos deficientes. Por otro lado, un sistema se define como que trabaja en forma entrelazada para alcanzar un propósito en común. [20]

Así mismo para el mantenimiento se necesitan ciertas herramientas, las principales son:

Capacidad diseñada, se puede lograr en un período de tiempo determinado. Representa el número máximo de unidades que se pueden producir en un tiempo específico. [21]

Capacidad efectiva, es la capacidad real de producción que una empresa puede lograr teniendo en cuenta las restricciones y limitaciones operativas existentes. A menudo, la capacidad efectiva es menor que la capacidad diseñada, que es la capacidad máxima teórica. Esto se debe a diversos factores, como el tiempo de inactividad, el mantenimiento, la calidad del producto y otros factores que pueden afectar la eficiencia y la productividad de la empresa. [22]

La gestión de mantenimiento, son procesos que determinan los objetivos o prioridades a través de metas asignadas por la alta dirección, incluyendo estrategias que permitan la mejora continua, optimizan los recursos económicos de la empresa. [23]

Los indicadores, determinan en el mantenimiento que debe evaluarse no es tarea fácil es por ello que debemos buscar indicadores que nos permitan medir y evaluar el rendimiento de un proceso, los indicadores no deben de ser numerosos y deben estar relacionados a los modelos de gestión [24]

El mantenimiento correctivo, se realiza cuando se producen fallos en los equipos en pleno flujo de proceso, va a comprender la realización de todas aquellas actividades necesarias para su óptimo funcionamiento y de esta manera restablecer la capacidad operativa inicial [25]

El mantenimiento preventivo, aparece cuando la alta dirección presta interés a los procesos y se dio cuenta que los costos provocados por fallos se pueden evitar o retrasar con operaciones sencillas y simples como limpieza, lubricación cada cierto tiempo. [26]

El mantenimiento productivo total, su objetivo principal en la eficiencia global de los equipos, del sistema productivo, reduciendo o eliminando las averías, defectos, accidentes de todo el personal de la empresa. [27]

La previsión de mantenimiento, Consiste en controlar determinadas variables que nos brindan información sobre la condición de los equipos y de esta manera nos permiten diagnosticar fallos y establecer el tiempo de vida de las máquinas [28]

La Productividad, según Gutiérrez 2010, Es la utilización eficiente de los recursos para producir bienes o servicios. Se trata de lograr la máxima producción o rendimiento utilizando la menor cantidad de recursos posibles, como tiempo, mano de obra, materiales y energía. La productividad implica optimizar los procesos, eliminar desperdicios, utilizar tecnología y herramientas eficientes, y maximizar la calidad y cantidad de los productos o servicios entregados. [29]

Conociendo la definición de productividad es importante recalcar sus variables que se dividen en tres y son las siguientes: Gestión, trabajo y capital, según Jacho 2014, al contar con una excelente gestión con estas variables se puede contribuir significativamente en la productividad. [30]

Para Fontalvo et. al 2018, existen dos factores que inciden en la productividad, y son los factores externos e internos:

Factores Externos: Los factores externos en la productividad son elementos o circunstancias que pueden impactar la eficiencia y desempeño de una organización o persona, pero están fuera de su control directo. Estos factores abarcan aspectos como la situación económica, política, social, tecnológica, competitiva, entre otros. En resumen, los factores externos en la productividad son aquellos elementos ajenos a una organización o individuo que tienen el potencial de afectar su capacidad para ser eficiente y lograr un alto rendimiento. La influencia de estos factores puede ser tanto positiva como negativa, dependiendo de cómo se manejen y adapten a ellos. [31]

Las funciones del mantenimiento, puede definirse como funciones básicas de mantenimiento, es la realización de todas las actividades necesarias para mantener los equipos de la producción en óptimas condiciones operativas, de manera que cumplan con los requisitos del proceso la tarea y responsabilidades recae en el departamento de mantenimiento, teniendo las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos en condiciones operativas, eficaces y seguros.
- Realizar los estudios para disminuir el número de averías imprevistas.
- Realizar el seguimiento de los costes de mantenimiento.

- Gestión de almacenes. [32]

Los costes de mantenimiento; Para determinar la inversión requerida para implementar un plan de mantenimiento deben realizarse un estudio:

- Total, de averías reparadas, materiales, repuestos utilizados, transporte, mano de obra.
- Tiempos de reparación.
- Costes de cada reparación, repuestos, materiales, horas- hombre, etc.
- Daños ocasionados en cada falla.
- Estimación de las pérdidas o la disminución de las producciones ocasionada por cada falla. [32]

Los indicadores de mantenimiento son:

Confiabilidad (MTBF): Se representa por la probabilidad de fallo de un dispositivo, se denomina tiempo medio entre fallas. [33]

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

Mantenibilidad (MTTR): Se representa como el tiempo en que un equipo está funcionando en óptimas condiciones, se denomina como el tiempo medio de reparación. [33]

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total del mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Disponibilidad: Se representa como el tiempo en que un equipo está en operando óptimas condiciones y se expresa en porcentaje, también puede referirse como probabilidad de asegurar un servicio requerido. [33]

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

Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM): En los años 50 – 60 tiene sus primeros inicios desarrollado en la parte de la aviación comercial y hasta entonces se aplicaban mantenimientos basadas en grandes revisiones sistemáticos con sustitución de piezas o reacondicionamiento general de estas.

El RCM o Reliability Centred Maintenance. (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad), es una herramienta de mantenimiento dentro de una planta industrial, cuyo objetivo principal en aumentar la fiabilidad de las instalaciones, en pocas palabras de disminuir el tiempo de las paradas de una planta por fallos o averías imprevistas, que nos den como resultados los incumplimientos de los planes de producción.

De igual manera los objetivos secundarios es aumentar la disponibilidad, en pocas palabras la disposición de la planta para producir y reducir al mismo tiempo los costos de mantenimiento. El análisis de fallos potenciales de una instalación, según esta metodología aporta una serie de resultados como:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos.
- Analiza todas las posibilidades de fallos de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlo.
- Determina una serie de acciones que permitan garantizar una alta disponibilidad de la planta. [34]

Árbol de fallos; es un diagrama lógico que determina el análisis de fallas, como una técnica deductiva, que determinar las diferentes causas, efectos de las fallas y finaliza analizando los motivos porque ocurren los sucesos. Ligado a varios sucesos de fallos de componentes, errores humanos, errores operativos, etc. [35]

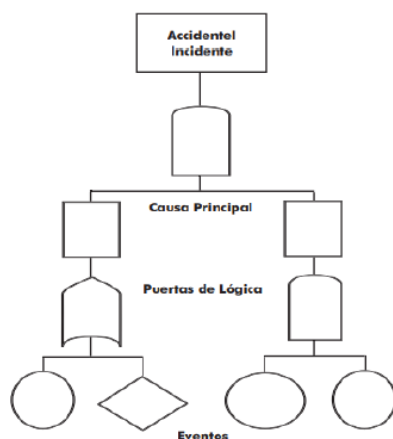


Figura 1. Diagrama de árbol de fallas.

Fuente: G. Sánchez García.

El Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF); es una herramienta esencial de gestión de riesgos que nos permite identificar sistemáticamente los potenciales modos de falla en un producto o proceso, evaluando sus posibles efectos y causas. Este análisis proactivo busca mejorar la seguridad, la calidad y la fiabilidad, a través de la identificación y priorización de riesgos, para implementar las acciones correctivas necesarias. (Anexo 2)

El AMEF es el núcleo de este análisis, en la que se presenta de forma estructurada la

información crítica sobre cada modo de falla identificado, incluyendo su gravedad, ocurrencia y detección, a su vez permitirá lo siguiente:

- ✓ Identificar los modos de falla junto con sus efectos potenciales sobre el sistema, producto o proceso.
- ✓ Evaluar la gravedad de cada efecto de falla, la frecuencia de ocurrencia de cada modo de falla y la probabilidad de detección antes de que ocurra.
- ✓ Priorizar los modos de falla para tomar decisiones informadas sobre dónde enfocar los esfuerzos de mejora.
- ✓ Desarrollar acciones para mitigar, eliminar o controlar los modos de falla prioritarios, basándose en el análisis de riesgos realizado.

De acuerdo con la tabla 37 se puede evidenciar la detención de la producción como un efecto crítico, evaluado con la máxima gravedad ($S=1$), debido principalmente al tiempo de uso de diversos componentes y sistemas, la ocurrencia de este efecto se califica con un nivel medio ($O=2$), indicando una probabilidad moderada de que suceda, los controles existentes, como la asistencia técnica y la verificación y adquisición de piezas, tienen una alta capacidad de detección ($D=1$), sugiriendo que los mecanismos actuales son efectivos para identificar el riesgo antes de que se materialice, las acciones propuestas se enfocan en el mantenimiento o reemplazo de componentes específicos, reflejando una respuesta proactiva ante los modos de falla identificados, El NPR (Número de Prioridad de Riesgo), calculado como el producto de S , O y D , resulta en un valor de 2 para cada caso, subrayando una prioridad alta en la gestión de estos riesgos. (Anexo 2)

MATERIALES Y METODOS

Objetivo general

El objetivo general buscó reducir pérdidas económicas en la empresa Molinos San Jorge S.A.C, a través de la propuesta de la implementación del RCM, para lo cual el investigador realizará un diagnóstico general de la empresa, para determinar los niveles de productividad actuales y detectar las situaciones que requieren de procesos de mejora

Objetivo específico 1

En cuanto al objetivo específico 1, diagnosticar la Situación actual de la empresa Molino San Jorge S.A.C, en este caso el investigador realizará un análisis comparativo para verificar el estado de la maquinaria.

Objetivo específico 2

Mientras que el objetivo específico 2, elaborar la propuesta de implementación del RCM, en la empresa Molinos San Jorge S.A.C, basado en las necesidades actuales de la empresa, con la finalidad reducir pérdidas económicas en la empresa Molinos San Jorge S.A.C

Objetivo específico 3

Ahora bien, de acuerdo con el objetivo específico 3, realizar la evaluación económica de la propuesta, se realizará un análisis de costo beneficio de la propuesta, con la finalidad de analizar si la propuesta es lo suficientemente rentable y permitirá lograr los objetivos planteados.

Resultados y discusión

Molino San Jorge S.A.C. es una destacada empresa con una trayectoria de 24 años en la industria, especializada en ofrecer servicios de secado y pilado de arroz, a lo largo de su historia, ha estado comprometida con la calidad y eficiencia en el procesamiento de este cereal, preparándolo meticulosamente para su comercialización y distribución a los consumidores, su experiencia y dedicación la han consolidado como una de las empresas líderes en el sector, enfocada en garantizar la mejor calidad en cada uno de sus productos.

Generalidades de la empresa:

Razón social	: Molino San Jorge S.A.C
RUC	: 20270808043
Tipo de empresa	: Sociedad Anónima Cerrada
Situación	: Activo
Actividad comercial	: Servicio de secado y pilado de arroz
Dirección Legal	: Panamericana norte km 777 carretera a Lambayeque.
Departamento	: Lambayeque

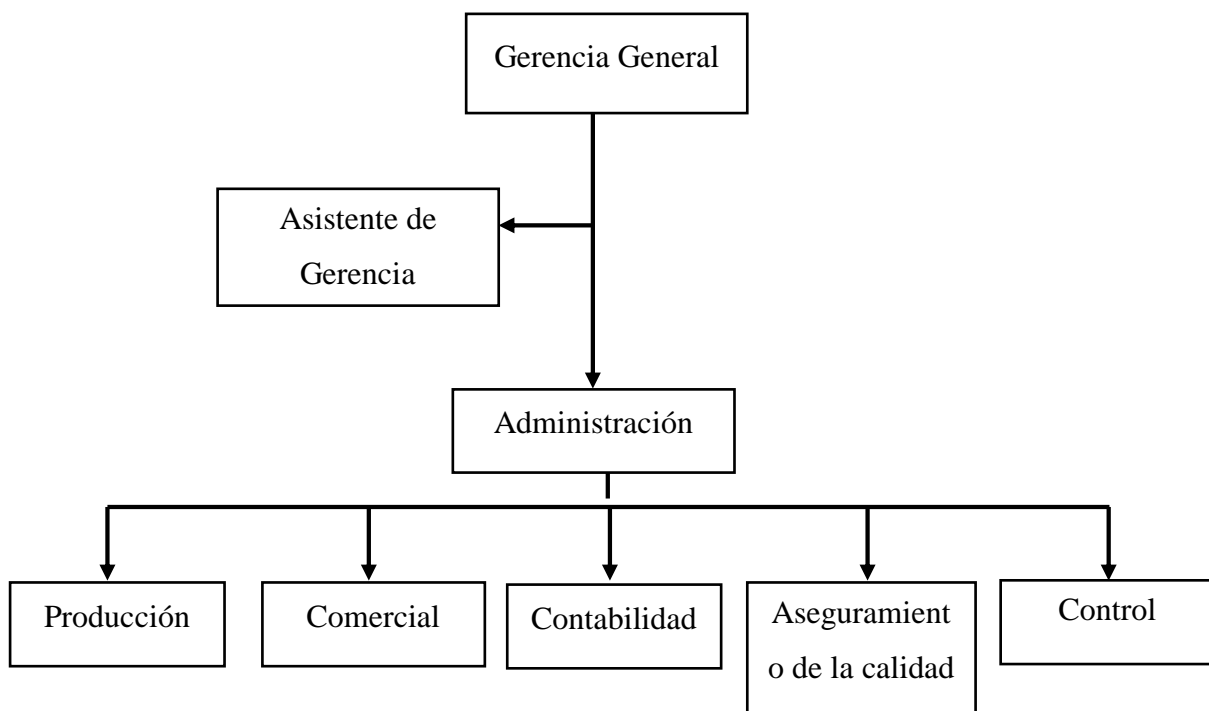
A lo largo de sus 24 años de operaciones, Molino San Jorge S.A.C. la empresa ha realizado significativas inversiones en la modernización de su infraestructura, este proceso de renovación incluyó la sustitución de maquinaria obsoleta por equipos de última tecnología, lo que no solo ha optimizado los procesos de secado y pilado de arroz, sino que también ha mejorado la eficiencia y calidad de producción, estas actualizaciones han permitido a la empresa adaptarse con éxito a las exigentes normativas y expectativas del mercado internacional, asegurando su posición como líder en el sector y su capacidad de satisfacer las necesidades de sus clientes globales. La distribución actual de los sistemas, equipos y máquinas de la empresa puede observarse claramente en el plano incluido en la figura, este diagrama detallado ofrece una visión integral de la disposición espacial y la organización de los recursos técnicos, facilitando la comprensión de las operaciones y la infraestructura existente, este plano es esencial para

analizar la eficiencia del flujo de trabajo y planificar futuras mejoras o expansiones, el mismo que se puede Anexo 5-6

Organigrama de la empresa, actualmente, la empresa está estructurada bajo un gabinete ejecutivo encabezado por la Gerencia General, este equipo directivo incluye un asistente y un Jefe de Administración, el jefe de Administración supervisa directamente varias áreas críticas, entre ellas Producción, Comercialización, Contabilidad, Aseguramiento de la Calidad y Control Interno, esta organización facilita una gestión eficaz y coordinada de las operaciones clave, asegurando altos estándares del mercado.

Figura 04. Organigrama estructural de la empresa Molino San Jorge S.A.C

Fuente: Molino San Jorge S.A.C



Descripción del proceso productivo de las diferentes variedades de arroz.

En este documento, detallamos minuciosamente el proceso productivo adoptado por la empresa para la elaboración de los distintos tipos de arroz que ofrecen, este procedimiento se ha diseñado cuidadosamente para asegurar que cada grano de arroz cumpla con los más altos estándares de calidad, satisfaciendo así las expectativas de los consumidores. (Anexo 10-15)

Situación del estado del mantenimiento actual del Molino San Jorge S.A.C

En el departamento de mantenimiento, actualmente contamos únicamente con un técnico mecánico, quien además desempeña el papel de jefe de mantenimiento, y un técnico

electricista industrial. Ambos están disponibles para intervenir cuando el jefe de producción lo solicita debido a la ocurrencia de averías en las máquinas.

La empresa dispone de un almacén que contiene los repuestos más frecuentemente requeridos. Sin embargo, cuando se trata de repuestos menos comunes que no están disponibles en el almacén, el jefe de mantenimiento envía una solicitud al departamento de logística. En estas situaciones, es común que haya una espera hasta que se realice la compra del repuesto necesario. Esta espera puede extenderse desde algunas horas hasta el día siguiente para su adquisición.

La aparición de averías en las máquinas conlleva la paralización de toda la línea de producción, lo que subraya la importancia de una gestión eficiente del mantenimiento y la pronta adquisición de los repuestos necesarios. Así mismo, el proceso para la reparación de las fallas y averías en la empresa cuenta con los siguientes pasos:

1. En primer lugar, se realiza el desmontaje y la extracción de las piezas que se encuentran ocasionando problemas.
2. Luego se transporta las piezas que presentan averías a la unidad de reparación.
3. Se verifica el estado de las piezas, si requieren reparación o cambio total.
4. Se moviliza las piezas nuevas o reparadas a la máquina que presento inconvenientes.
5. Se realiza la colocación de las piezas.
6. Finalmente, el equipo pasa por una prueba para verificar si ya no existen desperfectos.

Según la información recopilada sobre la gestión actual en el área de mantenimiento, se puede describir:

Condiciones actuales del trabajo en los equipos: Tras un análisis exhaustivo de los equipos en nuestra empresa, se identificaron 83 tipos distintos de fallas que están impactando directamente en nuestra producción, tal como se detalla en la tabla N° 5 (anexo 16). Además, se observó que el tiempo de inactividad debido a estas fallas puede llegar hasta un 17.80%. Este porcentaje se ilustra claramente con el ejemplo de la máquina de elevadores, que registra un tiempo de parada de 121.2 horas, lo que se evidencia en la tabla N° 6 (anexo 17), siendo esta la máquina con el mayor tiempo de inactividad. Este prolongado período de inactividad no solo se traduce en una disminución notable de nuestra producción, sino también en un aumento significativo de los gastos asociados al mantenimiento.

Organigrama actual del mantenimiento: En la empresa, disponemos de dos técnicos especializados: uno en mecánica y otro en electricidad. El técnico mecánico, además de desempeñar sus labores técnicas habituales, asume el rol de jefe de mantenimiento. Esta

dualidad de funciones le exige estar siempre preparado para intervenir de manera inmediata ante cualquier avería que surja en los equipos en funcionamiento. (Anexo 18)

Análisis del contexto operacional, en esta sección se detallan los diversos equipos y maquinarias e en el proceso de producción de Molino San Jorge S.A.C. (anexos 19-32); como también se detalla el pronóstico mensual de producción. (Anexo 33)

Fallas de las maquinarias y tiempo de parada, a continuación, se detallan las fallas ocurridas, datos recopilados de marzo del 2022 a febrero del 2023, esta información analizada para determinar la situación actual de la empresa. (Anexo 34)

El sistema de producción que ejecuta la empresa es continuo el cual tiene las siguientes características:

- Procesa un solo producto (arroz) en grandes cantidades.
- Las líneas de producción están automatizadas en serie.
- Cualquier cambio en la línea o fallos son costosos debido a que si una máquina para se detiene todo el proceso de producción.
- Los operarios realizan tareas repetitivas.
- Las maquinas realizan la misma operación de forma automática.

Se resume el diagrama de operaciones, mostrando un total de 7 operaciones que suman 23.76 minutos. Además, hay dos actividades de inspección que toma 30 minutos, y una actividad operativa con una inspección simultánea que lleva 0.15 minutos. (Anexo 49-52)

Para calcular las pérdidas económicas de la empresa se determinaron por cada mes evaluado desde marzo del 2022 a febrero del 2023. (Anexo 34-46)

Pérdida económica por producción no ejecutado, la noción de utilidad no percibida encapsula las pérdidas económicas que una empresa experimenta como resultado de interrupciones en su proceso productivo debido a fallas operativas, este concepto se materializa en la pérdida de ingresos potenciales derivados de la producción no realizada durante estos períodos de parada. En términos concretos, la utilidad no percibida se manifiesta en la forma de unidades de producto que no son fabricadas y, por ende, en una ganancia que no se materializa para la empresa. Estas interrupciones no solo afectan la productividad inmediata, sino que también tienen repercusiones en la rentabilidad a largo plazo y la competitividad en el mercado, haciendo que sea fundamental abordar y mitigar eficazmente las causas subyacentes de estas fallas operativas. (Anexo 53)

Pérdida económica por mantenimiento correctivo, cuando falla la máquina y esta es reparado, dichos costos incluyen la mano de obra de reparación y repuestos utilizados. (Anexo 54)

Pérdida económica por mano de obra improductiva, Cuando la maquinaria falla, ocurre que se deja de producir, pero aun así la empresa sigue pagando a los operarios por labores improductivas, ocasionando pérdidas económicas; para realizar este cálculo se tomaron en cuenta al personal de producción de la planta pilado, los cuales son 6 trabajadores.

Observamos que, durante el periodo de estudio, la empresa genero una perdida por mano de obra improductiva de S/. 41,081.22 nuevos soles. (Anexo 55-56)

Determinación del nivel de criticidad de las máquinas operativas, luego de haber codificado las máquinas, se procedió a identificar cuál o cuáles de las máquinas pertenecientes al proceso de producción se encuentran en estado crítico, y para ello se realizó un análisis de criticidad en base a los criterios expuestos. (Anexo 57)

Árbol de falla en los equipos críticos, la herramienta desplegada para la detección y corrección de fallas ha demostrado ser altamente efectiva en su capacidad para localizar y subsanar problemas operativos. En este contexto particular, su implementación se centró en el análisis exhaustivo de las causas subyacentes de las fallas en las máquinas críticas de la planta. En este estudio se presenta una descripción detallada de los árboles de falla. (Anexo 58-69)

Indicadores de mantenimiento, la empresa Molino San Jorge S.A.C, Actualmente no cuenta con indicadores de mantenimiento, tampoco cuenta con un plan de mantenimiento, por lo cual se ha realizado los cálculos de con los datos de investigación. (Anexo 73-75)

Indicador de confiabilidad, tiempo medio entre fallas (MTBF), este indicador permite determinar la frecuencia de falla de las máquinas.

$$MTBF = \frac{\text{Producción real (sacos)}}{\text{Producción esperado (sacos)}}$$

Lo cual en los mese estudiados tenemos 67.8 horas. (Anexo 70)

Indicador de Mantenibilidad; Tiempo medio para reparar (MTTR), el Tiempo Medio para Reparar (MTTR, por sus siglas en inglés, Mean Time to Repair) es un indicador de Mantenibilidad que se utiliza para medir el tiempo promedio que se tarda en reparar un componente o sistema después de que ocurre un fallo. El MTTR es un indicador importante para evaluar la eficiencia del mantenimiento y la capacidad de respuesta ante averías.

El MTTR se calcula sumando el tiempo total dedicado a la reparación de los fallos y dividiéndolo entre el número total de fallos durante un período determinado. Por lo general, se expresa en horas.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{tiempo total para reparar}}{\text{número de fallas por máquina}}$$

Este indicador MTTR, nos muestra que, en el periodo de marzo del 2022 a febrero del 2023, se empleó un tiempo promedio de 8.85 horas para la reparación de fallas. (Anexo 71)

Disponibilidad, este indicador mide el porcentaje de tiempo que el equipo está disponible en un período analizado.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo total programado} - \text{tiempo total de parada}}{\text{Tiempo total programado}} \times 100$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{6,363 - 734.8}{6,363} \times 100$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = 88.4$$

Gestión del mantenimiento, propone el desarrollo de la propuesta de mejora para optimizar la problemática actual de la empresa, por cual se propone una gestión de mantenimiento, mediante la implementación del RCM, en las maquinas más críticas de la empresa. La gestión del mantenimiento está basado a la implementación de ciclo de mejora continua PVHA para el desarrollo de los objetivos.

PLANIFICAR

Establecer objetivos y política de mantenimiento; Implantar la política y objetivos de mantenimiento para la empresa, ya que esta empresa mencionada no cuenta con una política determinada, por lo cual se propone la implementación. (Anexo 76)

Propuesta de organigrama y perfil de puestos para el área de mantenimiento, con la propuesta de establecer un nuevo organigrama para el área con la adición de nuevo personal, con turno fijo de trabajo, se optimizará los tiempos de mantenimiento y se dará el cumplimiento de este. (Anexo 77)

Perfil del personal de los puestos propuestos; El perfil del personal debe ser de acuerdo a la función que desempeñaran y a las labores requeridas para la empresa, dichos perfiles incluyen funciones y responsabilidades.

HACER

Mantenimiento preventivo basado en la metodología RCM; la concepción del sistema de gestión de mantenimiento se fundamentó en la metodología RCM, a partir de la cual se diseñaron una serie de actividades destinadas a la gestión eficaz de la información previa necesaria para la elaboración del plan de mantenimiento.

En consecuencia, se procederá a la evaluación de los nuevos indicadores de gestión, los cuales servirán como herramientas clave para medir el desempeño del sistema de mantenimiento. Además, se llevará a cabo la elaboración detallada de los manuales de mantenimiento preventivo, los cuales servirán como guías operativas para asegurar la aplicación efectiva de las prácticas preventivas. (Anexo 82)

Análisis de modo efecto y falla (AMEF); mediante el análisis realizado se identificaron las fallas funcionales, el tipo de fallas y las causas probables, utilizando información determinante durante el proceso de elaboración de los planes de mantenimiento; del mismo modo, se logró evaluar la situación de los equipos en la empresa.

El AMEF realizado a los equipos de la empresa en las cuales permitió identificar las fallas frecuentes en las máquinas, a razón de ello se diseñó el esquema para la propuesta, de tal manera que analizando a detalle se evidenció 11 de los equipos se encuentran con un nivel de falla alta, en la cual se apoyó el análisis de criticidad, esto va a servir para realizar las hojas de decisiones para la ejecución del mantenimiento. (Anexo 83 – 93)

Hoja de decisión; mediante el análisis realizado se identificaron las fallas funcionales, el tipo de fallas y las causas probables, utilizando información determinante durante el proceso de elaboración de los planes de mantenimiento; del mismo modo, se logró evaluar la situación de los equipos en la empresa; con el AMEF realizado a los equipos de la empresa en las cuales permitió identificar las fallas frecuentes en las máquinas, después de haber analizado en AMEF a las maquinas críticas, se realizó las hojas de decisión (RCM), con la finalidad de determinar las tareas a realizar y las personas encargadas y en los tiempos adecuados. (Anexo 94 – 104)

Plan de mantenimiento; en el desarrollo de actividades de mantenimiento preventivo se requiere de 66.42 horas, las cuales se realizarán en horarios donde no haya producción y no implicar los tiempos de parado de producción.

Tiempo total de mantenimiento; en el anexo 116, se muestra el tiempo total de mantenimiento preventivo, del resultado de las tareas propuesta de las maquinas críticas. (Anexo 105 – 115)

Cronograma de mantenimiento; el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo, se describe la programación de las tareas a realizar en un intervalo de tiempo, materiales y repuestos a utilizar, tiempo que se necesita para desarrollar la tarea y el responsable. (Anexo 117)

VERIFICAR

Registros del mantenimiento; actualmente la empresa carece de formatos de mantenimiento, lo que representa una deficiencia significativa, con lo cual no controla la eficiencia del mantenimiento que se realiza, por lo cual se implementa un registro del mantenimiento que se realiza permitirá un seguimiento detallado de los procedimientos realizados. (Anexo 118)

Auditoria interna y externa; Para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento, es importante de validar los procedimientos que se cumplan, teniendo resultados favorables para la empresa.

ACTUAR

Capacitaciones continuas; en el plan de mantenimiento se ha previsto las capacitaciones constantes para el desarrollo de la gestión. (Anexo 119 – 120)

Contratación de personal; se debe contratar a nuevo personal, mediante le perfil antes mencionado.

Nuevos indicadores después de la propuesta

Con el desarrollo de la propuesta se calculó los nuevos indicadores dando como resultado lo siguiente:

Confiabilidad; el cálculo de este indicador de confiabilidad después de aplicar el mantenimiento preventivo, tendremos los siguientes datos:

Tiempo total programado: 6,363 Horas.

Tiempo de inactividad: Es el resultado de las horas de parada por fallas menos las horas que se ha reducido una vez desarrollado la propuesta.

$$\text{Horas reducida} = 591.5 - 66.42 = 525.08 \text{ horas}$$

Números de fallas: Son el número de fallas que no han aplicado en el mantenimiento que es igual a: 27 fallas.

$$\text{MTBF} = \frac{6,363 - 209.72}{27} = 227.89 \text{ HRS.}$$

El indicador de confiabilidad dio como resultado 227.89 hora, que es el tiempo en que surja una falla durante el proceso de producción.

Mantenibilidad; para realizar el cálculo del nuevo indicador de Mantenibilidad, después de haber aplicado el mantenimiento propuesto se tendrá en cuenta los siguientes valores:

Tiempo de inactividad: Es el resultado de las horas de parada por fallas menos las horas que se ha reducido una vez desarrollado la propuesta.

$$\text{Horas reducida} = 591.5 - 66.42 = 525.08 \text{ horas}$$

Número de fallas: se calcula en las sumatorias de las intervenciones de las tareas programadas sumando las fallas no aplicado a la propuesta.

$$\text{Número de fallas} = 189 + 27 = 216$$

$$\text{MTTF} = \frac{209.72}{189+27} = 0.97 \text{ HRS.}$$

El resultado de este indicador nos da como resultado 0.97 horas, que es lo que demora en reparar una máquina y que vuelva a trabajar en óptimas condiciones.

Disponibilidad

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{6,363 - 209.72}{6,363} * 100$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = 96.7\%$$

Indicadores actuales vs indicadores mejorados

Los indicadores actuales comprando con los indicadores mejorados con la propuesta realizada.

Tabla 88. Cuadro comparativo de indicadores.

INDICADOR	ACTUAL	MEJORADO	VARIACIÓN (%)
CONFIABILIDAD (H)	67.8	227.89	236.12%
MANTENIBILIDAD (H)	8.85	0.97	-89.04%
DISPONIBILIDAD (%)	88.45%	96.70%	9.33%

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación económica de la propuesta

Costos beneficios de la implementación de la propuesta; para el desarrollo del costo beneficio de la implementación de la propuesta de mantenimiento en la empresa Molinos San Jorge S.A.C, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Costos de implementación de la propuesta; los costos de herramientas para el desarrollo de las tareas propuestas, temiendo como costo total S/. 1,605.70 (Anexo 121 – 123)

Incremento de la utilidad

Para determinar el incremento de la utilidad, se realiza un comparativo del inicio del estudio con respecto al tiempo de paradas por fallas teníamos una utilidad no percibida de S/.

499,664.00, observando la diferencia con la disminución de los tiempos de paradas por fallas teniendo S/. 142,609.60

Tabla 91. Utilidades no percibidas actual vs mejorado.

Capacidad	Tiempo de paro	Sacos no procesados	Utilidad (S/.)	Utilidad no percibida
136	734.8	99,932.80	S/ 5.00	S/ 499,664.00
136	209.72	28,521.92	S/ 5.00	S/ 142,609.60

Fuente: Elaboración propia

Nos muestra el comparativo de producción y la utilidad recuperada de acuerdo con la propuesta realizada.

Tabla 92. Recuperación de utilidad.

Producción	Actual	Mejorado	Recuperación
Sacos de arroz	422,872	492,707.64	69,835.64
Utilidad Percibida	S/ 2,114,360.00	S/ 2,463,538.20	S/ 349,178.20

Fuente: Elaboración propia

Comparación de utilidad; determinando las comparaciones anteriores tenemos la comparación de utilidad y el incremento porcentual realizado la propuesta.

Tabla 93. Incremento de la utilidad.

Descripción	Valor
Utilidad actual	S/ 2,114,360.00
Utilidad con propuesta	S/ 2,463,538.20
Incremento de la utilidad	16.51%

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja**Cálculo del VAN:**

$$VAN = -I^o + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t}$$

Ft = son los flujos de dinero en cada periodo t

I0 = Es la inversión realiza en el momento inicial (t = 0)

N = Es el número de periodos de tiempo

k = Es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

$$VAN = \frac{F1}{(1+k)^1} + \frac{F2}{(1+k)^2} + \frac{F3}{(1+k)^3} - I0$$

Cálculo del TIR:

$$TIR = -I^o + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+TIR)^t}$$

Ft = Son los flujos de dinero en cada periodo t

I0 = Es la inversión realiza en el momento inicial (t = 0)

n = Es el número de periodos de tiempo

$$TIR = \frac{F1}{(1+TIR)^1} + \frac{F2}{(1+TIR)^2} + \frac{F3}{(1+TIR)^3}$$

Estado de resultados

Tabla 94. Flujo de caja de la propuesta.

En la siguiente tabla nos muestra el flujo de caja, lo cual nos ayudara para calcular el costo beneficio de la propuesta

Año/mes	0	1	2	3
Ingresos		S/349,178.20	S/391,079.58	S/438,009.13
costos operativos		S/22,159.06	S/24,818.15	S/27,796.32
depreciación		S/0.00	S/0.00	S/0.00
GAV		S/0.00	S/0.00	S/0.00
interés				
utilidad antes de impuestos		S/327,019.14	S/366,261.44	S/410,212.81
Impuestos (29.5%)		S/96,470.65	S/108,047.12	S/121,012.78
utilidad después de impuestos		S/230,548.49	S/258,214.31	S/289,200.03

Flujo de caja

Año/mes	0	1	2	3
utilidad después de impuestos		S/230,548.49	S/258,214.31	S/289,200.03
depreciación		S/0.00	S/0.00	S/0.00
amortización				
Inversión	S/22,159.06	S/230,548.49	S/258,214.31	S/289,200.03
Año/mes	0	1	2	3

FNE	-S/22,159.06	S/230,548.49	S/258,214.31	S/289,200.03
------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

VAN	S/563,718.72	0	TMAR	15.00%
TIR	1051.5%			

Año/mes	0	1	2	3
Ingresos		S/349,178.20	S/391,079.58	S/438,009.13
Egresos	S/22,159.06	S/118,629.71	S/132,865.27	S/148,809.10

VAN Ingresos **S/887,343.68**

VAN Egresos **S/323,624.96**

B/C	2.74	
PAYBACK	0.11	años/meses

Como se muestra como resultado de conto beneficio de S/. 2.74, lo cual este valor nos indica que por cada sol que se ha invertido en el plan de mantenimiento se obtiene S/. 1.74 de beneficio o ganancia.

El presente análisis nos muestra la viabilidad económica y financiera, con una inversión de S/. 22,159.06 nuevos soles proyectados en tres años, los resultados obtenidos nos muestran una rentabilidad altamente favorable, obteniendo un retorno de la inversión rápida.

Valor Actual Neto (VAN): S/ 563,718.72, Es positivo, lo que significa que el proyecto genera valor y es financieramente rentable.

Tasa Interna de Retorno (TIR): 1051, Es muy superior a la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR) del 15%, lo que demuestra que el proyecto tiene rentabilidad; así mismo el periodo de Recuperación (Playback): 0.11 años equivalente en 1.3 meses, el capital invertido se recupera en 1.3 meses, lo que evidencia una rápida recuperación y bajo riesgo financiero.

Tabla 95. Flujo de caja de la propuesta.

Escenario N° 01: Recursos limitados, mantenimiento con restricciones. (Costos operativos incrementan 30%).

Estado de resultados

Año/mes	0	1	2	3
Ingresos		S/244,424.74	S/273,755.71	S/306,606.39
costos operativos		S/28,806.78	S/32,263.59	S/36,135.22
depreciación		S/0.00	S/0.00	S/0.00
GAV		S/0.00	S/0.00	S/0.00
interés				
utilidad antes de impuestos		S/215,617.96	S/241,492.12	S/270,471.17
Impuestos (29.5%)		S/63,607.30	S/71,240.17	S/79,789.00
utilidad después de impuestos		S/152,010.66	S/170,251.94	S/190,682.18

Flujo de caja

Año/mes	0	1	2	3
utilidad después de impuestos		S/152,010.66	S/170,251.94	S/190,682.18
depreciación		S/0.00	S/0.00	S/0.00
amortización				
Inversión	S/28,806.78	S/152,010.66	S/170,251.94	S/190,682.18

Año/mes	0	1	2	3
FNE	-S/28,806.78	S/152,010.66	S/170,251.94	S/190,682.18

VAN	S/357,487.96	0		
TIR	536.8%		TMAR	15.00%

Año/mes	0	1	2	3
Ingresos		S/244,424.74	S/273,755.71	S/306,606.39
Egresos	S/28,806.78	S/92,414.08	S/103,503.77	S/115,924.22

VAN Ingresos **S/621,140.58**

VAN Egresos **S/263,652.62**

B/C **2.36**

PAYBACK **0.22** años/meses

Escenario N° 01:

- Ingresos disminuyen en 30%
- Costos operativos incrementan 30%
- Inversión inicial: S/. 28,806.78
- TMAR: 15%

Resultados esperados

- **VAN:** Sigue siendo positivo
- **TIR:** 536.8%
- **B/C:** > 1
- **Playback:** mayor a 0.22, pero menor a 1 año

Tabla 96. Flujo de caja de la propuesta.

Escenario N° 02: Costos altos, presupuesto amplio, enfoque avanzado y tecnológico. (Costos operativos incrementan 50%).

Estado de resultados

Año/mes	0	1	2	3
Ingresos		S/174,589.10	S/195,539.79	S/219,004.57
costos operativos		S/33,238.59	S/37,227.22	S/41,694.49
depreciación		S/0.00	S/0.00	S/0.00
GAV		S/0.00	S/0.00	S/0.00
interés				
utilidad antes de impuestos		S/141,350.51	S/158,312.57	S/177,310.08
Impuestos (29.5%)		S/41,698.40	S/46,702.21	S/52,306.47
utilidad después de impuestos		S/99,652.11	S/111,610.36	S/125,003.61

Flujo de caja

Año/mes	0	1	2	3
utilidad después de impuestos		S/99,652.11	S/111,610.36	S/125,003.61
depreciación		S/0.00	S/0.00	S/0.00
amortización				
Inversión	S/33,238.59	S/99,652.11	S/111,610.36	S/125,003.61

Año/mes	0	1	2	3
FNE	-S/33,238.59	S/99,652.11	S/111,610.36	S/125,003.61

VAN	S/220,000.79	0	TMAR	15.00%
TIR	305.5%			

Año/mes	0	1	2	3
Ingresos		S/174,589.10	S/195,539.79	S/219,004.57
Egresos	S/33,238.59	S/74,936.99	S/83,929.43	S/94,000.96

VAN Ingresos **S/443,671.84**

VAN Egresos **S/223,671.05**

B/C **1.98**

PAYBACK **0.39** años/meses

Escenario N° 02:

- Ingresos disminuyen en 50%
- Costos operativos incrementan 50%
- Inversión inicial: S/. 33,238.59
- TMAR: 15%

Resultados esperados

- **VAN:** Sigue siendo positivo
- **TIR:** 305.5%
- **B/C:** > 1
- **Playback:** mayor a 0.39, pero menor a 1 año

En el análisis económico y financiero del proyecto, considerando una Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) del 15%, determinó un Valor Actual Neto (VAN), lo cual evidencia que el proyecto genera valor económico y resulta financieramente viable en ambos escenarios.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es ampliamente superior a la TMAR establecida, lo que demuestra que el proyecto presenta una alta rentabilidad financiera y una capacidad significativa de generación de beneficios.

El índice Beneficio-Costo (B/C) es mayor a 1, confirma que los beneficios superan a los costos del proyecto, indicando que por cada sol invertido se obtiene un retorno económico favorable.

El análisis de escenarios permitió evaluar el comportamiento del proyecto frente a variaciones en los ingresos y costos operativos. Los indicadores financieros mantienen valores aceptables, con un VAN positivo y una TIR superior a la TMAR, evidenciando la estabilidad financiera del proyecto ante condiciones desfavorables.

Los resultados del análisis financiero y del estudio de escenarios permiten concluir que el proyecto presenta solidez económica y sostenibilidad financiera al margen de las variaciones que puedan ocurrir en el trayecto.

Discusión

En el presente capítulo se contrastan los resultados obtenidos con las teorías y trabajos previos, de tal manera que la empresa Molino San Jorge S.A.C, a la fecha cuenta con 83 equipos de maquinaria, como lo muestra la Tabla 33 y un sistema para llevar a cabo el proceso productivo, sin embargo no cuenta con un plan de mantenimiento que garantice que los equipos y maquinaria puedan funcionar de manera óptima durante el proceso de producción de la empresa, siendo una empresa con más de 24 años de vigencia en el mercado, es necesario que se pueda empalmar los horarios en los cuales se brindan los mantenimientos, con la finalidad de trabajar de manera continua evitando interrupciones que comprometan los tiempos productivos de la empresa, es por eso que tal como lo menciona Jave en 2021 [4], cuya investigación se enfocó en la reducción de costos operativos de la empresa que surgían como el resultado de una falta de programación para los programas de mantenimiento, de esta manera logró reducir los gastos operativos equivalente a un 40% del total de los costos.

La evaluación de la propuesta permite identificar una rentabilidad al 21% en relación al precio del mercado, del mismo modo Manuel et al. En el 2024, quienes inciden en la importancia de contar con un plan de mantenimiento estructurado para disminuir los gastos operativos y mejorar el rendimiento y efectividad de los equipos, en términos generales cada procedimiento que se realiza para formular la estrategia es de suma importancia.

Del diagnóstico realizado se tuvo como segundo objetivo elaborar la propuesta de implementación del RCM en la empresa Molinos San Jorge S.AC, empleando herramientas como el árbol de fallas, análisis de criticidad, AMEF, teniendo como indicadores iniciales; MTBF de 67.8 horas, MTTR de 8.85 horas y disponibilidad de 88.45 %, después de la propuesta mejorando estos indicadores como el aumento de MTBF en 227.89 horas, Disminución del MTTR a 0.97 horas y el incremento de la disponibilidad a 96.7%. En [4], optan por aplicar el mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, para optimizar el mantenimiento y mejorar la seguridad así como también reducir los costos de mantenimiento correctivo. En [10], utilizo el análisis de criticidad utilizando la metodología AMAEF para analizar los modos y efectos de falla. Los resultados mostraron que la disponibilidad promedio era del 81.47% y la confiabilidad del 97.84%. Se aplicó el RCM, se logró un aumento promedio en la disponibilidad del 93.83% y en la confiabilidad del 98.13%, basado en el MTBF (tiempo medio entre fallas) de 190.70 y el MTTR (tiempo medio de reparación) de 12.90.

En el tercer objetivo, realizar la evaluación económica de la propuesta, se realizó un análisis de costo beneficio de la propuesta, que se obtuvo un resultado de S/. 2.74, es decir una ganancia de S/.1.74 por solo invertido, con una inversión inicial de S/. 22,159.06, comparando con [9], Realizó un análisis de beneficio-costos que demostró la rentabilidad de la propuesta de mejora, con una ganancia estimada de 1,57 soles por cada sol invertido, lo que representa que al aplicar el RCM, generan beneficios económicos para las empresas.

Conclusiones

En la presente investigación se muestra la mejora realizada para la empresa Molinos San Jorge S.A.C, mediante la implementación de la gestión de mantenimiento basado en el RCM, como una propuesta para reducir las pérdidas económicas en el proceso de pilado de arroz, llegando a reducir en 16.51% de estas; como también se pudieron identificar las maquinas con fallas más frecuentes y las que se averías representas costos significativos para la empresa.

La propuesta de gestión de mantenimiento utilizó la metodología Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), metodología apoyada en herramientas como el Análisis de criticidad; el cual permitió identificar las máquinas con altos índices de fallas, demoras en reparaciones lo que conlleva a pérdidas económicas para la empresa. Los procesos de mantenimiento en la empresa eran realizados de manera empírica, sin controles adecuados ni programaciones de estos; de marzo 2022 a febrero de 2023 se presentaron 83 fallas, representando 734.8 horas, con unos indicadores de confiabilidad de 67.8 horas, una Mantenibilidad de 8.85 horas promedio, y las pérdidas económicas fueron de S/. 499,664.00.

Con la propuesta de gestión de mantenimiento basado en el RCM, se realizó el AMEF, la hoja de decisión, el plan y cronograma de mantenimiento, estos permitieron optimizar y mejorar, teniendo cambios positivos en los indicadores mencionados, la confiabilidad aumento a 227 horas, la Mantenibilidad disminuyó a 0.97 hora y la disponibilidad aumento en 10%, dicho esto se pudo reducir las pérdidas económicas e incrementar la producción.

El análisis costo beneficio de la propuesta del sistema de gestión del mantenimiento basado en el RCM, en el proceso de pilado de arroz, se obtuvo un VAN de S/ 5, 63,718.72 más, en dinero de lo que tiene actualmente la empresa; con una Tasa Interna de 1051.5% de rentabilidad promedio mensual, indicando que el proyecto es rentable para la empresa.

Recomendaciones

Se recomienda tener en cuenta para una futura investigación la implementación una nueva línea de producción o aprovechamiento parcial de la existente, para la elaboración de un nuevo producto en los meses con menos afluencia productos con la finalidad de aprovechar oportunidades.

Utilizar los equipos que se encuentran en la línea de producción, mantendrá las máquinas y equipos en constante actividad, lo cual es un elemento que deja propensos a la acumulación de polvo y residuos que afecten su estructura.

Considerar la automatización de los procesos, para un mayor aprovechamiento del tiempo evitando riesgos y sobrecarga laboral para los trabajadores.

Referencias





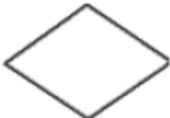
- [1] Organización de las Naciones unidas par la alimentacion y la agricultura, «Situación Alimentaria Mundial,» 07 04 2023. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>.
- [2] MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO, «Producción nacional y comercio exterior,» César Armando Romero, Julio 2022. [En línea]. Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3444254/Commodities%20Arroz%3A%20ene-mar%202022.pdf>.
- [3] APEMA, «PERÚ PADDY,» *Fortaleza productiva del país*, pp. 5-7, Setiembre 2022.
- [4] M. Song, X. Zhang y M. Lind, «Automatic identification of maintenance significant items in reliability centered maintenance analysis by using functional modeling and reasoning,» 2023.
- [5] R. K. Ur, «Implementation of Reliability Centered Maintenance (RCM) in the background of industry 4.0 –Issues, Challenges, and Opportunities,» *Research Article*, 2023.
- [6] M. A. Jave Correa, «Implementación de un sistema de planificación de requerimiento de materiales (MRP) y mantenimiento productivo total (TPM) en las áreas de producción y logística para reducir los costos operativos en la empresa Molino Paquito E.I.R.L,» 2021.
- [7] J. J. Paredes Cruz, «lan de mantenimiento basado en el TPM. Mantenimiento Productivo Total para optimizar la disposición de la maquinaria pesada de la organización empresarial UNIMAQ S.A,» 2019.
- [8] G. D. S. Sotomayor Nunura, «Gestión de mantenimiento para reducir costos en el area de electromecánica en el hostpital regional de Lambayeque,» Lambayeque, 2018.
- [9] E. Villacorta Pinedo, «Implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para aumentar la producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L,» Jaen, 2020.
- [10] J. P. Mejia Carbajal, «Plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM, para mejorar la disponibilidad a las maquinarias de una empresa metal mecánica,» Trujillo, 2021.
- [11] J. J. F. M. ZULUETA, *PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PILADO DE ARROZ*, Chiclayo , 2019.
- [12] C. J. M. RAMOS, *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN, CHICLAYO*, 2020.
- [13] J. M. O. A. J. R. FIGUEROA ACUÑA, *“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA EL*, Lima, 2020.
- [14] Y. Cruz y L. Rivera, «DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ARROZ EN LA EMPRESA INDUAMÉRICA S.A.C,» *Repositorio Universidad Señor de Sipán*, vol. 1, nº 5, p. 180, 2017.

- [15] L. Zamora, «“Plan de mejora en la gestión de mantenimiento para aumentar la productividad en el molino san Fernando de Lambayeque, 2018.”,» *Alicia*, vol. 1, nº 12, p. 128, 2018.
- [16] M. M. Irigoien Alarcon, *Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz para incrementar la productividad de empresa Agroindustrias Molinera Santa Fe SAC*, Chiclayo, 2023.
- [17] M. Alvaréz, D. Donaldson, A. Recalde y O. Noriega, «Power System Reliability and Maintenance Evolution: A Critical Review and Future Perspectives,» *IEEE - Explorer*, 2024.
- [18] F. Pohan, I. Saputra y R. Tua, «Scheduling Preventive Maintenance to Determine Maintenance Actions on Screw Press Machine,» 2023.
- [19] S. G. Garrido, *Organizacion y gestion integral de mantenimiento*, Madrid: Diaz De Santos S.A, 2010.
- [20] C. Hasing y R. Rada, «Se sostiene que el mantenimiento engloba una serie de labores o actividades destinadas a preservar o restaurar el funcionamiento adecuado de un equipo o sistema, permitiéndole desempeñar sus funciones asignadas de manera óptima. La falta de concordancia e,» *Espol*, vol. 1, nº 3, p. 10, 2003.
- [21] J. H. / B. Render, *Principio de administracion de operaciones*, Mexico: Pearson educacion, 2004.
- [22] J. H. / B. Render, *Principio de administracion de operaciones*, Mexico: Pearson educacion, 2004.
- [23] C. P. M. / A. C. M. Crespo, *Ingenieria de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestion de activos*, Sevilla; España : IGEMAN, 2012.
- [24] J. L. A. Paton, *Ingenieria y gestion de mantenimiento en el sector ferroviario*, España: Dias de Santos, 2009.
- [25] J. L. A. Paton, *Ingenieria y gestion de mantenimiento en el sector ferroviario*, España : Dias de Santos , 2009.
- [26] J. L. A. Paton, *Ingenieria y gestion del mantenimiento en el sector ferroviario*, España: Dias de Santos, 2009.
- [27] L. C. Arbos, *Gestion de mantenimiento de los equipos productivos*, Madrid: Dias de Santos, 2012.
- [28] M. d. C. C. Montoya, *Programas de mantenimiento predictivo*, España : Academia Española , 2012.
- [29] H. Gutiérrez, *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD*, España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010.
- [30] J. Jacho, «Propuesta de Aplicación de la Metodología 9 “S” en la Microempresa PROVIDERSA S.A.,» *Escuela Politécnica Nacional*, vol. 1, p. 130, 2014.
- [31] T. Fontalvo , E. De La Hoz y J. Morelos , «PRODUTIVIDADE E SEUS FATORES: IMPACTO NA MELHORIA ORGANIZACIONAL,» *Scielo*, 2018.

- [32] F. C. G. D. LEÓN, TECNOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, MURGA: 1º EDICIÓN, 1998.
- [33] F. J. G. Fernández, Teoria y practica del mantenimiento industrial avanzado, España: FC editorial, 2005.
- [34] G. S. Garcia, Ingenieria del mantenimeinto Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento, Renovec, 2009.
- [35] G. S. Garcia, Seguridad industrial y salud, mexico: Meg Weist, 2000.

7. Anexos.

Anexo N° 01: Tabla N°01 Simbología del diagrama de árbol de fallos.

Simbolo	Definición
	Puerta Y: condición en la que todos eventos ubicado en la parte inferior del símbolo deben estar todos los eventos para que pase el evento en que está en la parte superior.
	Puerta O: Situación en la cual uno de los eventos ubicados en la parte inferior hacen posible que ocurra el evento que está en la parte superior.
	Rectángulo: significa el evento negativo y se puede visualizar en la parte superior del árbol y en otra parte de este.
	Círculo: es un evento base del árbol y está en la parte inferior del árbol.
	Diamante: identifica un evento incompleto puesto que hay la suficiente información.

Anexo N° 02: Tabla 2. Análisis de Modo y Efecto de Fallas.

AMEF del sistema de:	Análisis de Modo y Efecto de fallas						Área		
	AMEF N°		Fecha de revisión	dd/mm/aa			Res. Área		
	Descripción	Nombre de la pieza		Código					
Descripción	Función que desempeña	Modo de falla	Efecto de falla	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable
				Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección		

Fuente: Miranda, 2006

Anexo N° 03: Tabla 3. Severidad del fallo.

Categoría	Descripción	Valor
Escasa	la falla del equipo podría no causar problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante	1
	la falla del equipo no afecta a la especificación del producto o su rendimiento no hay tiempo de interrupción de la línea productiva	
Baja	la falla del equipo podría causar algunos problemas leves de seguridad o al medio ambiente del área circundante	2-3
	la falta de equipo afectara levemente la especificación del producto o su rendimiento	
Moderada	la falta de equipo podría causar algunos problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante	4-5-6
	la falla del equipo podría causar un volumen moderado de producción fuera de especificación o afectar moderadamente el rendimiento	
Alta	la falla del equipo podría causar algunos problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante	7-8
	la falla del equipo podría causar un volumen moderado de producción fuera de especificación o afectar moderadamente el rendimiento	
Muy alta	la falla del equipo podría causar serios problemas de seguridad o al medio ambiente del área circundante	9-10
	la falla del equipo podría causar un volumen de producción importante fuera de especificación o afectar seriamente el rendimiento	

Fuente: Moubray, 2004

Anexo N° 04: Tabla 4. Grado de ocurrencia.

Categoría	Descripción	Valor
Escasa	probabilidad de que ese modo de fallo, se produzca por esa causa	1
	esta establecido mantenimiento predictivo experiencia no ocurrente o muy remota	
Baja	probabilidad de que ese modo de fallo, se produzca por esa causa	2-3
	esta establecido mantenimiento predictivo y auto control experiencia no concurrente o muy remota	
Mediana	probabilidad de que ese modo de fallo, se produzca por esa causa	4-5
	establecido mantenimiento preventivo y auto control no eficaz experiencias concurrentes	
Alta	probabilidad de que ese modo de fallo, se produzca por esa causa	6-7-8
	no hay establecido auto control experiencias concurrentes	
Muy alta	probabilidad de que ese modo de fallo, se produzca por esa causa	9-10
	no hay establecido mantenimiento preventivo y auto control experiencias concurrentes	

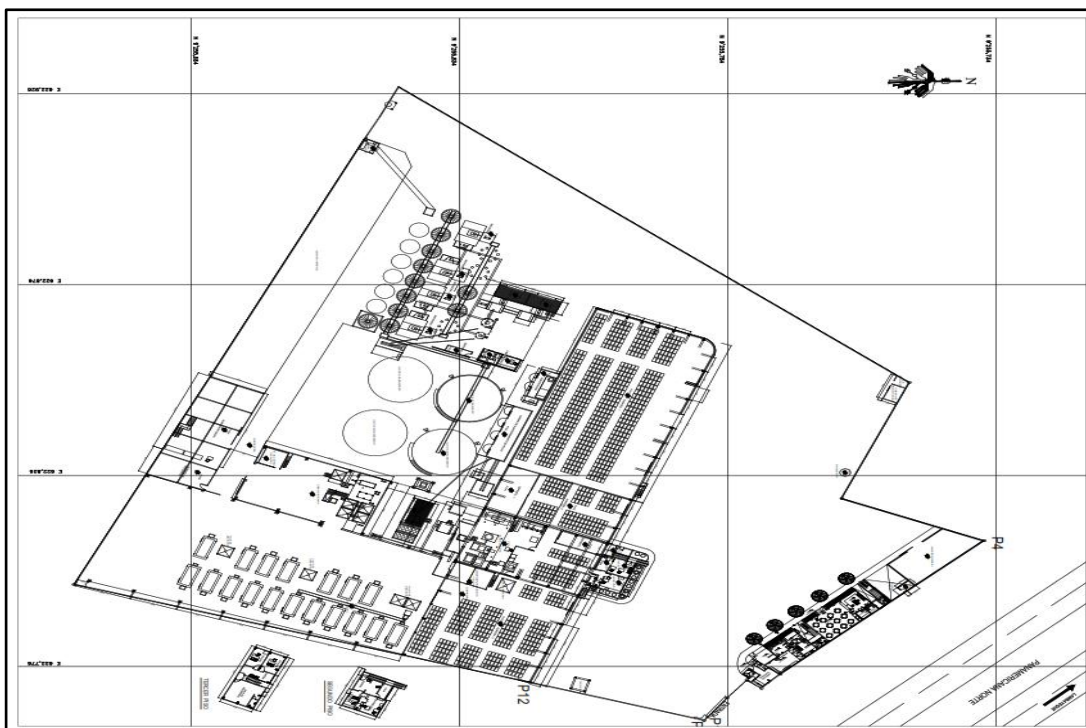
Fuente: Moubray, 2004

Anexo N° 05: Figura 2. Ubicación geográfica de la empresa



Fuente: Google Maps.

Anexo N° 06: Figura 3. Plano de distribución de los procesos productivos de la empresa Molino San Jorge S.A.C



Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 07: Principales clientes

La empresa tiene una presencia en el mercado nacional, sus productos son distribuidos a diversas ciudades dentro del país, se destaca especialmente su penetración en el mercado local, donde ha logrado establecer relaciones comerciales importantes en varias ciudades, este enfoque estratégico no solo amplía su alcance geográfico, sino que también fortalece su posición en mercados, impulsando su crecimiento y visibilidad en el ámbito global.

Anexo N° 08: Principales productos

La empresa cuenta 5 productos esenciales de mayor demanda, que se detallan a continuación:



Anexo N° 09: Figura 4. Arroz Don Cotty Verde; Añejo super extra; variedad: Tinajones

Fuente: Molino San Jorge S.A.C



Anexo N° 10: Figura 5. Arroz Valentina naranja; Añejo; variedad: NIR

Fuente: Molino San Jorge S.A.C



Anexo N° 11: Figura 6. Arroz Valentina Amarilla; Añejo; variedad: Tinajones

Fuente: Molino San Jorge S.A.C



Anexo N° 12: Figura 7. Arroz Don Cotty Azul; Añejo Extra; variedad: Tinajones

Fuente: Molino San Jorge S.A.C



Anexo N° 13: Figura 8. Arroz Don Cotty Naranja; Fresco Extra; variedad: Tinajones

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 14: Descripción del proceso productivo

Recepción de materia prima:

El arroz en cáscara (paddy), ingresa al molino provenientes del campo en tráiler o camiones en sacos de polipropileno de peso variado de acuerdo al método empleado en la cosecha (por azote o trilla); es decir cuando el arroz es trillado éste llega con un peso aproximado de 80 – 90 Kg. Al ingresar al molino, el transporte cargado de materia prima es pesado en la balanza para camiones (Precisión); es luego descargado y el transporte ya sin materia prima es pesado nuevamente, con el fin de obtener el peso del arroz cáscara por diferencia, el cual es llevado al lugar destinado para su secado dentro del perímetro del molino.

Secado:

Natural o en pampa:

Para obtener el máximo rendimiento de grano entero, el arroz debe ser recolectado con una humedad determinada. Dicha humedad es diferente para cada variedad de arroz y puede cambiar con el medio ambiente, pero se recomienda que no sea mayor a 22% a 24% para cualquier variedad, en estos casos la operación de secado es inmediata.

El tendido en pampa es el método artesanal y tradicionalmente usado para la remoción de la humedad, por la acción del calor y el movimiento natural del aire circulante.

El secado es una de la operación más importante en el procesamiento de arroz, consiste en un proceso combinado de cambio de masa y calor, en lo cual el calor es utilizado para remover la humedad del grano y transferirlo al ambiente, generalmente al aire.

El secado en pampa, es el más económico, es un secado natural que consiste en extender el arroz sobre mantas de polipropileno de color negro tendidas a la intemperie, expuestas a la energía calorífica del sol.

El arroz tendido es removido continuamente con el fin de conseguir un secado uniforme y la humedad deseada de 12% según la variedad de arroz.

La desventaja del secado artesanal es que el arroz no tiene un secado homogéneamente.

Secado industrial.

Tiene por objeto reducir la humedad a $12 \% \pm 0.5$.

Luego de haber sido acondicionado el arroz cáscara es transportado por un sistema de fajas transportadoras (colocadas en la parte superior y/o inferior). El sistema de secado está constituido por un ventilador que mueve el aire y lo fuerza a pasar por la masa del grano; una cámara para contener el grano y un quemador que permite aumentar la temperatura del aire de secado.

Pre – limpieza.

El principio de la pre - limpia es la separación de los materiales presentes en la materia prima proveniente del campo de cultivo que no van a producir grano de arroz elaborado, este material extraño puede ser: paja, polvo, piedras, metal, vidrio, semillas de otros productos, etc. El trabajo de separación de estos materiales se realiza utilizando principios físicos aplicados a las diferencias de forma, peso, etc., que existe entre el grano de arroz y el material extraño. Todas estas impurezas serán separadas por métodos mecánicos.

Los granos de arroz paddy, son puestos sobre una superficie plana (malla) o ligeramente inclinada que cuenta con perforaciones adecuadas, y puede separarse de acuerdo con la longitud y ancho de las perforaciones. Este es el principio utilizado por las zarandas planas vibratorias.

Descascarado.

Se realiza en paralelo con máquinas descascaradoras automáticas de separación de los rodillos de jebe.

El descascarado se realiza por la combinación de tres efectos: presión de los rodillos, efecto de la velocidad diferencial de los rodillos e impacto, contra la platina colocada debajo de la descarga de los rodillos. La distancia entre rodillos es de 0.5 mm a 1.0 mm.

La dureza de los rodillos afecta el rendimiento de las descascaradoras. Los rodillos más duros permiten alcanzar niveles más bajos de descascarado, pero procesan mayor cantidad de arroz. Los rodillos más blandos, por el contrario, alcanzan niveles más altos de descascarado, pero procesan menos toneladas.

Separación de cascarilla o aventadora.

La función de este equipo es la de separar la cascarilla del flujo de grano descascarado que proviene de la descascaradora. La mayoría de los equipos realizan esta separación con ayuda de corrientes controladas de aire.

Es importante el control que debe tenerse en la graduación del aire que se re-circula, cuidando que no pase paddy o grano descascarado hacia la cascarilla.

Separación de paddy

La descarga de granos de las aventadoras contiene una mezcla de arroz paddy no descascarado y arroz descascarado (arroz integral). Para separar estos granos con base en las diferencias de densidad de los productos, se utiliza una separadora gravimétrica (mesa paddy), que está compuesta de celdas zig-zag interiores cuya forma de trabajo consiste en movimientos de vaivén, en el cual el grano es arrojado contra las paredes de la cámara y desde allí rebota de pared a pared.

Los ángulos de rebote de arroz descascarado son distintos de los del arroz paddy, en función de su diferente peso específico.

La operación de separación se realiza con tres regulaciones:

Ángulo de Inclinación: El ángulo de inclinación es de 5°, hacia la salida del arroz descascarado, permitiendo así trasladar el arroz con cáscara hacia el extremo superior.

Frecuencia de oscilaciones: Consiste en aumentar o disminuir la frecuencia del movimiento de la separadora (vaivén). Según se presente paddy en la salida del cascado, o arroz cascado en la salida de paddy respectivamente. Para tal efecto el motor es controlado con un variador de frecuencia.

Pulido.

También llamado etapa de blanqueo, en esta etapa se busca ejercer una acción lo suficientemente fuerte para separar las capas blandas (salvado) sin que haya demasiado esfuerzo y demasiada presión que pueda dañar el endospermo del grano y aumentar de esta manera el porcentaje de granos quebrados. Las diferencias en rendimiento de grano entero pueden ser de mucha importancia económica.

El equipo utilizado para el blanqueo de arroz, se puede dividir en dos categorías: Los equipos que pulen por abrasión y los equipos que blanquean por acción de fricción.

La remoción de las capas de salvado se consigue por medio de la abrasión, pues se realiza un efecto de desgaste y corte generados por la piedra esmeril que gira dentro de las cámaras cerradas presionando al arroz contra las mallas produciéndose la separación del polvillo a través de las ranuras de la criba.

Clasificación por tamaño.

El arroz después de obtener su blancura deseada ingresa a la cilíndrica, la acción de esta máquina se caracteriza por un movimiento circular en el punto de carga del arroz, acción enérgica que distribuye el arroz en el interior de los cilindros que tienen ranuras, por donde cae el grano más pequeño. En el otro extremo del cilindro finaliza con mucho cuidado la separación del grano pequeño no clasificado (ÑELEN).

Clasificador de cilindro alveolar (trieurs): El equipo consta de seis cilindros tambores rotatorios con alvéolos o perforaciones, conocido como trieurs, realiza un tipo de trabajo que depende del tamaño de los alvéolos, velocidad y ángulo de la bandeja interna.

Por lo general para conseguir la separación efectiva, el diámetro de los alvéolos debe ser, por lo menos, 10% mayor que la longitud del material que se va a separar. El equipo es calibrado por los operarios moviendo la bandeja con el propósito de aumentar o disminuir el quebrado en el entero de acuerdo a lo necesitado.

Selección por Color.

El arroz después de ser brillantado es llevado a la zaranda de limpieza, con la finalidad de separar los granos yesosos, dañados, o materia extraña de color diferente.

La selectora por color presenta bandejas vibratorias que alimenta un conjunto de canales metálicos por donde se desliza el grano hasta alcanzar una velocidad uniforme.

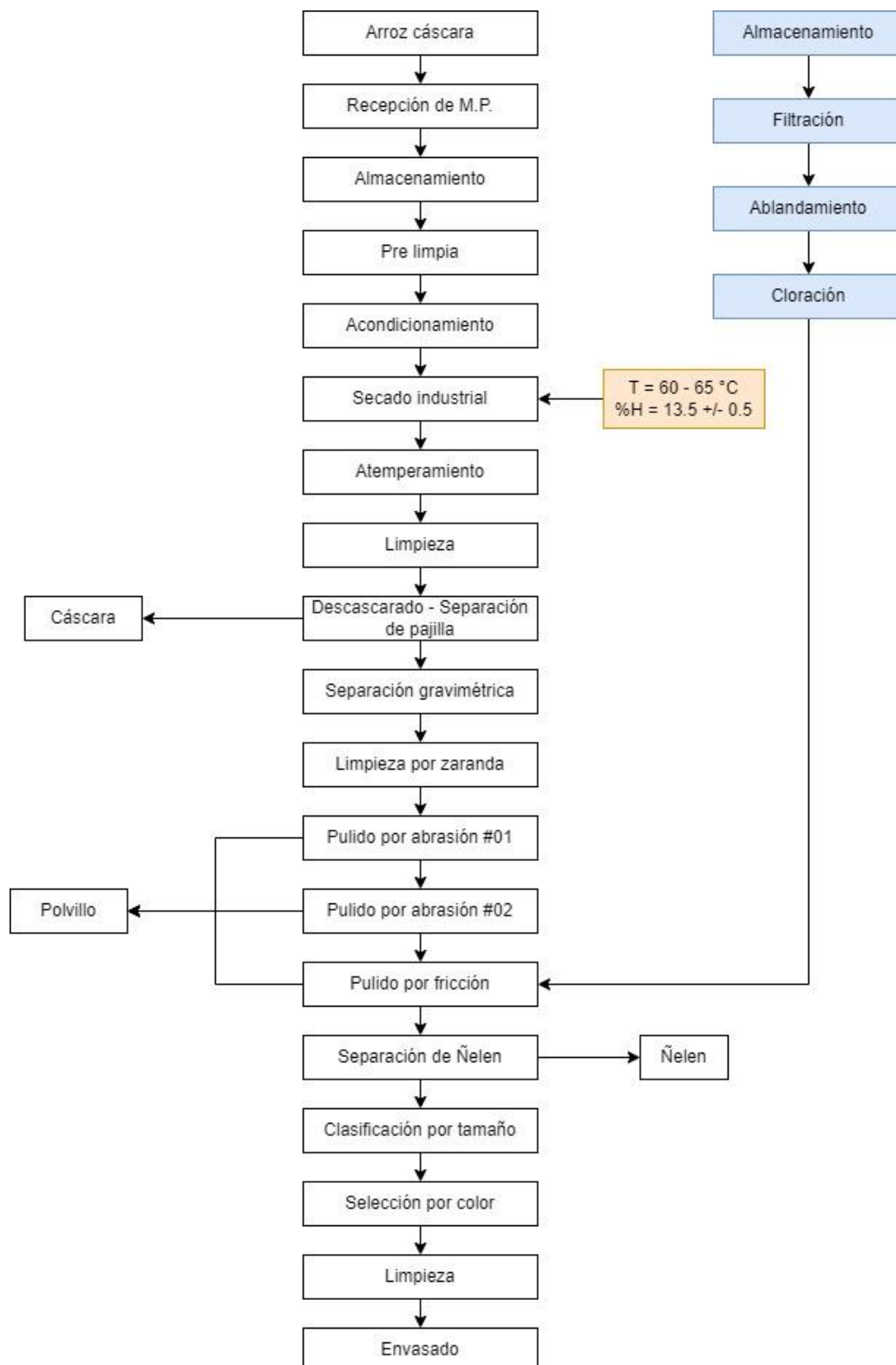
Cuando finaliza el recorrido por el canal, durante un instante permanece en suspensión en el aire, momento en que se aprovecha para observarlo por una foto celda u ojo electrónico que al detectar grano machado u otro elemento que no tenga la transparencia o blancura calibrada como patrón da una orden a un eyector, que opera con aire a presión, para que lo saque del camino hacia otro sitio de salida diferente al grano aceptado.

Envasado.

Los envases deben ser de material inerte a la acción del producto, de tal forma que no altere sus características físicas, organolépticas, nutricionales y a la vez no produzca sustancias tóxicas.

Cuando se envase en sacos estos deben estar limpios, ser resistentes y estar bien cosidos y/o sellados.

Anexo N° 15: Figura 9. Diagrama de bloques del proceso productivo del pilado de arroz, de la empresa Molino San Jorge S.A.C



Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 16: Tabla 5. Porcentajes que representa el número de fallas de la empresa Molino San Jorge S.A.C

MAQUINA	N° DE FALLAS	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Elevadores	14	17%	17%
Compresor	9	11%	28%
Selectora por color	6	7%	35%
Descascaradora #01	4	5%	40%
Pulidora de agua	5	6%	46%
Descascaradora #02	4	5%	51%
Mesa Paddy	4	5%	55%
Sin fin pajilla	4	5%	60%
Pulidora Suzuki	3	4%	64%
Pre limpia # 01	3	4%	67%
Pre limpia # 02	3	4%	71%
Circuito pajilla	3	4%	75%
Pulidora vertical # 01	3	4%	78%
Ciclon polvillo	3	4%	82%
Clasificadores	3	4%	86%
Ventilador pajilla	3	4%	89%
Zaranda PT	3	4%	93%
Pulidora Oyama	2	2%	95%
Rotary Syster	2	2%	98%
Balanza Electrónica	2	2%	100%
TOTAL	83	100%	

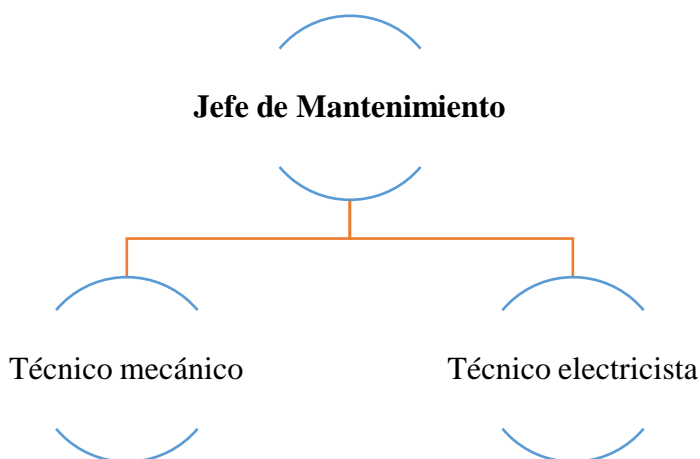
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 17: Tabla 6. Porcentajes que representa los tiempos de parada por falla de la empresa Molino San Jorge S.A.C

MAQUINA	TIEMPO DE PARADA (HORAS)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Elevadores	121.2	16.5%	16.5%
Selectora por color	79.3	10.8%	27.3%
Pulidora de agua	78.7	10.7%	38.0%
Pulidora Suzuki	61.0	8.3%	46.3%
Rotary Syster	44.5	6.1%	52.4%
Circuito pajilla	43.4	5.9%	58.3%
Mesa Paddy	40.5	5.5%	63.8%
Sin fin pajilla	35.5	4.8%	68.6%
Compresor	34.5	4.7%	73.3%
Pre limpia # 02	27.7	3.8%	77.1%
Clasificadores	25.6	3.5%	80.5%
Pre limpia # 01	25.0	3.4%	84.0%
Descascaradora #01	24.4	3.3%	87.3%
Pulidora vertical # 01	21.0	2.9%	90.1%
Descascaradora #02	18.0	2.4%	92.6%
Ventilador pajilla	17.8	2.4%	95.0%
Zaranda PT	11.8	1.6%	96.6%
Ciclon polvillo	9.3	1.3%	97.9%
Balanza Electrónica	9.0	1.2%	99.1%
Pulidora Oyama	6.6	0.9%	100.0%
TOTAL	734.8	100%	

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 18: Figura 10. Organigrama del mantenimiento actual de la empresa Molino San Jorge S.A.C



Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 19: Máquinas empleadas en el proceso de pilado de arroz.

Máquina pre – limpia:

La función principal de una máquina de pre-limpia es eliminar impurezas gruesas y grandes del material antes de que ingrese al proceso de limpieza principal, esto ayuda a proteger equipos sensibles, reduciendo la carga en el proceso principal, mejora la calidad del producto final y garantiza una operación más eficiente y segura en los procesos de la empresa.

Anexo N° 20: Tabla 7. Contexto operacional de equipo de pre – limpia

Equipo: Pre - Limpia	Especificaciones técnicas
	<p>Año: 2006.</p> <p>Antigüedad: 07 años.</p> <p>Marca: Nacional</p> <p>Modelo:</p> <p>Motores: 3</p> <p>Potencia HP: 9</p> <p>Potencia Kw: 6.7</p>

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Descascaradora:

La función principal de la máquina descascaradora es retirar la capa externa de los alimentos, lo que facilita su procesamiento y consumo, esto puede incluir la cáscara de frutas como manzanas, peras o papas, así como la piel de granos como arroz o trigo.

Anexo N° 21: Tabla 8. Contexto operacional de la máquina descascaradora

Equipo: Descascaradora	Especificaciones técnicas
	<p>Año: 2006.</p> <p>Antigüedad: 07 años.</p> <p>Marca: Satake</p> <p>Modelo: HR10SSS30110</p> <p>Motores: 1</p> <p>Potencia HP: 12.5</p> <p>Potencia Kw: 9.3</p>

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Mesa Paddy:

La función principal de la mesa Paddy es separar el arroz (paddy) de la paja después de la cosecha. Esta mesa de separación suele utilizar métodos como la vibración y la gravedad para separar eficientemente el arroz de la paja, permitiendo así que el grano de arroz se recolecte y

procese posteriormente para su consumo o venta. La mesa Paddy es una parte importante del proceso de poscosecha en la producción de arroz, ya que facilita la separación y prepara el arroz para su procesamiento adicional.

Anexo N° 22: Tabla 9. Contexto operacional de la mesa paddy

Equipo: Mesa paddy	Especificaciones técnicas
	Año: 2006.
	Antigüedad: 07 años.
	Marca: Superbrix
	Modelo: SB105P1
	Motores: 1
Potencia HP: 7.5	
Potencia Kw: 5.6	

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Depredadora:

Estas máquinas pueden utilizar diferentes métodos, como la pulverización de pesticidas, la liberación de organismos beneficiosos para el control biológico de plagas o la aplicación de técnicas de manejo integrado de plagas. Su objetivo es proteger los cultivos de daños causados por insectos, enfermedades u otras plagas, lo que ayuda a aumentar la productividad y la calidad de los cultivos.

Anexo N° 23: Tabla 10. Contexto operacional de la máquina depredadora

Equipo: Depredadora	Especificaciones técnicas
	Año: 2023.
	Antigüedad: 01 año.
	Marca: SAMAQ
	Modelo: SMSSUC
	Motores: 1
	Potencia HP: 7.5
Potencia Kw: 5.6	

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Zaranda:

Consiste en una superficie perforada o tamiz que permite que los materiales pasen a través de ella mientras retiene partículas de un tamaño específico. Esto permite separar

materiales más grandes de los más pequeños, lo que facilita su manejo y procesamiento posterior. La zaranda es una herramienta fundamental para garantizar la calidad y uniformidad de los productos finales en diversas aplicaciones industriales.

Anexo N° 24: Tabla 11. Contexto operacional de la zaranda

Equipo: Zaranda	Especificaciones técnicas
	<p>Año: 2016.</p> <p>Antigüedad: 07 años.</p> <p>Marca: Nacional</p> <p>Modelo:</p> <p>Motores: 1</p> <p>Potencia HP: 7.5</p> <p>Potencia Kw: 5.6</p>

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Pulidora cónica:

Utiliza un proceso de abrasión gradual y rotativo para eliminar imperfecciones, marcas de fabricación o irregularidades superficiales, dejando una superficie lisa y brillante. Este tipo de máquina es comúnmente utilizada en la industria metalúrgica, joyería, cerámica y fabricación de instrumentos para mejorar la estética y la calidad funcional de los productos.

Anexo N° 25: Tabla 12. Contexto operacional de la pulidora cónica

Equipo: Pulidora cónica	Especificaciones técnicas
	<p>Año: 2016.</p> <p>Antigüedad: 07 años.</p> <p>Marca: Suzuki</p> <p>Modelo: BSC 3000</p> <p>Motores: 1</p> <p>Potencia HP: 25</p> <p>Potencia Kw: 18.60</p>

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Pulidora vertical:

La función principal de la pulidora vertical en un molino de arroz es refinar y pulir los granos de arroz después del proceso de descascarillado y separación. Utiliza un proceso de abrasión controlada para eliminar la capa exterior del grano, conocida como salvado, y cualquier impureza superficial, dejando un grano liso y brillante. Esto mejora la calidad del arroz, eliminando posibles defectos y aumentando su valor comercial. La pulidora vertical en

un molino de arroz es crucial para producir arroz blanco de alta calidad, listo para el consumo humano.

Anexo N° 26: Tabla 13. Contexto operacional de la pulidora vertical

Equipo: Pulidora vertical	Especificaciones técnicas
	Año: 2016.
	Antigüedad: 07 años.
	Marca: Oyama
	Modelo: VS - 80
	Motores: 1
	Potencia HP: 75
	Potencia Kw: 55.90

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Hidropulidora:

La Hidropulidora desempeña un papel fundamental en la preparación del arroz para el proceso de molido, eliminando impurezas, acondicionando los granos y mejorando la calidad del producto final

Anexo N° 27: Tabla 14. Contexto operacional de la Hidropulidora

Equipo: Hidropulidora	Especificaciones técnicas
	Año: 2019.
	Antigüedad: 04 años.
	Marca:
	Modelo:
	Motores: 1
	Potencia HP: 100
	Potencia Kw: 44.70

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Rotary Sifter

Separa los granos de arroz en función de su tamaño, utiliza tamices rotativos con diferentes aberturas para separar los granos grandes de los pequeños, esto es crucial para garantizar una calidad uniforme del arroz y para eliminar los granos demasiado pequeños o rotos que podrían afectar la calidad del producto final.

Anexo N° 28: Tabla 15. Contexto operacional de la Rotary Sifter

Equipo: Rotary Sifter	Especificaciones técnicas
------------------------------	----------------------------------



Año: 2020.

Antigüedad: 03 años.

Marca: Nacional

Modelo: CLDZ – 1/CF

Motores: 1

Potencia HP: 3

Potencia Kw: 2.2

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Cilindro clasificador:

Al separar los granos por tamaño, forma y calidad, el cilindro clasificador mejora el rendimiento general del molino, ayuda a optimizar el proceso al garantizar que solo los granos de alta calidad avancen al siguiente paso del proceso de molido, lo que aumenta la eficiencia y reduce el desperdicio

Anexo N° 29: Tabla 16. Contexto operacional del cilindro clasificador

Equipo: Cilindro Clasificador	Especificaciones técnicas
	Año: 2016.
	Antigüedad: 07 años.
	Marca: Suzuki
	Modelo:
	Motores: 1
	Potencia HP: 3
	Potencia Kw: 2.2

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Selectora:

La selectora desempeña un papel crucial en el proceso de refinamiento del arroz al seleccionar los granos por calidad y características específicas, así como al eliminar impurezas y granos defectuosos para garantizar la producción de arroz de la más alta calidad de manera eficiente.

Anexo N° 30: Tabla 17. Contexto operacional de la selectora por color-

Equipo: Selector	Especificaciones técnicas
	Año: 2020.
	Antigüedad: 03 años.
	Marca: Dawoo
	Modelo: NANTA 3256 G

Motores:

Potencia HP:

Potencia Kw: 0.0

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Cámara de limpieza:

La cámara de limpieza en un molino de arroz es donde se llevan a cabo varios procesos para eliminar impurezas gruesas y finas, así como para preparar el arroz para las etapas posteriores de procesamiento, esto asegura que el arroz esté limpio y en óptimas condiciones para su molienda y refinamiento.

Anexo N° 31: Tabla 18. Contexto operacional de la cámara de limpieza

Equipo: Cámara de limpieza	Especificaciones técnicas
	Año: 2021.
	Antigüedad: 02 años.
	Marca: Zaccaria
	Modelo: CLDZ – 1/CF
	Motores: 2
	Potencia HP: 0.8
	Potencia Kw: 0.6

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Balanza cosedora:

La balanza cosedora ayuda a mantener una alta velocidad de empaclado al optimizar el proceso de pesaje y dosificación. Esto es especialmente importante en entornos de producción de alto volumen, donde se necesitan medidas eficientes para mantener una línea de producción fluida y rentable.

Anexo N° 32: Tabla 19. Contexto operacional de la balanza y cosedora

Equipo: Balanza cosedora	Especificaciones técnicas
	Año: 2018.
	Antigüedad: 05 años.
	Marca: Dawoo
	Modelo:
	Motores:
	Potencia HP: 616.60
	Potencia Kw: 459.30

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 33: Tabla 20. Producción actual de la empresa Molino San Jorge S.A.C.

PRONOSTICO DE PRODUCCIÓN MENSUAL								
Mes	Turnos producidos	Turnos del mes proyectado	Producción real	Máximo sacos/hora	mínimo sacos/hora	Producción proyectada	P. real - P. proyectada	Eficiencia
Mar-22	26	54	24,568	133	62	69,498	44,930	35%
Abr-22	12	48	11,181	128	64	61,776	50,595	18%
May-22	27	50	27,650	132	65	64,350	36,700	43%
Jun-22	32	50	32,301	136	61	64,350	32,049	50%
Jul-22	42	48	39,691	137	60	61,776	22,085	64%
Ago-22	28	52	28,012	135	62	66,924	38,912	42%
Set-22	43	52	43,180	130	64	66,924	23,744	65%
Oct-22	44	50	42,407	133	60	64,350	21,943	66%
Nov-22	46	50	45,964	135	65	64,350	18,386	71%
Dic-22	42	52	42,403	127	61	66,924	24,521	63%
Ene-23	45	52	41,810	136	51	66,924	25,114	62%
Feb-23	39	48	43,705	136	50	56,628	12,923	77%
Total	426	606	422,872			774,774	351,902	55%

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

En la tabla N° 20 se observa que, durante el período comprendido entre marzo de 2022 y febrero de 2023, la producción real alcanzó un total de 422,872 sacos, en contraste con la producción estimada de 774,774 sacos. Esta diferencia refleja una deficiencia de 351,902 sacos, lo que equivale al 55% de eficiencia de la maquinaria.

Anexo N° 34: Evaluación de fallas recopiladas del mes de marzo del 2022 a febrero del 2023.

Anexo N° 35: Tabla 20. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de marzo 2022.

Fallas Mes marzo 2022									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
2-Mar	Noche	Ruptura de porta rodillo	Descascaradora Satake	6	S/ 252.00	S/ 900.00	S/ 200.00	S/ 3,750.00	S/ 5,102.00
7-Mar	Dia	Fallo en compresor	Compresor	8	S/ 336.00	S/ 550.00	S/ 200.00	S/ 5,000.00	S/ 6,086.00
12-Mar	Dia	fallo de rodajes	Pre - limpia # 02	7	S/ 294.00	S/ 600.00	S/ 140.00	S/ 4,375.00	S/ 5,409.00
15-Mar	Noche	Ruptura de caída	Pre - limpia # 01	5.0	S/ 210.00	S/ 400.00	S/ 140.00	S/ 3,125.00	S/ 3,875.00
22-Mar	Dia	Fallo de balanza electrónica	Balanza	6	S/ 252.00	S/ 250.00	S/ 0.00	S/ 3,750.00	S/ 4,252.00
24-Mar	Noche	Ruptura de faja de clasificadores	Clasificadores	3.0	S/ 126.00	S/ 350.00	S/ 200.00	S/ 1,875.00	S/ 2,551.00
28-Mar	Dia	Desgastes de planchas	Mesa pady	6.0	S/ 252.00	S/ 1,600.00	S/ 500.00	S/ 3,750.00	S/ 6,102.00
30-Mar	Noche	Fallo de guardamotor	Ventilador de pajilla	2.3	S/ 96.60	S/ 450.00	S/ 80.00	S/ 1,437.50	S/ 2,064.10

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Marzo del año 2022, el cual nos muestra que han existido 08 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 43 horas, representado un total de S/. 35,441.10 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 36: Tabla 21. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de abril 2022.

Fallas Mes abril 2022									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
4-Abr	Noche	Falla de clasificadores	Ruptura de eje	252	S/ 10,584.00	S/ 4,500.00	S/ 1,500.00	S/ 157,500.00	S/ 174,084.00
21-Abr	Dia	Fallo en compresor	Compresor	6	S/ 252.00	S/ 550.00	S/ 200.00	S/ 3,750.00	S/ 4,752.00
25-Abr	Noche	Ruptura de faja descascaradora	Descascaradora Zaccaria	1.0	S/ 42.00	S/ 350.00	S/ 200.00	S/ 625.00	S/ 1,217.00

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Abril del año 2022, el cual nos muestra que han existido 03 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 259 horas, representado un total de S/. 180,053.00 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 37: Tabla 22. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de mayo 2022.**Fallas Mes mayo 2022**

Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
3-May	Dia	Atoramiento ciclón de polvillo	Ventilador polvillo	5.00	S/ 210.00	S/ 380.00	S/ 180.00	S/ 3,125.00	S/ 3,895.00
10-May	Noche	Falla descascaradora	Sensor de las descascaradoras zaccaria	6.90	S/ 289.80	S/ 150.00	S/ 105.00	S/ 4,312.50	S/ 4,857.30
13-May	Dia	Faja Plana elevador # 13	Elevador	3	S/ 126.00	S/ 50.00	S/ 10.00	S/ 1,875.00	S/ 2,061.00
16-May	Noche	Porta Rodillo	Descascaradora satake	2	S/ 84.00	S/ 300.00	S/ 5.00	S/ 1,250.00	S/ 1,639.00
20-May	Noche	Ruptura de dren aire	Compresor	3	S/ 126.00	S/ 150.00	S/ 15.00	S/ 1,875.00	S/ 2,166.00
24-May	Dia	Ruptura de porta frenos	Pulidora cónica	9	S/ 378.00	S/ 750.00	S/ 50.00	S/ 5,625.00	S/ 6,803.00
27-May	Dia	Desgaste de piedras de pulidora cónica	Pulidora cónica	18	S/ 756.00	S/ 1,500.00	S/ 120.00	S/ 11,250.00	S/ 13,626.00

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Mayo del año 2022, el cual nos muestra que han existido 07 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 46.9 horas, representado un total de S/. 35,047.30 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 38: Tabla 23. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de junio 2022.

Fallas Mes junio 2022									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
4-Jun	Dia	Rodajes del elevador #10	Elevador	8.50	S/ 357.00	S/ 2,400.00	S/ 300.00	S/ 5,312.50	S/ 8,369.50
8-Jun	Noche	Cambio de cribas pulidora	Pulidora vertical	6.00	S/ 252.00	S/ 604.00	S/ 20.38	S/ 3,750.00	S/ 4,626.38
14-Jun	Dia	Ruptura de eje elevador #02	Elevador	12	S/ 504.00	S/ 582.00	S/ 22.00	S/ 7,500.00	S/ 8,608.00
24-Jun	Dia	Grietas en el circuito de pajilla	Circuito de pajilla	36	S/ 1,512.00	S/ 600.00	S/ 120.00	S/ 22,500.00	S/ 24,732.00

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Junio del año 2022, el cual nos muestra que han existido 04 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 62.5 horas, representado un total de S/. 46,335.88 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 39: Tabla 24. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de julio 2022.

Fallas Mes Julio 2022									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
1-Jul	Dia	Ruptura de la porta rodillo	Descascaradora	8.00	S/ 336.00	S/ 500.00	S/ 140.00	S/ 5,000.00	S/ 5,976.00
7-Jul	Dia	Desgastes de baquelitas	Mesa Paddy	7.00	S/ 294.00	S/ 800.00	S/ 140.00	S/ 4,375.00	S/ 5,609.00
8-Jul	Noche	Desgastes de baquelitas	Mesa Paddy	6	S/ 252.00	S/ 0.00	S/ 140.00	S/ 3,750.00	S/ 4,142.00
12-Jul	Dia	Ruptura de maderas	Zaranda	4	S/ 168.00	S/ 1,500.00	S/ 210.00	S/ 2,500.00	S/ 4,378.00
14-Jul	Dia	Falla de rodajes	Pre limpia	7.2	S/ 302.40	S/ 1,800.00	S/ 280.00	S/ 4,500.00	S/ 6,882.40
14-Jul	Noche	Falla de rodajes	Pre limpia	9.5	S/ 399.00	S/ 0.00	S/ 280.00	S/ 5,937.50	S/ 6,616.50
26-Jul	Dia	ruptura de faja # 02	Elevador #02	9	S/ 378.00	S/ 800.00	S/ 140.00	S/ 5,625.00	S/ 6,943.00
27-Jul	Dia	ruptura de cribas	Pulidora de piedra	8	S/ 336.00	S/ 1,500.00	S/ 210.00	S/ 5,000.00	S/ 7,046.00

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Julio del año 2022, el cual nos muestra que han existido 08 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 58.7 horas, representado un total de S/. 47,592.90 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 40: Tabla 25. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de agosto 2022.

Fallas Mes agosto 2022									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
2-Ago	Noche	Ruptura de polea de elevador # 03	Elevador # 03	21	S/ 882.00	S/ 850.00	S/ 500.00	S/ 13,125.00	S/ 15,357.00
9-Ago	Dia	Desgaste de eje	Elevador # 05	4	S/ 168.00	S/ 300.00	S/ 140.00	S/ 2,500.00	S/ 3,108.00
11-Ago	Noche	Ruptura de eje	Elevador # 07	8	S/ 336.00	S/ 300.00	S/ 210.00	S/ 5,000.00	S/ 5,846.00
15-Ago	Dia	Fallo en compresor	Compresor	3	S/ 126.00	S/ 550.00	S/ 200.00	S/ 1,875.00	S/ 2,751.00
23-Ago	Dia	Ruptura de eje	Sin fin de pajilla	15.0	S/ 630.00	S/ 350.00	S/ 200.00	S/ 9,375.00	S/ 10,555.00
26-Ago	Noche	filtros de línea	Compresor	4.0	S/ 168.00	S/ 2,500.00	S/ 370.00	S/ 2,500.00	S/ 5,538.00

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Agosto del año 2022, el cual nos muestra que han existido 06 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 55 horas, representado un total de S/. 43,155.00 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 41: Tabla 26. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de setiembre 2022.

Fallas Mes Setiembre 2022									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
01-Set	Noche	Ruptura de porta rodillo	Descascaradora Satake	9	S/ 378.00	S/ 900.00	S/ 200.00	S/ 5,625.00	S/ 7,103.00
03-Set	Dia	Desgaste de eje	Elevador # 09	4	S/ 168.00	S/ 300.00	S/ 140.00	S/ 2,500.00	S/ 3,108.00
06-Set	Noche	Ruptura de eje	Elevador # 01	10	S/ 420.00	S/ 300.00	S/ 210.00	S/ 6,250.00	S/ 7,180.00
07-Set	Dia	Fallo en compresor	Compresor	6	S/ 252.00	S/ 550.00	S/ 200.00	S/ 3,750.00	S/ 4,752.00
12-Set	Dia	Desgastes de rodajes	Pre - limpia # 02	6	S/ 252.00	S/ 600.00	S/ 140.00	S/ 3,750.00	S/ 4,742.00
19-Set	Noche	Ruptura de caída	Pre - limpia # 01	1.5	S/ 63.00	S/ 400.00	S/ 140.00	S/ 937.50	S/ 1,540.50
21-Set	Dia	Fallo de balanza electrónica	Balanza	3	S/ 126.00	S/ 250.00	S/ 0.00	S/ 1,875.00	S/ 2,251.00
22-Set	Dia	Ruptura de fajas	Elevador # 08	4	S/ 168.00	S/ 150.00	S/ 210.00	S/ 2,500.00	S/ 3,028.00
22-Set	Noche	Estiramiento de fajas	Circuito Satake	0.5	S/ 21.00	S/ 100.00	S/ 0.00	S/ 312.50	S/ 433.50
24-Set	Dia	Ruptura de eje	Sin fin de pajilla	10.5	S/ 441.00	S/ 400.00	S/ 200.00	S/ 6,562.50	S/ 7,603.50
24-Set	Noche	Fallos de drenes	Compresor	1.0	S/ 42.00	S/ 950.00	S/ 0.00	S/ 625.00	S/ 1,617.00
25-Set	Noche	Ruptura de faja de clasificadores	Clasificadores	1.0	S/ 42.00	S/ 350.00	S/ 200.00	S/ 625.00	S/ 1,217.00
26-Set	Dia	Desgastes de planchas	Mesa Paddy	6.0	S/ 252.00	S/ 1,600.00	S/ 500.00	S/ 3,750.00	S/ 6,102.00
27-Set	Noche	Fallo de guardamotor	Ventilador de pajilla	2.3	S/ 96.60	S/ 450.00	S/ 80.00	S/ 1,437.50	S/ 2,064.10

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Septiembre del año 2022, el cual nos muestra que han existido 14 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 65 horas, representado un total de S/. 52,741.60 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 42: Tabla 27. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de octubre 2022.

Fallas Mes octubre 2022									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
03-Oct	Dia	Atoramiento ciclón de polvillo	Ventilador polvillo	3.66	S/ 153.72	S/ 380.00	S/ 180.00	S/ 2,287.50	S/ 3,001.22
04-Oct	Noche	Falla descascaradora	Sensor de las descascaradoras zaccaria	2.99	S/ 125.58	S/ 150.00	S/ 105.00	S/ 1,868.75	S/ 2,249.33
05-Oct	Dia	Faja Plana elevador # 09	Elevador	1.5	S/ 63.00	S/ 50.00	S/ 10.00	S/ 937.50	S/ 1,060.50
10-Oct	Noche	Rodillo	Descascaradora Satake	1	S/ 42.00	S/ 300.00	S/ 5.00	S/ 625.00	S/ 972.00
11-Oct	Noche	Ruptura de manguera de aire	Compresor	2	S/ 84.00	S/ 150.00	S/ 15.00	S/ 1,250.00	S/ 1,499.00
18-Oct	Dia	Ruptura de porta frenos	Pulidora cónica	10	S/ 420.00	S/ 750.00	S/ 50.00	S/ 6,250.00	S/ 7,470.00
29-Oct	Dia	Desgaste de piedras de pulidora cónica	Pulidora cónica	24	S/ 1,008.00	S/ 1,500.00	S/ 120.00	S/ 15,000.00	S/ 17,628.00

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Octubre del año 2022, el cual nos muestra que han existido 7 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 45.15 horas, representado un total de S/. 33,880.05 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 43: Tabla 28. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de noviembre 2022.

Fallas Mes noviembre 2022									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
09-Nov	Dia	Rodajes del elevador #08	Elevador	8.50	S/ 357.00	S/ 2,400.00	S/ 300.00	S/ 5,312.50	S/ 8,369.50
15-Nov	Noche	Cambio de cribas pulidora	Pulidora vertical	3.50	S/ 147.00	S/ 607.08	S/ 20.38	S/ 2,187.50	S/ 2,961.96
21-Nov	Dia	Ruptura de eje elevador #12	Elevador	3.6	S/ 151.20	S/ 582.00	S/ 22.00	S/ 2,250.00	S/ 3,005.20
29-Nov	Dia	Grietas en el circuito de pajilla	Circuito de pajilla	6.9	S/ 289.80	S/ 600.00	S/ 120.00	S/ 4,312.50	S/ 5,322.30

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Noviembre del año 2022, el cual nos muestra que han existido 04 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 22.5 horas, representado un total de S/. 19,658.96 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 44: Tabla 29. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de diciembre 2022.

Fallas Mes diciembre 2022									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
05-Dic	Dia	Ruptura de la porta rodillo	Descascaradora	5.50	S/ 231.00	S/ 500.00	S/ 140.00	S/ 3,437.50	S/ 4,308.50
08-Dic	Dia	Desgastes de baquelitas	Mesa Paddy	8.50	S/ 357.00	S/ 800.00	S/ 140.00	S/ 5,312.50	S/ 6,609.50
08-Dic	Noche	Desgastes de baquelitas	Mesa Paddy	7	S/ 294.00	S/ 0.00	S/ 140.00	S/ 4,375.00	S/ 4,809.00
13-Dic	Dia	ruptura de bases	Zaranda	4	S/ 168.00	S/ 1,500.00	S/ 210.00	S/ 2,500.00	S/ 4,378.00
14-Dic	Dia	Mallas agujeradas	Pre limpia	7.2	S/ 302.40	S/ 1,800.00	S/ 280.00	S/ 4,500.00	S/ 6,882.40
14-Dic	Noche	Mallas agujeradas	Pre limpia	9.5	S/ 399.00	S/ 0.00	S/ 280.00	S/ 5,937.50	S/ 6,616.50
19-Dic	Dia	ruptura de faja # 04	Elevador #02	9	S/ 378.00	S/ 800.00	S/ 140.00	S/ 5,625.00	S/ 6,943.00
22-Dic	Dia	ruptura de cribas	Pulidora de agua	4.86	S/ 204.12	S/ 1,500.00	S/ 210.00	S/ 3,037.50	S/ 4,951.62
28-Ene	Dia	ruptura de base de mallas	Rotary Sifter	5.50	S/ 231.00	S/ 1,800.00	S/ 210.00	S/ 3,437.50	S/ 5,678.50
28-Dic	Noche	ruptura de base de mallas	Rotary Sifter	9.50	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 210.00	S/ 5,937.50	S/ 6,572.50
29-Dic	Dia	ruptura de base de mallas	Rotary Sifter	10.50	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 210.00	S/ 6,562.50	S/ 7,197.50
29-Dic	Noche	ruptura de base de mallas	Rotary Sifter	9.50	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 210.00	S/ 5,937.50	S/ 6,572.50

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Diciembre del año 2022, el cual nos muestra que han existido 12 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 90.56 horas, representado un total de S/. 71,518.52 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 45: Tabla 30. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de enero 2023.

Fallas Mes enero 2023									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
02-Ene	Dia	Ruptura de faja de levador #06	Elevador	10.5	S/ 425.00	S/ 500.00	S/ 210.00	S/ 6,562.50	S/ 7,697.50
03-Ene	Noche	Ruptura de faja de levador #06	Elevador	9.5	S/ 425.00	S/ 500.00	S/ 210.00	S/ 5,937.50	S/ 7,072.50
	Dia	Ruptura de faja de levador #06	Elevador	7.08	S/ 297.50	S/ 500.00	S/ 210.00	S/ 4,427.08	S/ 5,434.58
05-Ene	Noche	Falla del compresor (problema en el encendido)	Compresor	0.67	S/ 28.00	S/ 100.00	S/ 75.00	S/ 416.67	S/ 619.67
06-Ene	Noche	Falla del compresor (problema en el encendido)	Compresor	0.83	S/ 35.00	S/ 100.00	S/ 75.00	S/ 520.83	S/ 730.83
07-Ene	Noche	Falla en la selectora	Selectora	9.5	S/ 399.00	S/ 300.00	S/ 250.00	S/ 5,937.50	S/ 6,886.50
10-Ene	Dia	Falla de pulidora oyama (ajustes y regulación de frenos)	Pulidora Oyama Vertical	0.58	S/ 24.50	S/ 300.00	S/ 70.00	S/ 364.58	S/ 759.08
11-Ene	Dia	Fallo en los clasificadores	Selectora	1.42	S/ 59.50	S/ 800.00	S/ 200.00	S/ 885.42	S/ 1,944.92
	Noche	Selectora con fallo	Selectora	5.67	S/ 238.00	S/ 300.00	S/ 200.00	S/ 3,541.67	S/ 4,279.67
12-Ene	Dia	Selectora con fallo	Selectora	10.5	S/ 441.00	S/ 150.00	S/ 200.00	S/ 6,562.50	S/ 7,353.50
14-Ene	Dia	Ruptura de los pernos de la mesa rota vai ven	Rota vaivén	3.83	S/ 161.00	S/ 140.00	S/ 150.00	S/ 2,395.83	S/ 2,846.83
16-Ene	Dia	Atoramiento en la exclusiva de polvillo	Exclusa	0.67	S/ 28.00	S/ 200.00	S/ 120.00	S/ 416.67	S/ 764.67
17-Ene	Dia	Fallo de la selectora de 7 bandejas	Selectora	0.67	S/ 28.00	S/ 300.00	S/ 300.00	S/ 416.67	S/ 1,044.67

26-Ene	Noche	Fallo en la pulidora de agua para revisión de cribas	Pulidora de agua	1.5	S/ 63.00	S/ 140.00	S/ 70.00	S/ 937.50	S/ 1,210.50
27-Ene	Noche	Fallo en la selectora	Selectora	9.5	S/ 425.00	S/ 300.00	S/ 300.00	S/ 5,937.50	S/ 6,962.50
28-Ene	Dia	Fallo en la selectora	Selectora	10.5	S/ 425.00	S/ 300.00	S/ 200.00	S/ 6,562.50	S/ 7,487.50
	Noche	Fallo en la selectora	Selectora	9.5	S/ 425.00	S/ 300.00	S/ 150.00	S/ 5,937.50	S/ 6,812.50
30-Ene	Noche	Recalentamiento del motor del ventilador de pajilla	Ventilador	9.5	S/ 425.00	S/ 500.00	S/ 600.00	S/ 5,937.50	S/ 7,462.50

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Enero del año 2023, el cual nos muestra que han existido 18 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 101.91 horas, representado un total de S/. 77,370.42 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

Anexo N° 46: Tabla 31. Costos por averías y mantenimiento correctivo mes de febrero 2023.

Fallas Mes febrero 2023									
Fecha	Turno	Fallo de equipo	Maquinaria	Tiempo de parada	Costo de mano de obra improductiva	Costos de materiales y/o repuestos	Costo del servicio	Utilidad no percibida	Total
02-Feb	Dia	Fallo de guardamotor de pulidora	Pulidora de agua	1.12	S/ 46.90	S/ 350.00	S/ 80.00	S/ 697.92	S/ 1,174.82
03-Feb	Noche	Fallo de Rodajes de pulidora de agua	Pulidora de agua	9.50	S/ 425.00	S/ 3,500.00	S/ 1,500.00	S/ 5,937.50	S/ 11,362.50
04-Feb	Dia	Fallo de Rodajes de pulidora de agua	Pulidora de agua	10.2	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 6,375.00	S/ 6,800.00
	Noche	Fallo de Rodajes de pulidora de agua	Pulidora de agua	9.5	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 5,937.50	S/ 6,362.50
06-Feb	Dia	Fallo de Rodajes de pulidora de agua	Pulidora de agua	10.5	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 6,562.50	S/ 6,987.50
	Noche	Fallo de Rodajes de pulidora de agua	Pulidora de agua	9.5	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 5,937.50	S/ 6,362.50
07-Feb	Dia	Fallo de Rodajes de pulidora de agua	Pulidora de agua	10.5	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 6,562.50	S/ 6,987.50
	Noche	Fallo de Rodajes de pulidora de agua	Pulidora de agua	9.5	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 5,937.50	S/ 6,362.50
08-Feb	Dia	Fallo de selectora	selectora	3.08	S/ 129.50	S/ 0.00	S/ 300.00	S/ 1,927.08	S/ 2,356.58
10-Feb	Dia	Fallo de selectora	selectora	0.95	S/ 39.90	S/ 0.00	S/ 150.00	S/ 593.75	S/ 783.65
11-Feb	Dia	Fallo de selectora	selectora	9.50	S/ 425.00	S/ 0.00	S/ 150.00	S/ 5,937.50	S/ 6,512.50
18-Feb	Noche	Fallo de Rotary sifter	Rotary sifter	9.50	S/ 425.00	S/ 1,200.00	S/ 400.00	S/ 5,937.50	S/ 7,962.50
21-Feb	Dia	Ruptura de Cribas	pulidora vertical	1.83	S/ 77.00	S/ 350.00	S/ 140.00	S/ 1,145.83	S/ 1,712.83

	Noche	Ruptura de Cribas	pulidora vertical	9.5	S/ 425.00	S/ 350.00	S/ 140.00	S/ 5,937.50	S/ 6,852.50
22-Feb	Dia	Cambio de filtros	Pulidora de agua	1.00	S/ 42.00	S/ 200.00	S/ 100.00	S/ 625.00	S/ 967.00
	Noche	regulación del sinfín # 04	sin fin	4.50	S/ 189.00	S/ 250.00	S/ 140.00	S/ 2,812.50	S/ 3,391.50
23-Feb	Dia	regulación de elevador # 01	Elevador	1.00	S/ 42.00	S/ 600.00	S/ 140.00	S/ 625.00	S/ 1,407.00
	Noche	Fallo de selectora	Selectora	1.87	S/ 78.40	S/ 150.00	S/ 200.00	S/ 1,166.67	S/ 1,595.07
27-Feb	Dia	Ruptura de faja	sin fin # 05	2.00	S/ 84.00	S/ 400.00	S/ 140.00	S/ 1,250.00	S/ 1,874.00
28-Feb	Noche	Fallo de selectora	Selectora	6.67	S/ 280.00	S/ 300.00	S/ 300.00	S/ 4,166.67	S/ 5,046.67

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Febrero del año 2023, el cual nos muestra que han existido 20 paradas por falla de maquinaria, haciendo un total de 121.72 horas, representado un total de S/. 92,861.62 nuevos soles, por costo de mano de obra improductiva, costo de materiales o repuestos, costo del servicio y la utilidad no percibida.

PRODUCCIÓN ACTUAL.

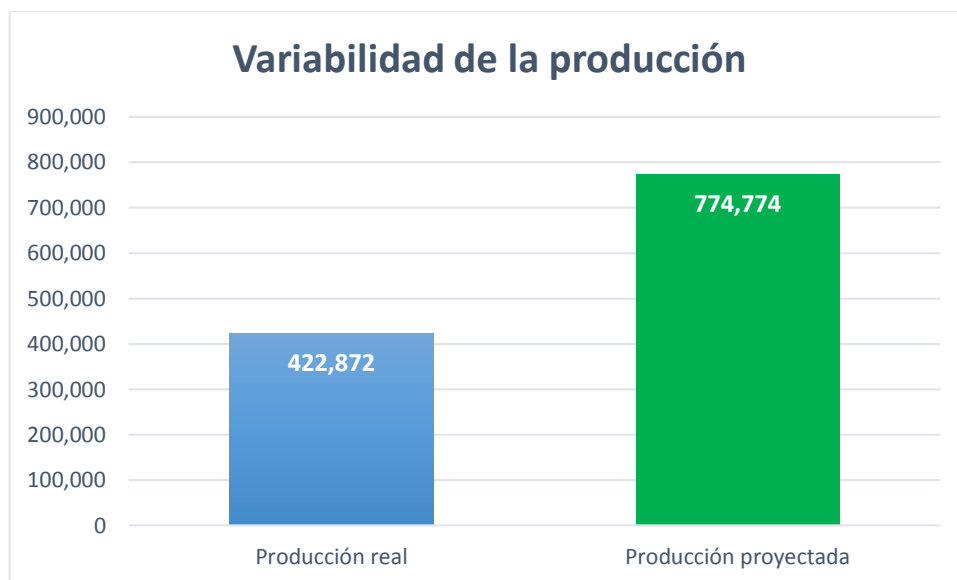
En los meses de estudio en la empresa Molino San Jorge S.A.C, se ha producido lo mostrado en la siguiente tabla N° 32:

Anexo N° 47: Tabla 32. Producción actual de la empresa Molino San Jorge S.A.C.

Mes	Turnos	Arroz	Arrocillo 3/4	Arrocillo 1/2	Descarte	Nelen	Ñelen integral	Puntilla	Polvillo	Total
Mar-22	26	20,624	1,504	1,050	1,126	151	65	48	4,292	24,568
Abr-22	12	9,446	863	300	487	42	25	18	1,999	11,181
May-22	27	22,791	2,100	843	1,614	170	72	60	4,569	27,650
Jun-22	32	26,619	2,230	1,008	2,202	123	68	51	5,465	32,301
Jul-22	42	34,398	2,307	1,000	1,723	116	82	65	6,766	39,691
Ago-22	28	22,829	2,500	723	1,648	164	78	70	4,740	28,012
Set-22	43	34,625	4,620	1,545	1,937	240	133	80	6,629	43,180
Oct-22	44	33,945	4,572	1,522	1,935	235	122	76	6,022	42,407
Nov-22	46	36,593	5,169	1,234	2,539	240	117	72	7,080	45,964
Dic-22	42	33,642	4,838	1,481	1,949	297	127	69	6,510	42,403
Ene-23	45	33,416	4,574	1,561	1,887	218	88	66	5,624	41,810
Feb-23	39	38,046	2,726	1,258	1,228	244	123	80	7,101	43,705

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

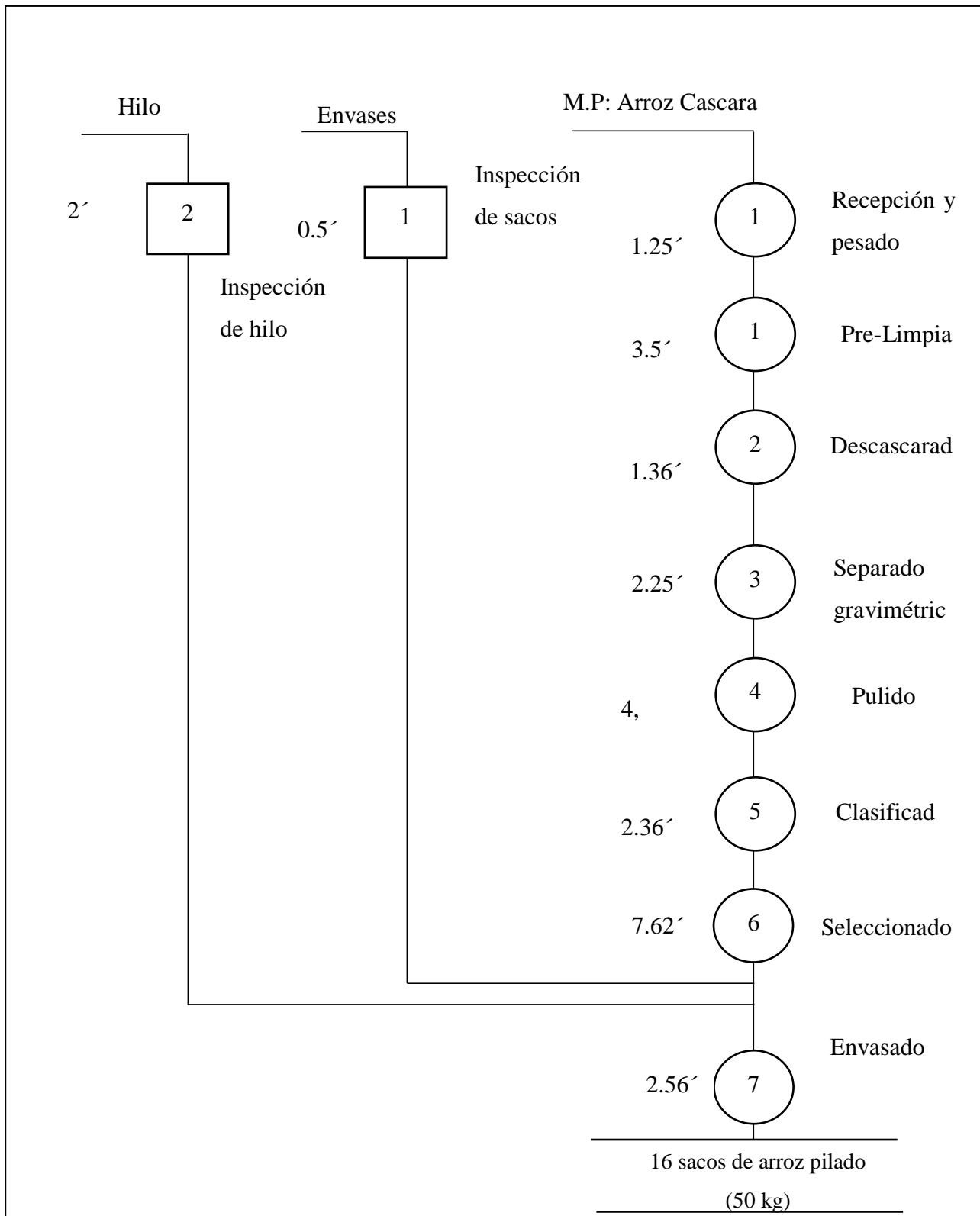
En la tabla 32 se evidencia los turnos trabajados por mes de estudio, y la producción que se realizó por cada mes.

Anexo N° 48: Figura 11. Viabilidad de la producción

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

La figura 11 presenta dos barras distintas para cada categoría de producción: una para la producción real y otra para la producción proyectada, la altura de cada barra representa la cantidad de producción, permitiendo una comparación visual directa entre los dos conjuntos de datos. La producción real, indicada por una barra, alcanzó los 422,872 sacos, mientras que la barra correspondiente a la producción proyectada muestra un total de 774,774 sacos. La diferencia significativa entre estas dos barras revela que la producción real fue sustancialmente menor que la cantidad proyectada, información que se encuentra producción actual de la empresa Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 49: Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso del pilado de arroz (DOP), de la empresa Molino San Jorge S.A.C



Fuente: Elaboración propia. Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 50: Tabla 33. Resumen del diagrama de operaciones del proceso del pilado de arroz (DOP), de la empresa Molino San Jorge S.A.C

Resumen General			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		7	23.76
Inspección		2	2.15
Operación - Inspección		1	0.15
Total		10	25.16

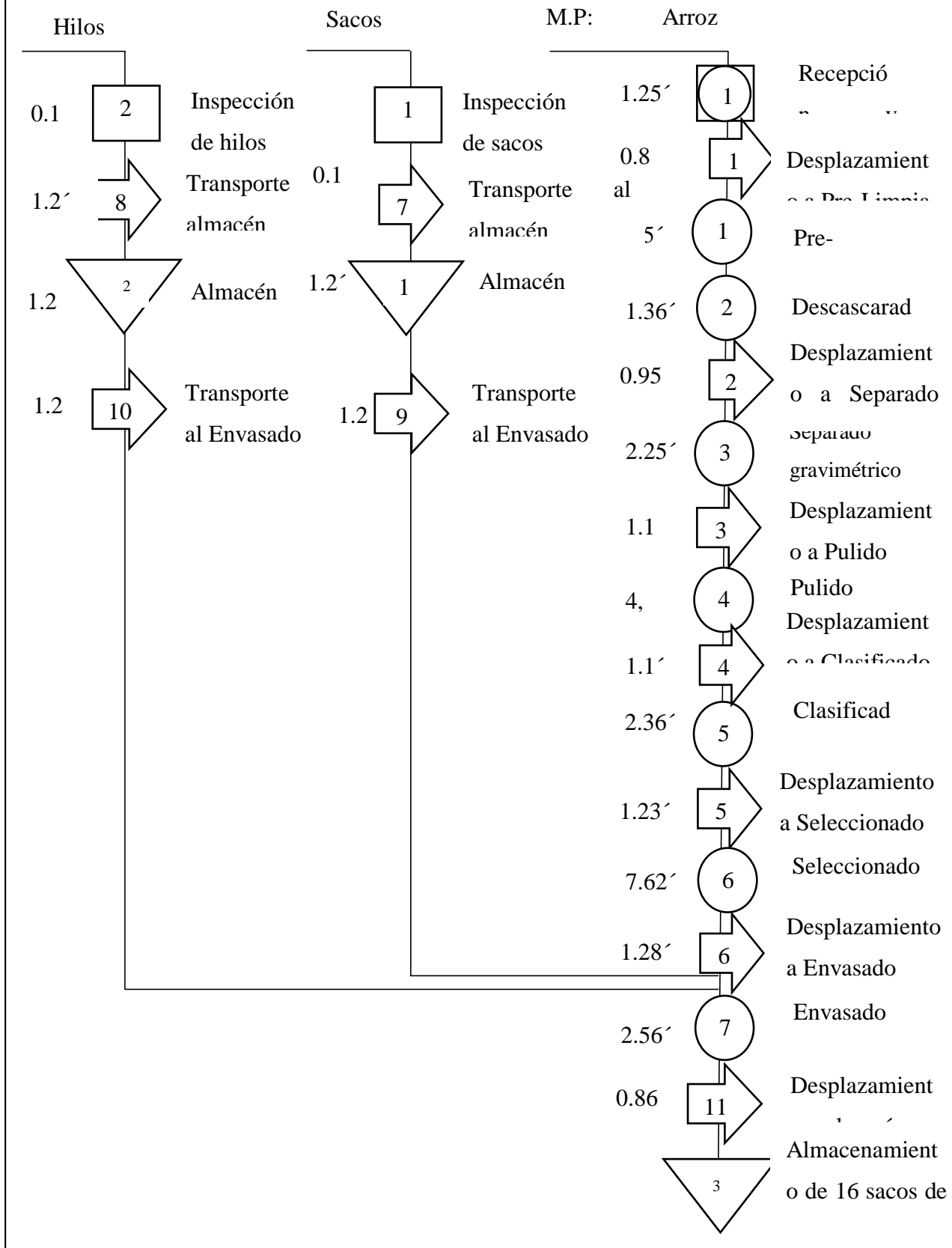
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

La tabla N° 33 resume el diagrama de operaciones, mostrando un total de 7 operaciones que suman 23.76 minutos. Además, hay dos actividades de inspección que toma 2.15 minutos, y una actividad operativa con una inspección simultánea que lleva 0.15 minutos.

Anexo N° 51: Figura N° 12. Diagrama de Análisis del proceso del pilado de arroz (DOP), de la empresa Molino San Jorge S.A.C

Fábrica:	MOLINOS SAN JORGE S.A.C		
Edificio:	PRODUCCIÓN 1	Producto:	ARROZ PILADO
Departamento:	PRODUCCIÓN		
Diagrama número:	PROPUESTO		
Hoja número:	1	de:	1
Aprobado por:			Revisado por:

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO





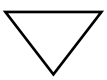


Fuente: Elaboración propia. Molino San Jorge S.A.C

En la tabla 34, se presenta los tiempos normales necesarios para el proceso de pilado de arroz. En total, hay 24 actividades, que incluyen 7 operaciones, 2 inspección, 1 operación-inspección, 11 transporte y 3 actividades de almacenamiento.

Todos estos procesos intervienen de manera consecutiva y en el panorama actual se ven afectados por los tiempos de parada de equipos que impiden el funcionamiento continuo de este proceso.

Anexo N° 52: Tabla 34. Resumen general del diagrama de análisis del proceso de la empresa Molino San Jorge S.A.C

Resumen General			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		7	23.76
Inspección		2	1.25
Operación - Inspección		1	0.15
Transporte		11	8.62
Almacenamiento		3	0
Total		24	33.78

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

El tiempo total requerido para completar estas actividades es de 33.78 minutos. También se ha calculado las actividades improductivas que el resultado de la ecuación nos da 25.5%, lo cual la suma de estas 2 actividades suma el 100 % de actividades que se muestran en el diagrama de análisis de proceso.

Anexo N° 53: Tabla 35. Pérdidas económicas el periodo de marzo del 2022 a febrero del 2023 en la empresa Molino San Jorge S.A.C

Capacidad de producción	136 sacos / h
Fallas de máquinas (horas)	735
Perdida de producción (sacos)	99,933
Utilidad por sacco	S/ 5.00
utilidad no percibida	S/ 499,664.00

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 54: Tabla 36. Pérdidas económicas por mantenimiento correctivo en el periodo de marzo del 2022 a febrero del 2023 en la empresa Molino San Jorge S.A.C

Mes	Días laborados	costo del mantenimiento correctivo
Mar-22	26	S/ 6,560.00
Abr-22	24	S/ 7,300.00
May-22	26	S/ 3,765.00
Jun-22	25	S/ 4,648.38
Jul-22	24	S/ 4,840.00
Ago-22	26	S/ 6,470.00
Set-22	26	S/ 9,520.00
Oct-22	26	S/ 3,765.00
Nov-22	25	S/ 651.46
Dic-22	24	S/ 11,080.00
Ene-23	26	S/ 9,320.00
Feb-23	24	S/ 11,530.00
TOTAL	302	S/ 79,449.84

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 55: Tabla 37. Pérdidas económicas por mano de obra improductiva en el periodo de marzo del 2022 a febrero del 2023 en la empresa Molino San Jorge S.A.C

Mes	Días laborados	Costo de mano de obra improductiva
Mar-22	26	S/ 1,819.00
Abr-22	24	S/ 10,878.00
May-22	26	S/ 1,969.80
Jun-22	25	S/ 2,625.00
Jul-22	24	S/ 2,465.40
Ago-22	26	S/ 2,310.00
Set-22	26	S/ 2,722.00
Oct-22	26	S/ 1,896.30
Nov-22	25	S/ 945.00
Dic-22	24	S/ 3,839.52
Ene-23	26	S/ 4,352.50
Feb-23	24	S/ 5,258.70
TOTAL	302	S/ 41,081.22

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 56: Tabla 38. Resumen de gastos

DETALLE	IMPORTE
Gastos por mantenimiento del mes de marzo 2022	8,378.00
Gastos por mantenimiento del mes de abril 2022	18,178.00
Gastos por mantenimiento del mes de mayo 2022	5,734.80
Gastos por mantenimiento del mes de junio 2022	43,710.88
Gastos por mantenimiento del mes de julio 2022	10,905.40
Gastos por mantenimiento del mes de agosto 2022	8,780.00
Gastos por mantenimiento del mes de setiembre 2022	12,242.00
Gastos por mantenimiento del mes de octubre 2022	5,661.00
Gastos por mantenimiento del mes de noviembre 2022	5,596.46
Gastos por mantenimiento del mes de diciembre 2022	14,919.52
Gastos por mantenimiento del mes de enero 2023	13,672.50
Gastos por mantenimiento del mes de febrero 2023	16788.70
Utilidad no percibida	499,664.00
RESUMEN DE GASTOS	664,231

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

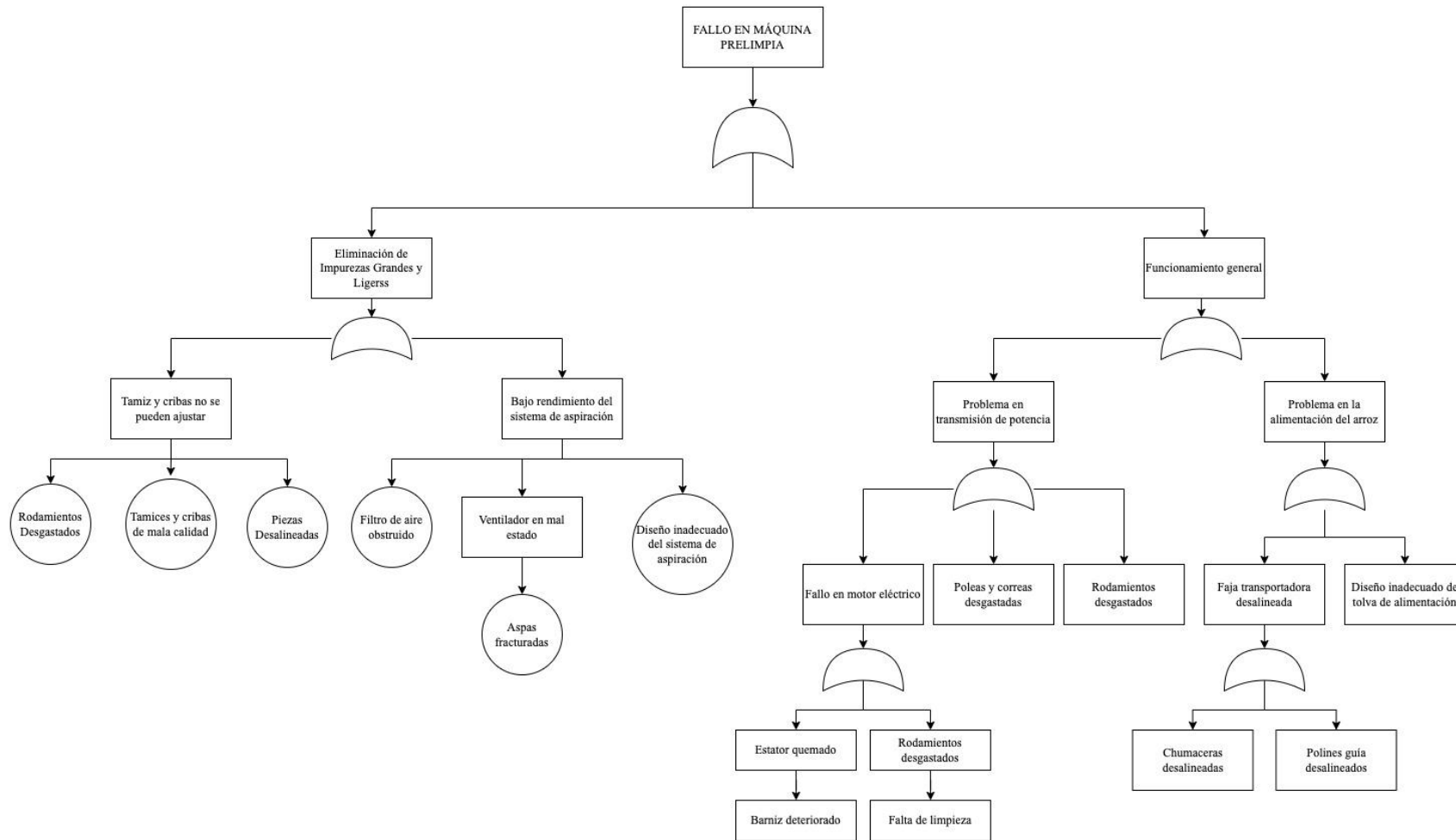
En la tabla 38 se aprecia el resumen de los gastos de la empresa Molino San Jorge S.A.C,

Anexo N° 57: Tabla 41. Análisis de criticidad de las maquinarias y/o equipos de la empresa Molino San Jorge S.A.C

MAQUINA	FF	IO	FO	CM	SHA	CONSECUENCIA	F*C	CRITICIDAD
Elevadores	4	2	4	2	7	17	68	C
Compresor	4	2	2	1	4	9	36	C
Selectora por color	4	1	4	2	6	12	48	C
Descascaradora #01	4	1	2	1	1	4	16	MC
Pulidora de agua	4	1	4	1	1	6	24	C
Descascaradora #02	4	1	2	1	1	4	16	MC
Mesa Paddy	4	1	2	1	3	6	24	C
Sin fin pajilla	4	1	2	1	3	6	24	C
Pulidora Suzuki	4	1	2	1	3	6	24	C
Pre limpia # 01	4	1	2	1	3	6	24	C
Pre limpia # 02	4	1	2	1	3	6	24	C
Circuito pajilla	4	1	2	2	2	6	24	C
Pulidora vertical # 01	4	1	1	1	2	4	16	MC
Ciclón polvillo	4	1	1	1	2	4	16	MC
Clasificadores	4	1	4	1	4	9	36	C
Ventilador pajilla	3	1	1	1	2	4	12	NC
Zaranda PT	3	1	1	1	3	5	15	MC
Pulidora Oyama	3	1	1	1	2	4	12	NC
Rotary Syster	3	1	2	1	6	9	27	C
Balanza Electrónica	2	1	1	1	2	4	8	NC

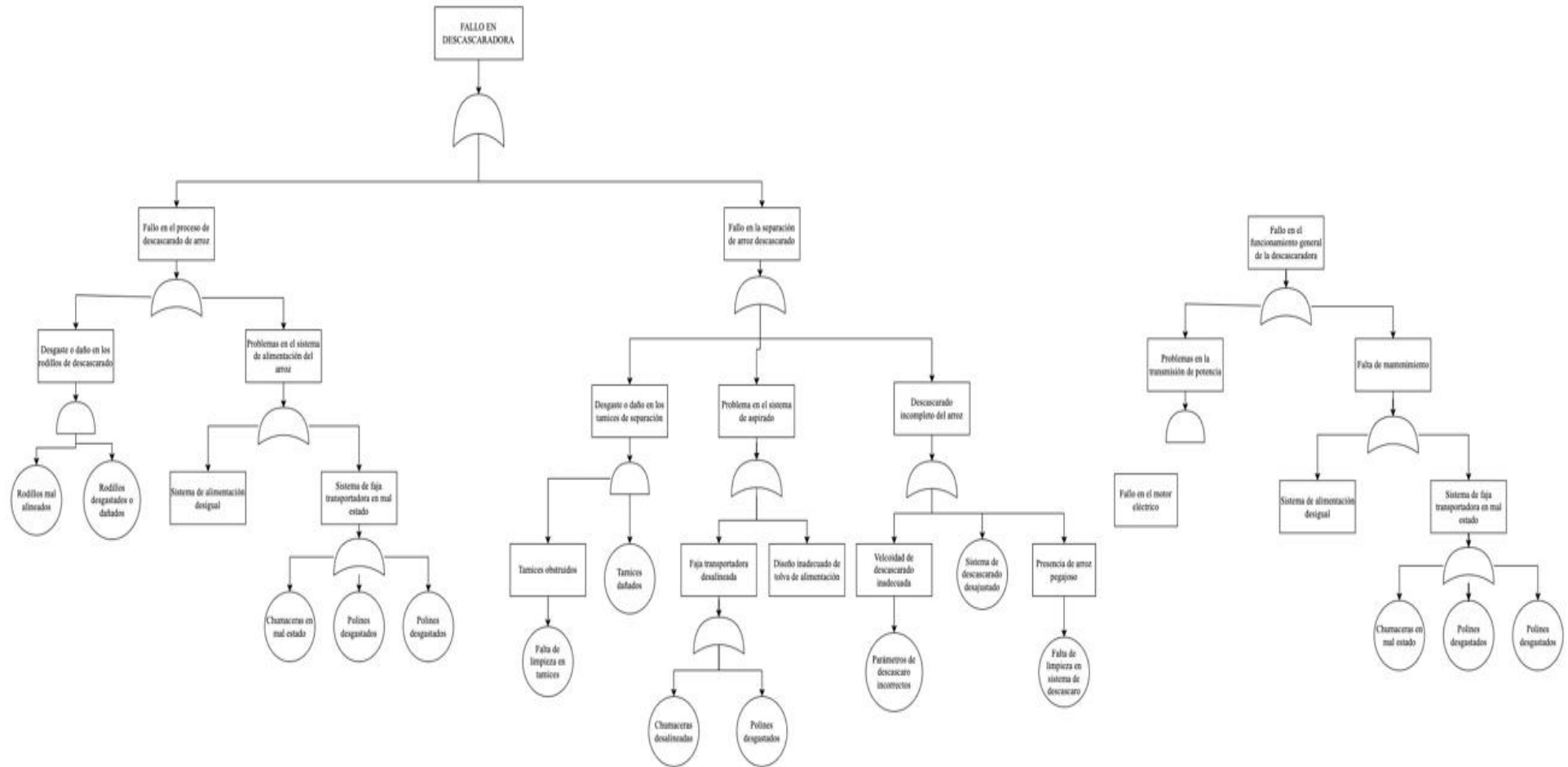
Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 58: Figura 26. Árbol de fallas de máquina pre-limpia



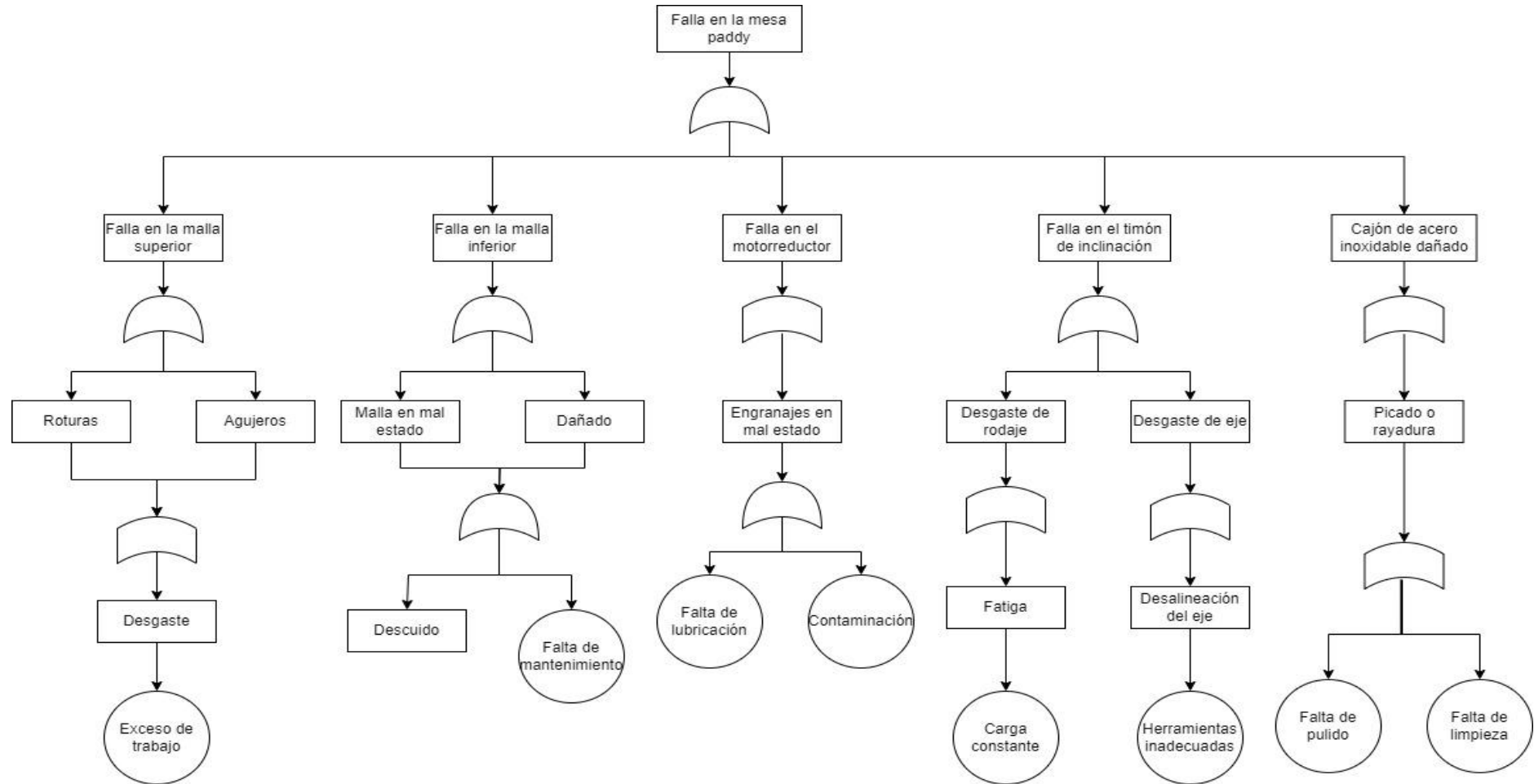
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 59: Figura 27. Árbol de fallas de máquina descascaradora



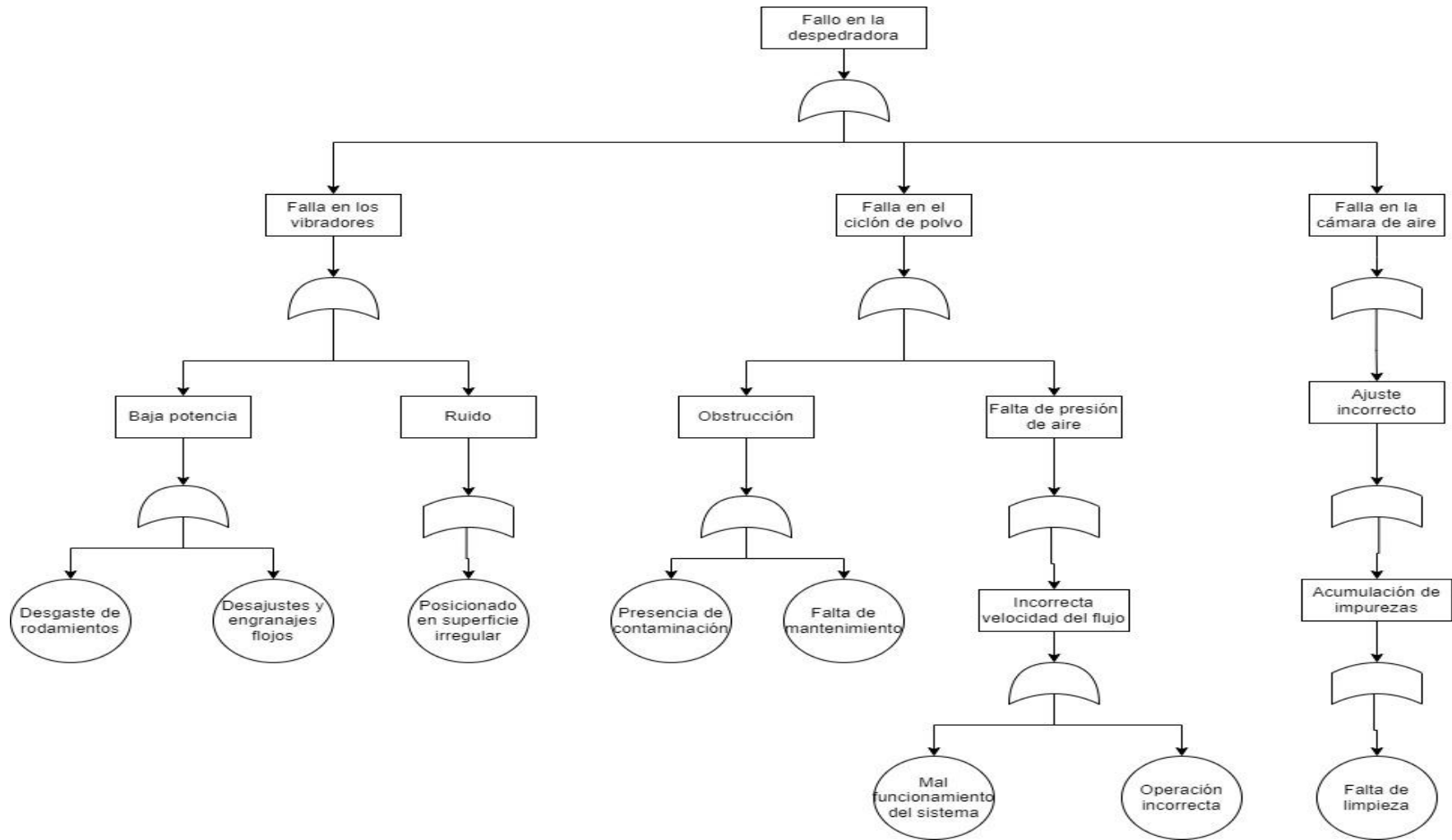
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 60: Figura 28. Árbol de fallas de mesa paddy



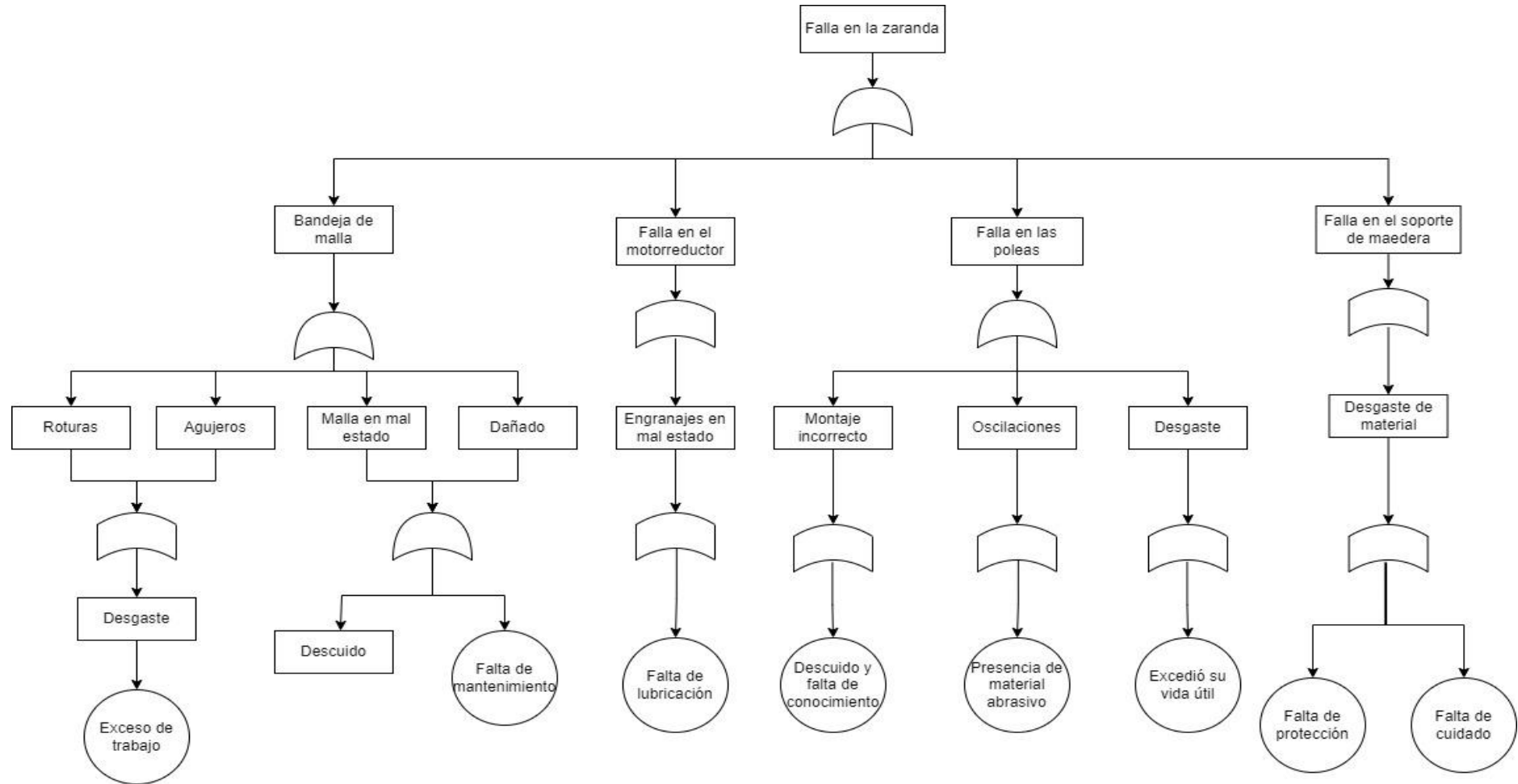
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 61: Figura 29. Árbol de fallas de la máquina despedradora



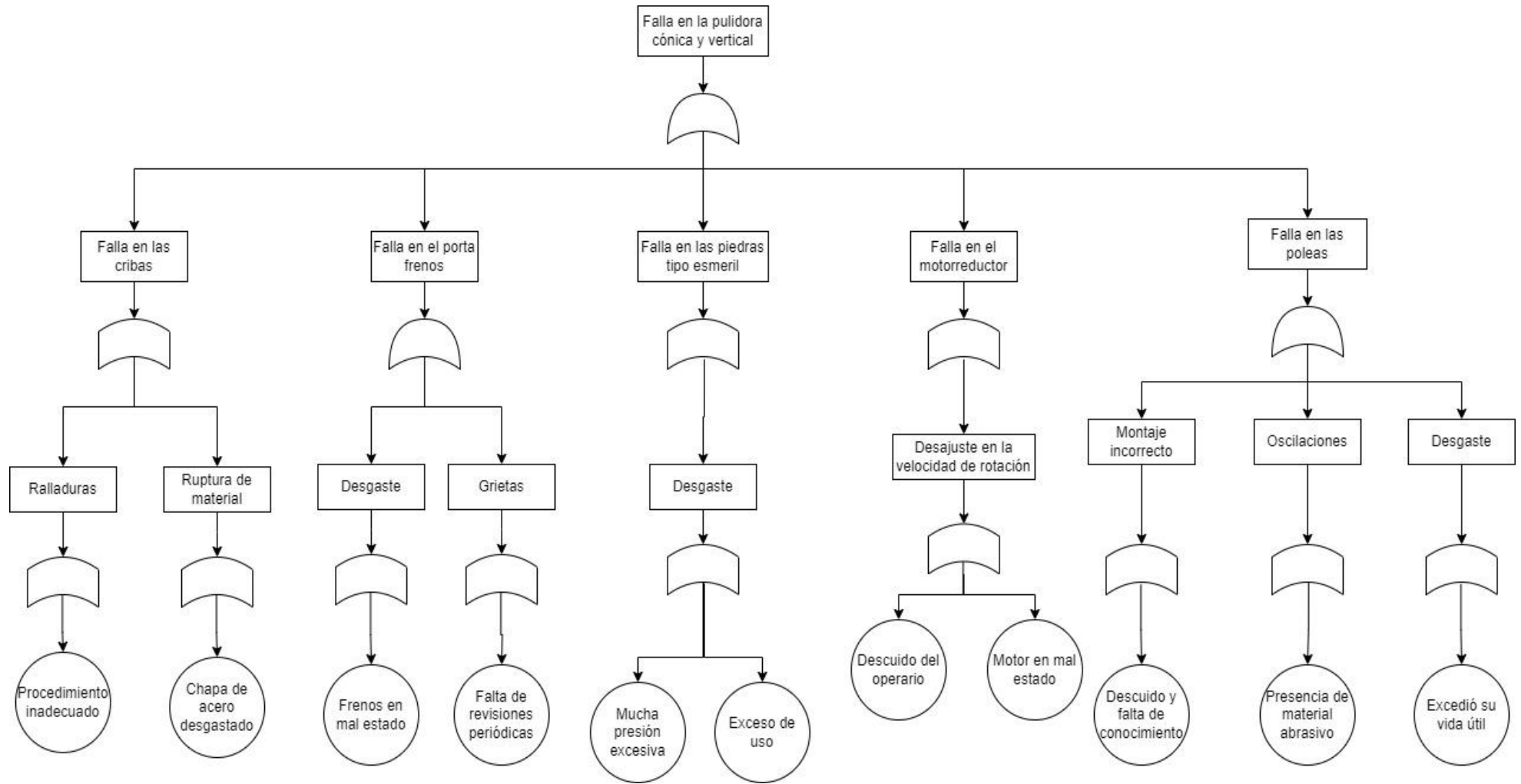
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 62: Figura 30. Árbol de fallas de la zaranda



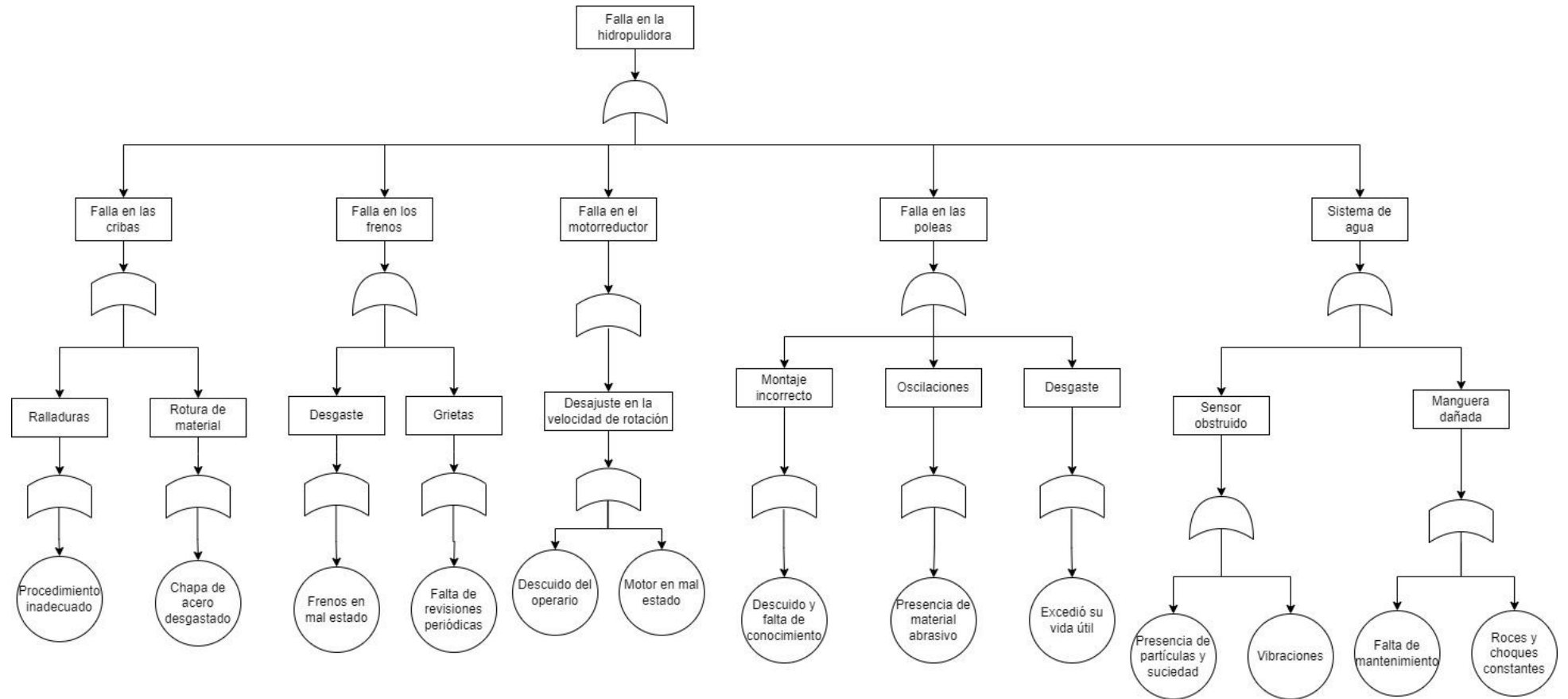
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 63: Figura 31. Árbol de fallas de las máquinas pulidora cónica y vertical



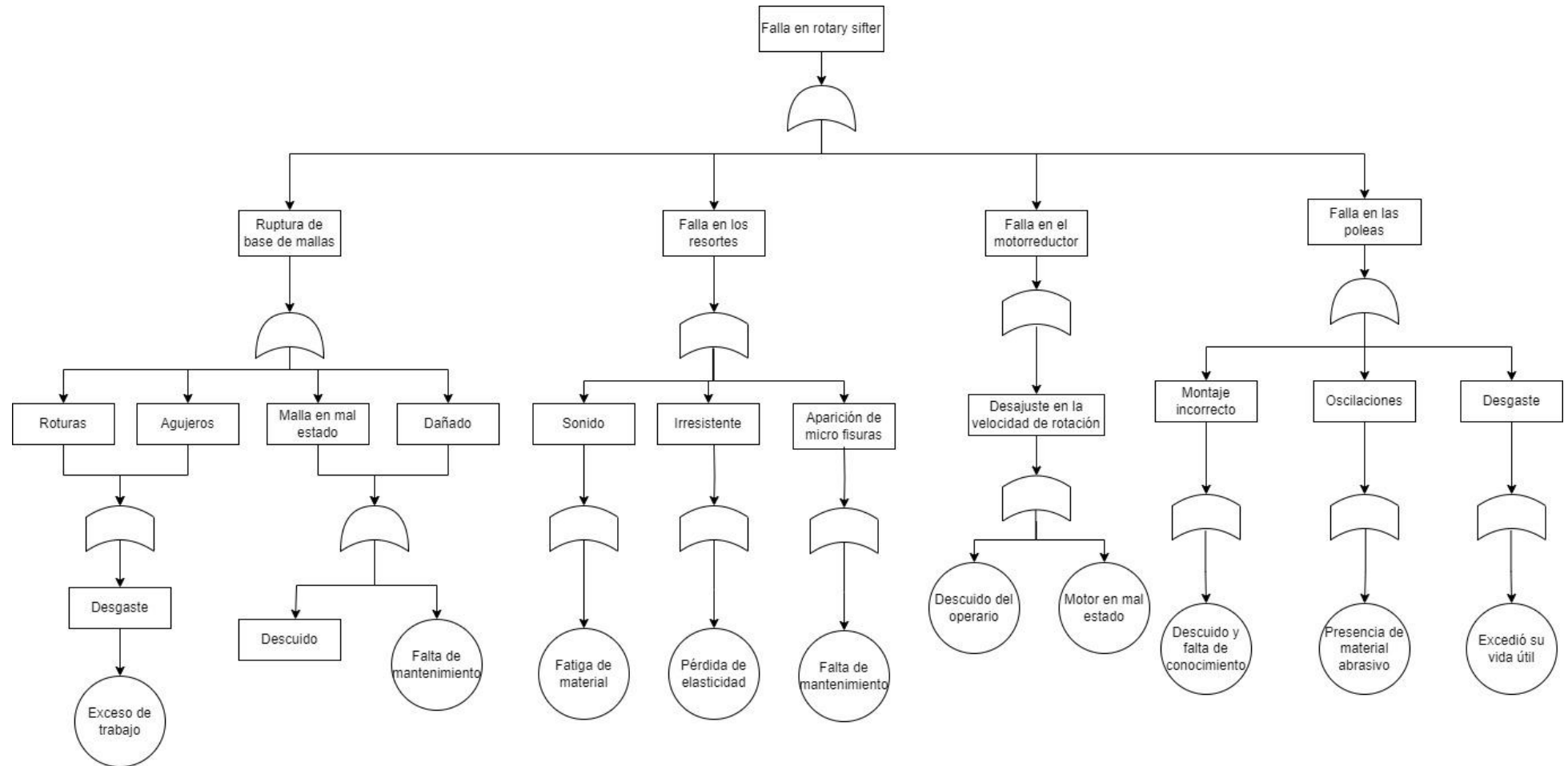
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 64: Figura 32. Árbol de fallas de la hidro pulidora



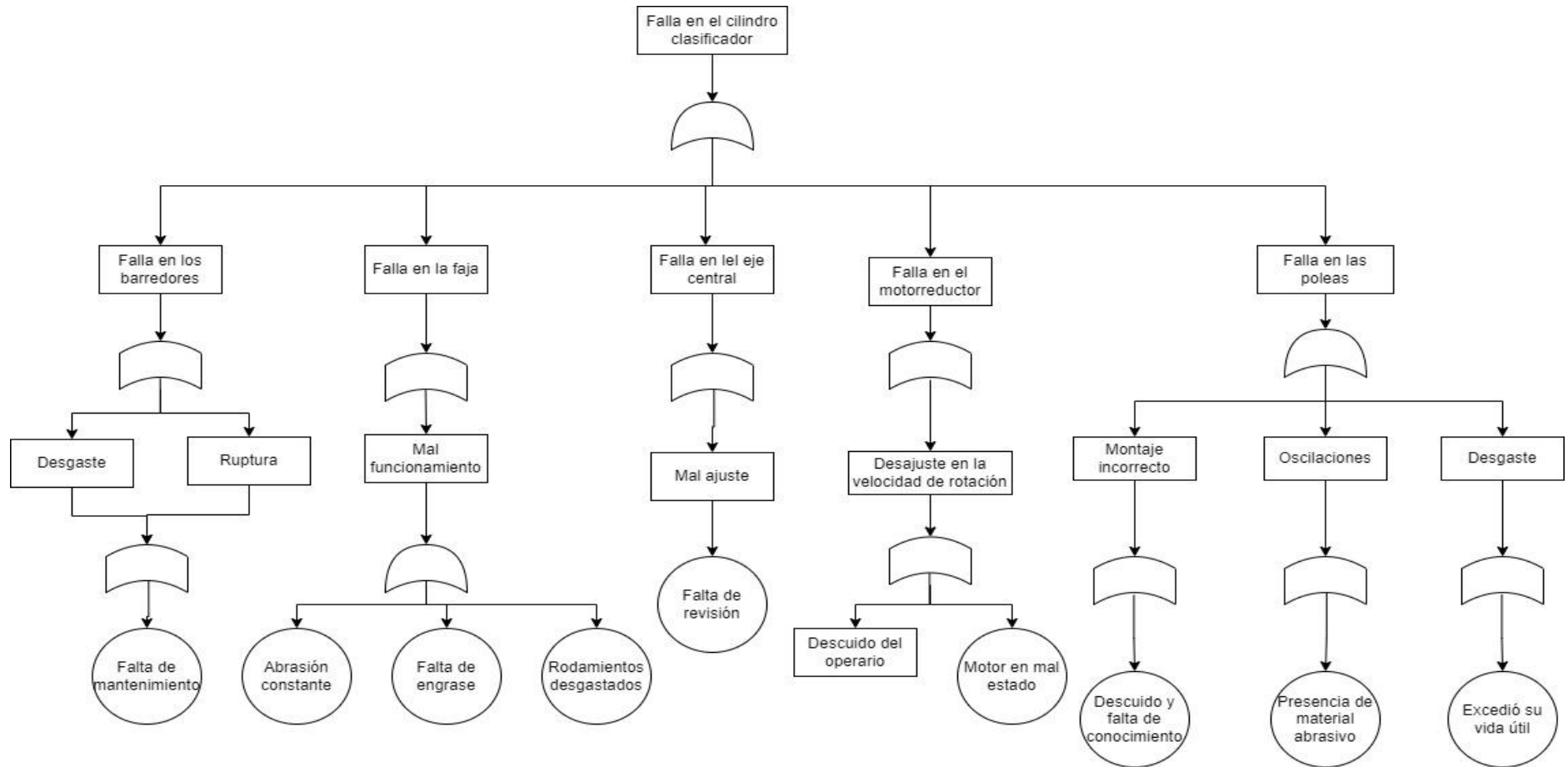
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 65: Figura 33. Árbol de fallas de la Rotary sifter



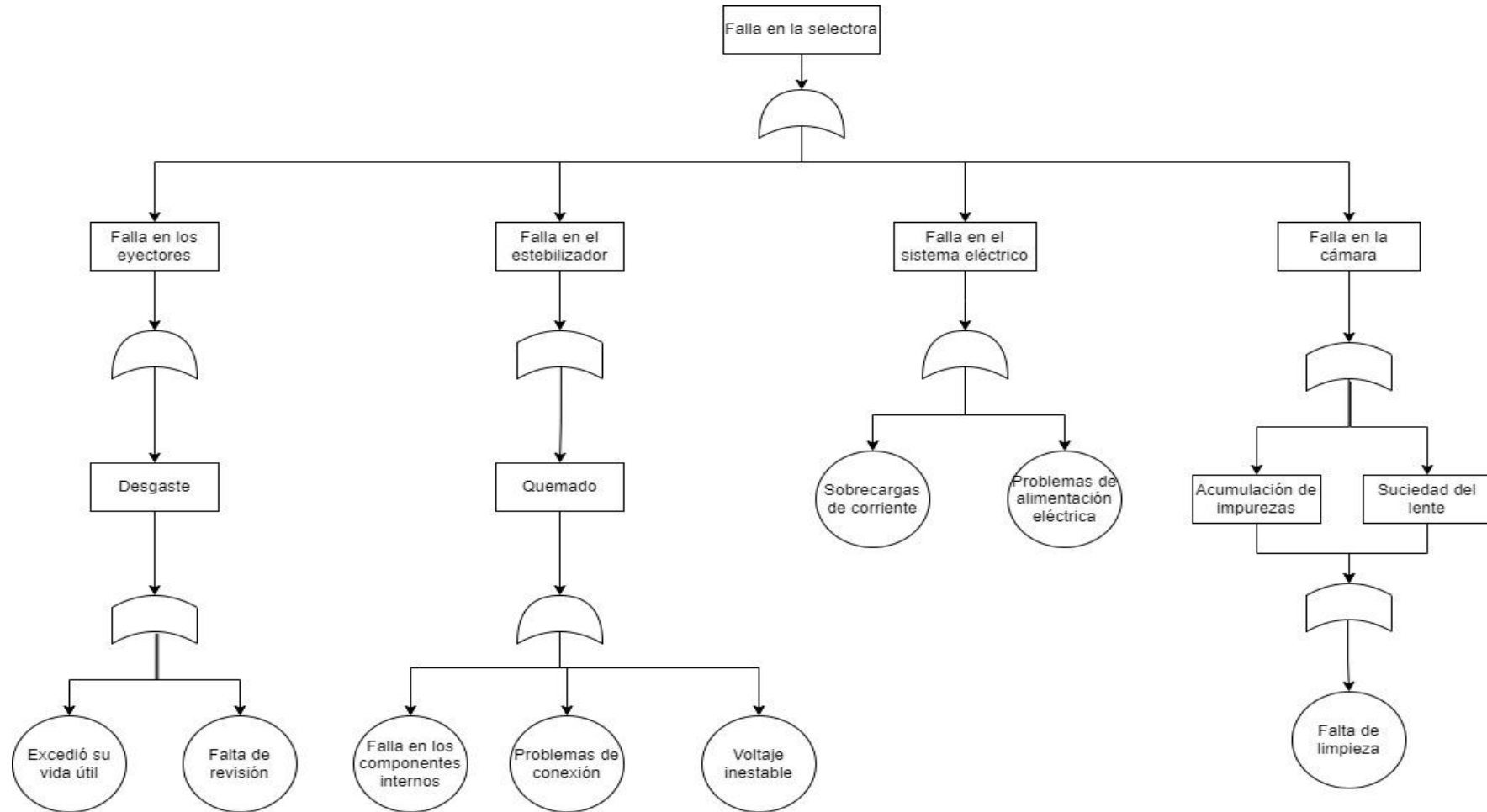
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 66: Figura 34. Árbol de fallas del cilindro clasificador



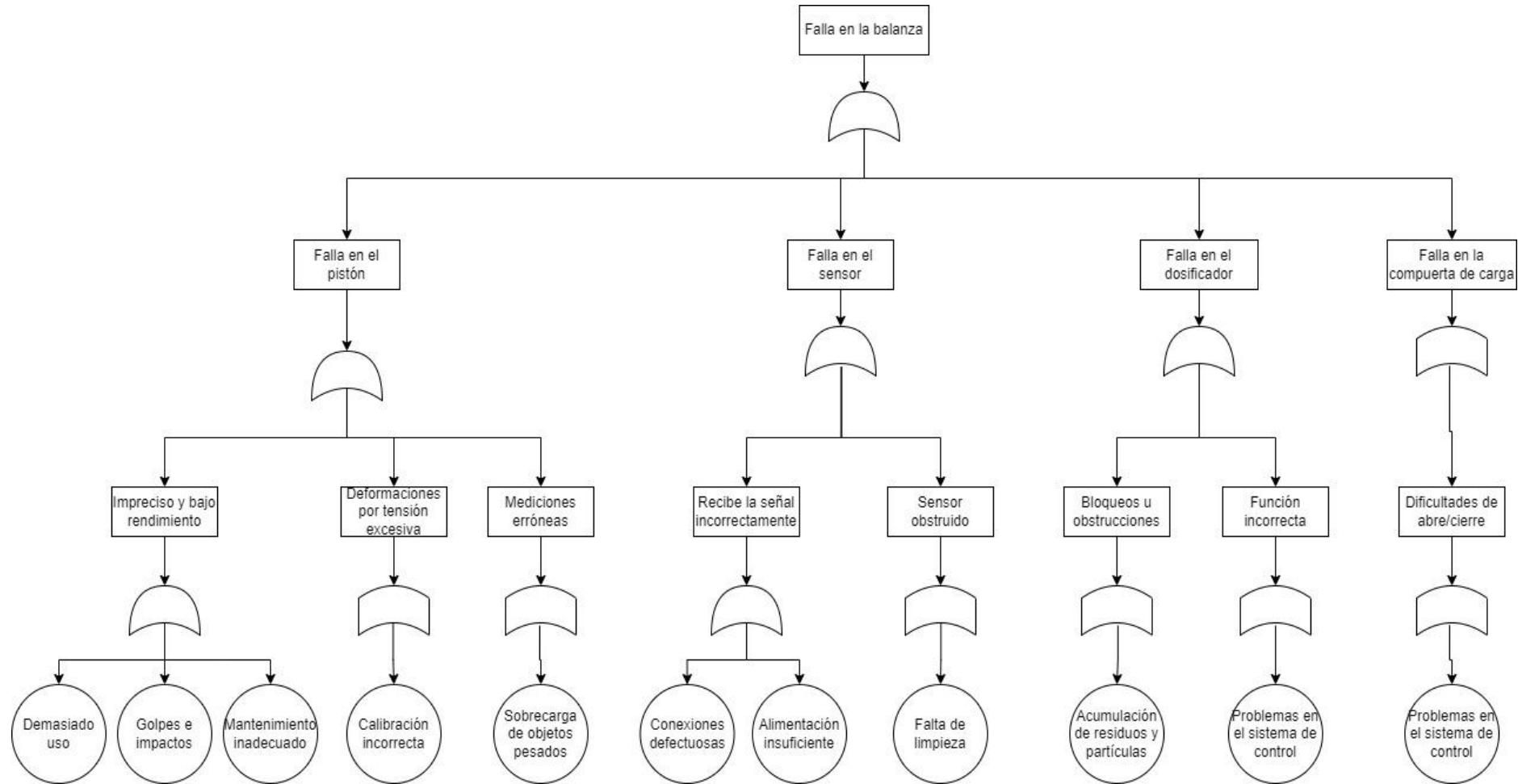
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 67: Figura 35. Árbol de fallas de la selectora



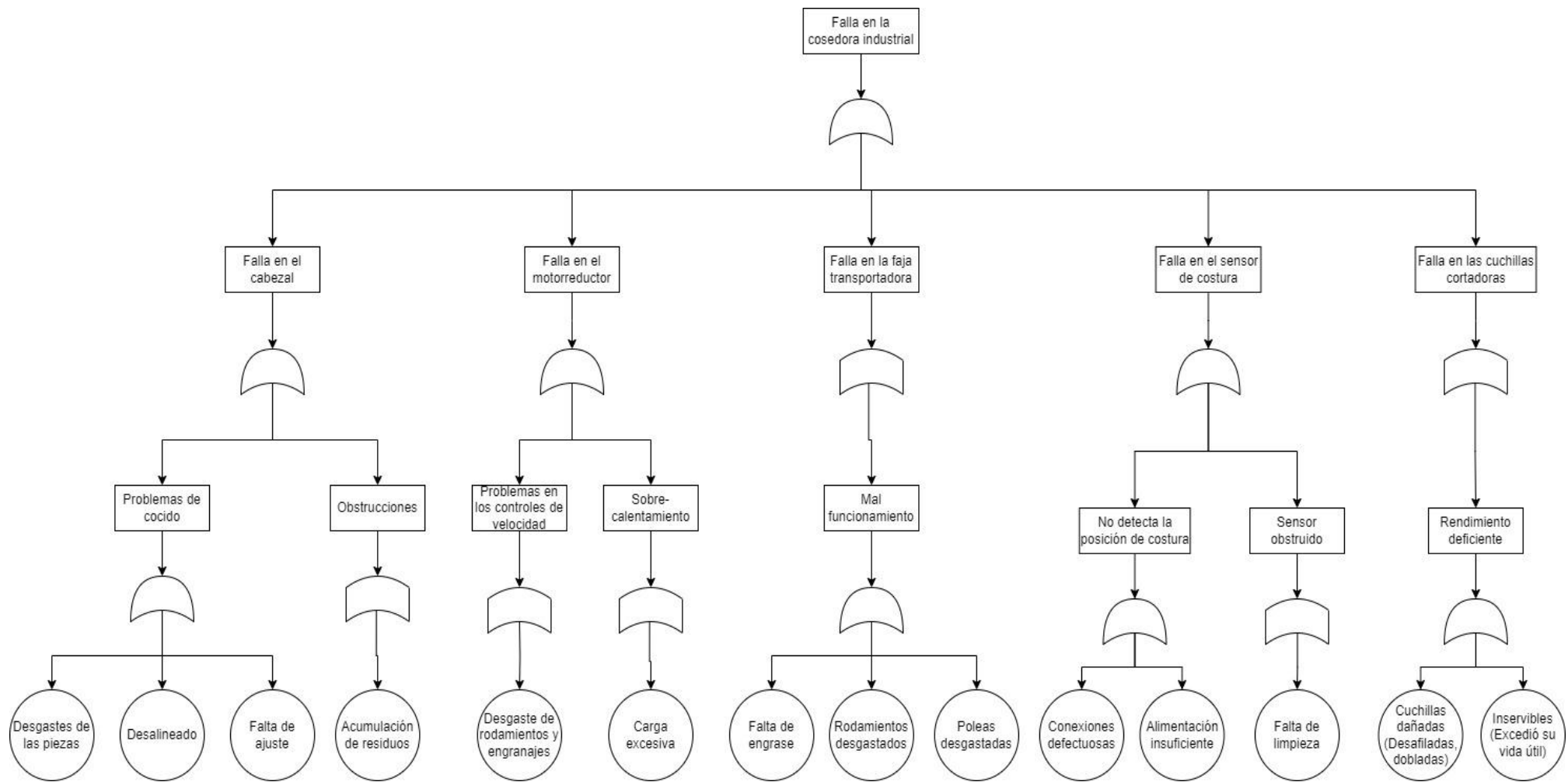
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 68: Figura 36. Árbol de fallas de la balanza



Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 69: Figura 37. Árbol de fallas de la cosedora industrial



Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 70: Tabla 42. Tiempo entre fallas (MTBF) periodo de marzo del 2022 a febrero del 2023

MAQUINA	N° DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (HORAS)	TIEMPO TOTAL PROGRAMADO EN EL PERIODO DE ESTUDIO	MTBF
Elevadores	14	121.2	6,363	454.5
Compresor	9	34.5		707.0
Selectora por color	6	79.3		1060.5
Descascaradora #01	4	24.4		1590.8
Pulidora de agua	5	78.7		1272.6
Descascaradora #02	4	18.0		1590.8
Mesa Paddy	4	40.5		1590.8
Sin fin pajilla	4	35.5		1590.8
Pulidora Suzuki	3	61.0		2121.0
Pre limpia # 01	3	25.0		2121.0
Pre limpia # 02	3	27.7		2121.0
Circuito pajilla	3	43.4		2121.0
Pulidora vertical # 01	3	21.0		2121.0
Ciclon polvillo	3	9.3		2121.0
Clasificadores	3	25.6		2121.0
Ventilador pajilla	3	17.8		2121.0
Zaranda PT	3	11.8		2121.0
Pulidora Oyama	2	6.6		3181.5
Rotary Syster	2	44.5		3181.5
Balanza Electrónica	2	9.0		3181.5
TOTAL	83	734.8		67.8

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Este indicador MTBF, nos muestra que, en el periodo de marzo del 2022 a febrero del 2023, se ha producido una falla cada 67.8 horas.

Anexo N° 71: Tabla 43. Indicador de Mantenibilidad; Tiempo medio para reparar (MTTR).

MAQUINA	N° DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (HORAS)	MTTR
Elevadores	14	121.2	8.66
Compresor	9	34.5	3.83
Selectora por color	6	79.3	13.22
Descascaradora #01	4	24.4	6.10
Pulidora de agua	5	78.7	15.74
Descascaradora #02	4	18.0	4.50
Mesa Paddy	4	40.5	10.13
Sin fin pajilla	4	35.5	8.88
Pulidora Suzuki	3	61.0	20.33
Pre limpia # 01	3	25.0	8.33
Pre limpia # 02	3	27.7	9.23
Circuito pajilla	3	43.4	14.47
Pulidora vertical # 01	3	21.0	7.00
Ciclón polvillo	3	9.3	3.11
Clasificadores	3	25.6	8.53
Ventilador pajilla	3	17.8	5.93
Zaranda PT	3	11.8	3.94
Pulidora Oyama	2	6.6	3.29
Rotary Syster	2	44.5	22.25
Balanza Electrónica	2	9.0	4.50
TOTAL	83	734.8	8.85

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

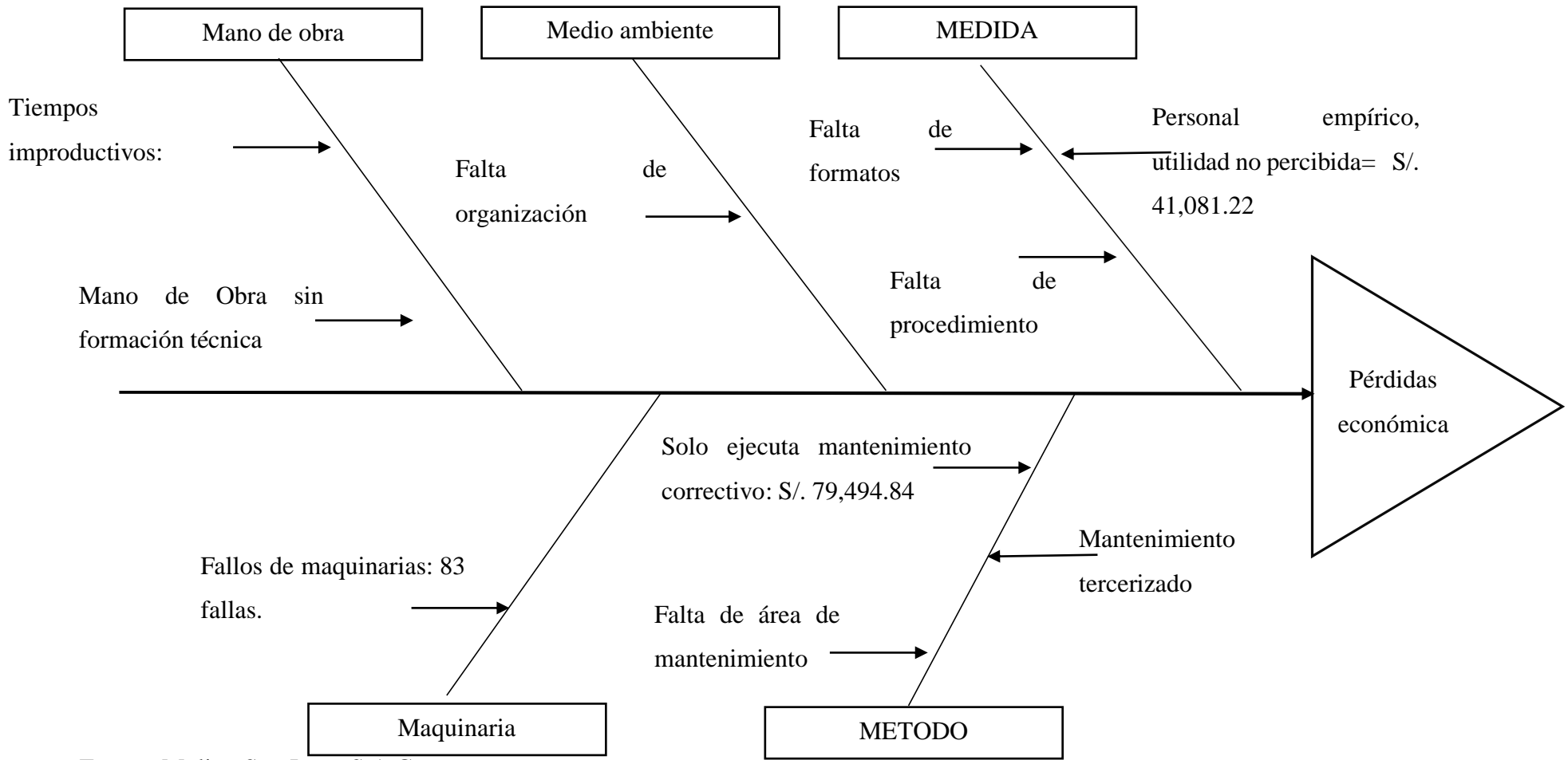
Este indicador MTTR, nos muestra que, en el periodo de marzo del 2022 a febrero del 2023, es de 8.85 horas.

Anexo N° 72: Tabla 44. Frecuencia de fallas y tiempo de parada de la empresa Molino San Jorge S.A.C

MAQUINA	N° DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (HORAS)
Elevadores	14	121.2
Compresor	9	34.5
Selectora por color	6	79.3
Descascaradora #01	4	24.4
Pulidora de agua	5	78.7
Descascaradora #02	4	18.0
Mesa Paddy	4	40.5
Sin fin pajilla	4	35.5
Pulidora Suzuki	3	61.0
Pre limpia # 01	3	25.0
Pre limpia # 02	3	27.7
Circuito pajilla	3	43.4
Pulidora vertical # 01	3	21.0
Ciclon polvillo	3	9.3
Clasificadores	3	25.6
Ventilador pajilla	3	17.8
Zaranda PT	3	11.8
Pulidora Oyama	2	6.6
Rotary Syster	2	44.5
Balanza Electrónica	2	9.0
TOTAL	83	734.8

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo N° 73: Diagrama de Ishikawa causa - efecto



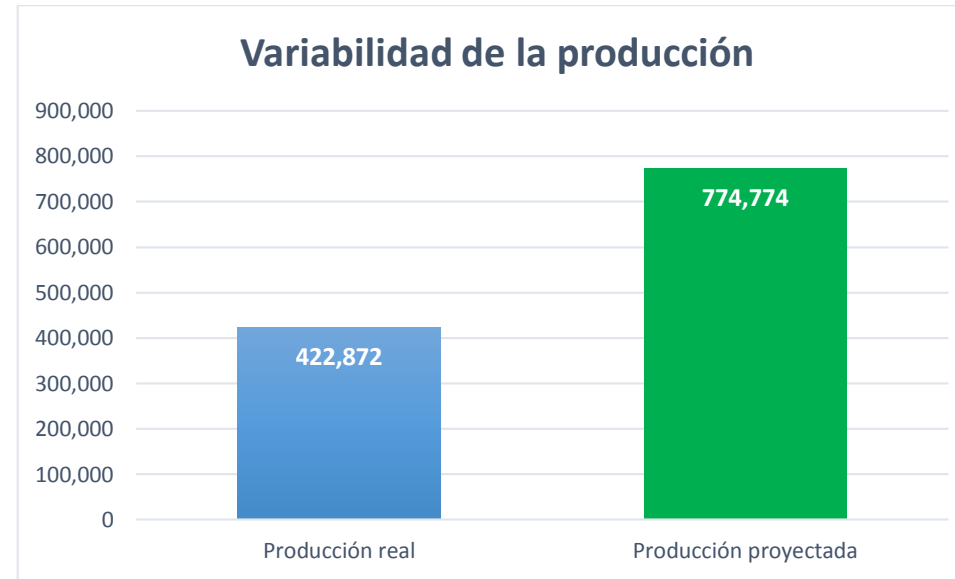
Fuente: Molino San Jorge S.A.C

Anexo 74: Tabla 45. Producción actual de la empresa Molino San Jorge S.A.C.

Mes	Turnos	Arroz	Arrocillo 3/4	Arrocillo 1/2	Descarte	Nelen	Ñelen integral	Puntilla	Polvillo	Total
Mar-22	26	20,624	1,504	1,050	1,126	151	65	48	4,292	24,568
Abr-22	12	9,446	863	300	487	42	25	18	1,999	11,181
May-22	27	22,791	2,100	843	1,614	170	72	60	4,569	27,650
Jun-22	32	26,619	2,230	1,008	2,202	123	68	51	5,465	32,301
Jul-22	42	34,398	2,307	1,000	1,723	116	82	65	6,766	39,691
Ago-22	28	22,829	2,500	723	1,648	164	78	70	4,740	28,012
Set-22	43	34,625	4,620	1,545	1,937	240	133	80	6,629	43,180
Oct-22	44	33,945	4,572	1,522	1,935	235	122	76	6,022	42,407
Nov-22	46	36,593	5,169	1,234	2,539	240	117	72	7,080	45,964
Dic-22	42	33,642	4,838	1,481	1,949	297	127	69	6,510	42,403
Ene-23	45	33,416	4,574	1,561	1,887	218	88	66	5,624	41,810
Feb-23	39	38,046	2,726	1,258	1,228	244	123	80	7,101	43,705

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

En la tabla 40 se evidencia los turnos trabajados por mes de estudio, y la producción que se realizó por cada mes.

Anexo 75: Figura 38. Viabilidad de la producción

Fuente: Molino San Jorge S.A.C

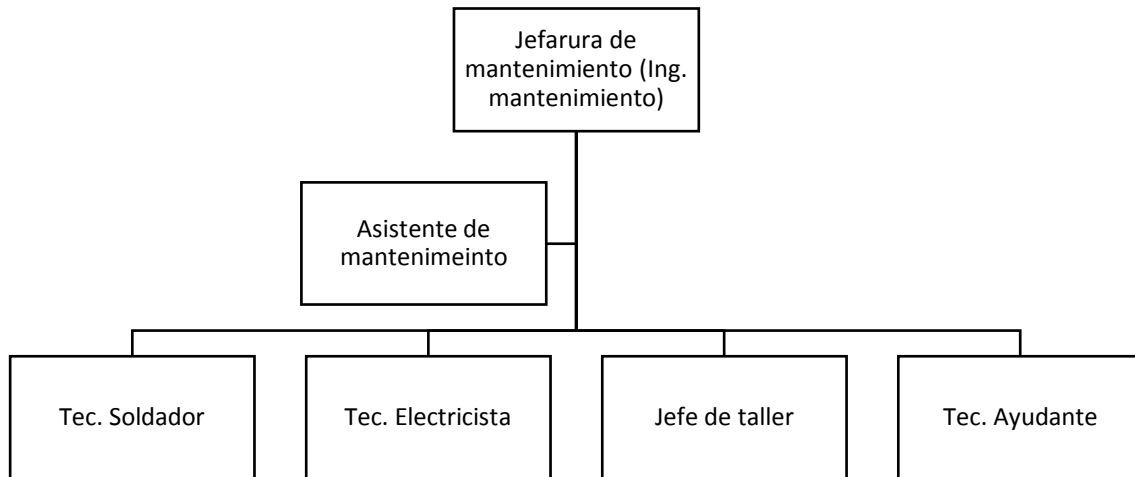
La figura 38. Presenta dos barras distintas para cada categoría de producción: una para la producción real y otra para la producción proyectada, la altura de cada barra representa la cantidad de producción, permitiendo una comparación visual directa entre los dos conjuntos de datos. La producción real, indicada por una barra, alcanzó los 422,872 sacos, mientras que la barra correspondiente a la producción proyectada muestra un total de 774,774 sacos. La diferencia significativa entre estas dos barras revela que la producción

Anexo N° 76: Política y objetivos del mantenimiento

Política y objetivos del mantenimiento


Para alcanzar la Política de mantenimiento, se han establecido los siguientes objetivos, inspirados en los principios de la norma ISO 9001-2015:

- a. Garantizar la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos mediante la implementación de estrategias de mantenimiento adecuadas y eficientes.
- b. Preservar y mantener en óptimas condiciones los activos de la empresa, asegurando su prolongada vida útil y su funcionamiento óptimo.
- c. Fomentar el desarrollo personal y profesional del equipo de mantenimiento a través de programas de capacitación y formación continua, con el objetivo de potenciar sus habilidades y competencias.
- d. Elaborar procedimientos detallados para las tareas de mantenimiento, con el propósito de estandarizar las prácticas y mejorar el rendimiento del departamento de mantenimiento en su conjunto.
- e. Cumplir rigurosamente con las actividades programadas y los planes establecidos de mantenimiento, garantizando así la ejecución oportuna y eficaz de las acciones preventivas y correctivas necesarias para el mantenimiento de los equipos.


Anexo N°77: Figura 39. Organigrama de mantenimiento propuesto para la empresa

Fuente: Elaboración propia.


Anexo N° 78: Tabla 46. Perfil para la jefatura de mantenimiento.

	PERFIL DEL PUESTO				CODIGO: MSI-RRHH - PP - 01		
					VERSION:001		
					EMISION:		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
A. Datos generales							
Nombre del puesto:		Jefe de Mantenimiento					
Área:		Producción					
B. Misión del puesto							
Planificar, dirigir, organizar y controlar las actividades a desarrollar dentro del área, garantizando el cumplimiento de cada uno de los procesos a desarrollar.							
C. Dimensiones del puesto							
Puestos supervisados directamente		Maquinista, operadores, personal de mantenimiento de la empresa, terceros.					
Puesto al que reporta		Gerencia General					
Coordinaciones áreas internas		Jefe de producción, operadores, mantenimientos con terceros, Administrador, Control interno.					
II. CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS DEL PUESTO							
A. COMPETENCIAS TÉCNICAS							
A.1. EXPERIENCIA LABORAL							
MÍNIMO DE AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL PUESTO O SIMILAR				3			
MÍNIMO DE AÑOS DE EXPERIENCIA FUNCIONAL O ÁREA				1			
1							
Primaria completa				Superior / Universitaria	X		
Secundaria Completa				Post- grado	OPCIONAL		
Técnica							
Especialidad / Carrera		Ingeniería mecánica eléctrica, Industria.					
A.3. CONOCIMIENTOS TÉCNICOS				Nivel de Dominio			
CONOCIMIENTO				Básico	Intermedio	Avanzado	
Ms. Office					X		
Contabilidad				X			
Sistema SELYSOFT					X		
Administración				X			
Atención al cliente					X		
A.4. IDIOMAS				Nivel de Dominio			
IDIOMA				Básico	Intermedio	Avanzado	
Inglés		LECTURA		X			
		CONVERSACIÓN		X			
		ESCRITURA		X			
A.5. CONOCIMIENTOS ADICIONALES							
Seguridad y Salud en el Trabajo							
III. FUNCIONES							
III. COMPETENCIAS							
Competencia Genéricas*		No desarrollada	Por desarrollar	Desarrollada	Muy Desarrollada		
Comunicación Efectiva				X			
Trabajo en equipo				X			
Liderazgo				X			
Manejo de Conflictos				X			
Lealtad a los valores de la empresa				X			
Proactividad				X			
Adaptación a los cambios				X			
Competencias Específicas*		No desarrollada	Por desarrollar	Desarrollada	Muy Desarrollada		
Planificación y Organización				X			


Anexo N° 79: Tabla 47. Perfil para Asistente de mantenimiento.

	PERFIL DEL PUESTO		CODIGO: MSJ-RRHH - PP - 01			
			VERSION:001			
			EMISION:			
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO						
A. Datos generales						
Nombre del puesto:		Asiatente de mantenimiento				
Área:		Mantenimiento				
B. Misión del puesto						
Garantizar el buen funcionamiento de las maquinarias de todo el proceso productivo de la empresa.						
C. Dimensiones del puesto						
Puestos supervisados directamente		Maquinista, operadores, pesonal de mantenimiento de la empresa, terceros.				
Puesto al que reporta		Jefe de mantenimiento				
Coordinaciones áreas internas		Jefe de mantenimiento, operadores, mantenimientos con terceros, Administrador, Control interno.				
II. CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS DEL PUESTO						
A. COMPETENCIAS TÉCNICAS						
A.1. EXPERIENCIA LABORAL						
MÍNIMO DE AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL PUESTO O SIMILAR				3		
MÍNIMO DE AÑOS DE EXPERIENCIA FUNCIONAL O ÁREA				1		
1						
Primaria completa				Superior / Universitaria	X	
Secundaria Completa				Post- grado	OPCIONAL	
Técnica		X				
Especialidad / Carrera		Ingeniería o tecnico en mecánica eléctrica, Industrial				
A.3. CONOCIMIENTOS TÉCNICOS						
CONOCIMIENTO				Nivel de Dominio		
				Básico	Intermedio	Avanzado
Ms. Office					X	
Contabilidad				X		
Sistema SELSYSOFT					X	
Administración				X		
Atención al cliente					X	
A.4. IDIOMAS						
IDIOMA				Nivel de Dominio		
				Básico	Intermedio	Avanzado
Inglés		LECTURA		X		
		CONVERSACIÓN		X		
		ESCRITURA		X		
A.5. CONOCIMIENTOS ADICIONALES						
Seguridad y Salud en el Trabajo						
III. FUNCIONES						
III. COMPETENCIAS						
Competencia Genéricas*		No desarrollada	Por desarrollar	Desarrollada	Muy Desarrollada	
Comunicación Efectiva				X		
Trabajo en equipo				X		
Liderazgo				X		
Manejo de Conflictos				X		
Lealtad a los valores de la empresa				X		
Proactividad				X		
Adaptación a los cambios				X		
Competencias Específicas*		No desarrollada	Por desarrollar	Desarrollada	Muy Desarrollada	
Planificación y Organización				X		

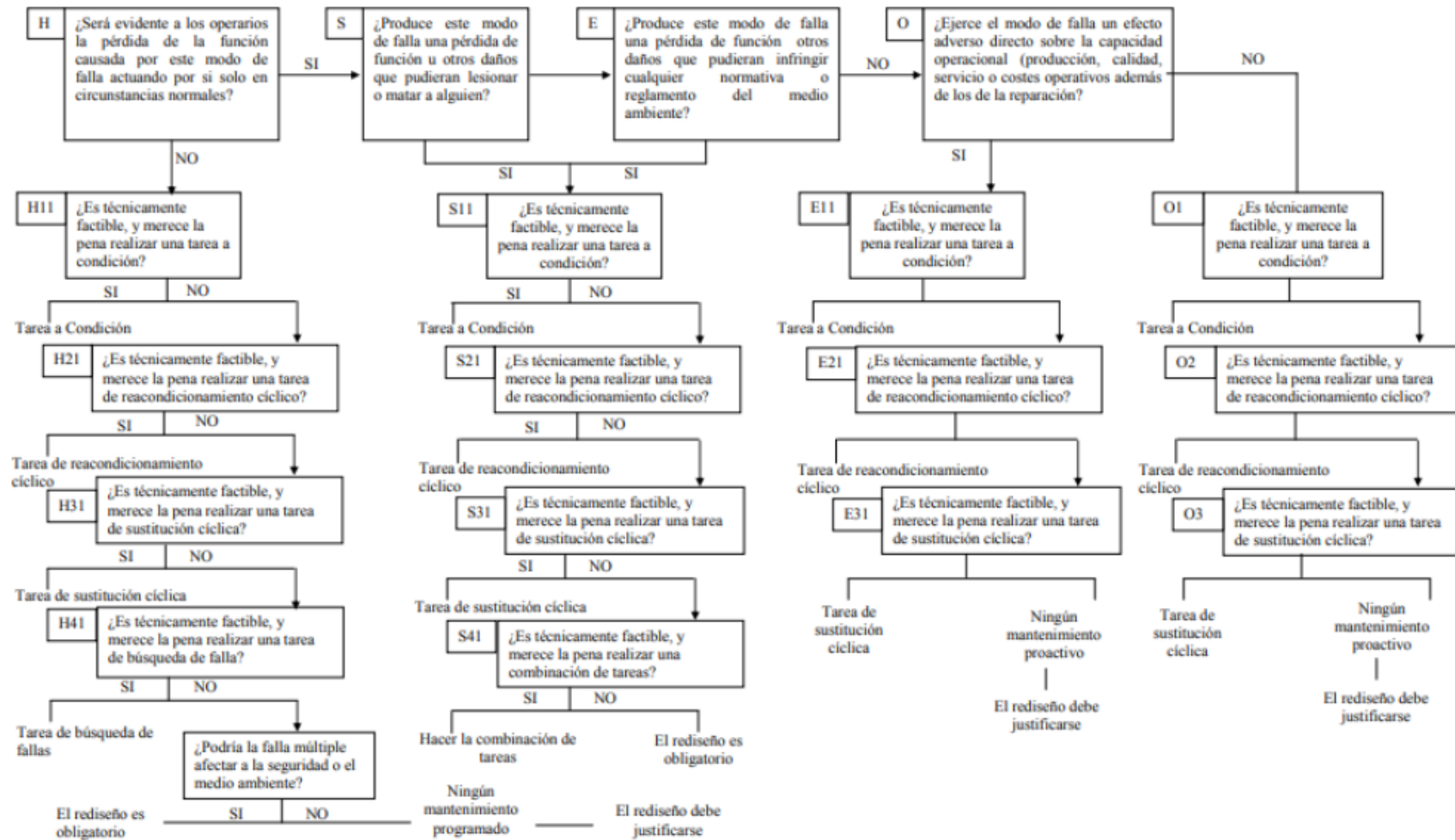
Anexo N° 80: Tabla 48. Perfil para soldador.

	PERFIL DEL PUESTO		CODIGO: MSJ-RRHH - PP - 01		
			VERSION:001		
			EMISION:		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO					
A. Datos generales					
Nombre del puesto:		Soldador			
Área:		Mantenimiento			
B. Misión del puesto					
Garantizar el buen funcionamiento de las maquinarias de todo el proceso productivo de la empresa.					
C. Dimensiones del puesto					
Puestos supervisados directamente		Maquinista, operadores, personal de mantenimiento de la empresa, terceros.			
Puesto al que reporta		Jefe de mantenimiento			
Coordinaciones áreas internas		Jefe de mantenimiento, operadores, mantenimientos con terceros, Administrador, Control interno.			
II. CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS DEL PUESTO					
A. COMPETENCIAS TÉCNICAS					
A.1. EXPERIENCIA LABORAL					
MÍNIMO DE AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL PUESTO O SIMILAR			3		
MÍNIMO DE AÑOS DE EXPERIENCIA FUNCIONAL O ÁREA			1		
1					
Primaria completa		Superior / Universitaria			
Secundaria Completa		Post- grado			
Técnica		X			
Especialidad / Carrera		Ingeniería o tecnico en mecánica eléctrica, Industrial			
A.3. CONOCIMIENTOS TÉCNICOS			Nivel de Dominio		
CONOCIMIENTO			Básico	Intermedio	Avanzado
Ms. Office			X		
Contabilidad			X		
Sistema SELSYSOFT					
Administración			X		
Atención al cliente			X		
A.4. IDIOMAS			Nivel de Dominio		
IDIOMA			Básico	Intermedio	Avanzado
Inglés			LECTURA	X	
			CONVERSACIÓN	X	
			ESCRITURA	X	
A.5. CONOCIMIENTOS ADICIONALES					
Seguridad y Salud en el Trabajo					
III. FUNCIONES					
IV. COMPETENCIAS					
Competencia Genéricas*		No desarrollada	Por desarrollar	Desarrollada	Muy Desarrollada
Comunicación Efectiva				X	
Trabajo en equipo				X	
Liderazgo				X	
Manejo de Conflictos				X	
Lealtad a los valores de la empresa				X	
Proactividad				X	
Adaptación a los cambios				X	
Competencias Específicas*		No desarrollada	Por desarrollar	Desarrollada	Muy Desarrollada
Planificación y Organización				X	

Anexo N° 81: Tabla 49. Perfil para Electricista.

		PERFIL DEL PUESTO			CODIGO: MSI-RRHH - PP - 01	
					VERSION:001	
					EMISION:	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO						
A. Datos generales						
Nombre del puesto:		Electricista				
Área:		Mantenimiento				
B. Misión del puesto						
Garantizar el buen funcionamiento de las maquinarias de todo el proceso productivo de la empresa.						
C. Dimensiones del puesto						
Puestos supervisados directamente		Maquinista, operadores, personal de mantenimiento de la empresa, terceros.				
Puesto al que reporta		Jefe de mantenimiento				
Coordinaciones áreas internas		Jefe de mantenimiento, operadores, mantenimientos con terceros, Administrador, Control interno.				
II. CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS DEL PUESTO						
A. COMPETENCIAS TÉCNICAS						
A.1. EXPERIENCIA LABORAL						
MÍNIMO DE AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL PUESTO O SIMILAR				3		
MÍNIMO DE AÑOS DE EXPERIENCIA FUNCIONAL O ÁREA				1		
Técnica		X				
Especialidad / Carrera		Electricidad Industrial				
A.3. CONOCIMIENTOS TÉCNICOS						
				Nivel de Dominio		
CONOCIMIENTO				Básico	Intermedio	Avanzado
Ms. Office				X		
Contabilidad				X		
Sistema SELSYSOFT						
Administración				X		
Atención al cliente				X		
A.4. IDIOMAS						
				Nivel de Dominio		
IDIOMA				Básico	Intermedio	Avanzado
Inglés		LECTURA		X		
		CONVERSACIÓN		X		
		ESCRITURA		X		
A.5. CONOCIMIENTOS ADICIONALES						
Seguridad y Salud en el Trabajo						
III. FUNCIONES						
IV. COMPETENCIAS						
Competencia Genéricas*		No desarrollada	Por desarrollar	Desarrollada	Muy Desarrollada	
Comunicación Efectiva				X		
Trabajo en equipo				X		
Liderazgo				X		
Manejo de Conflictos				X		
Lealtad a los valores de la empresa				X		
Proactividad				X		
Adaptación a los cambios				X		
Competencias Específicas*		No desarrollada	Por desarrollar	Desarrollada	Muy Desarrollada	
Planificación y Organización				X		

Anexo N° 82: figura 40. Diagrama de decisión RCM.



Anexo N° 83: Tabla 50. AMEF equipo: Elevadores

AMEF:	ELEVADORES		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS														
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 01														
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de Falla FM	Efecto del fallo	Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable Actual	Evaluación de la mejora					
					Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR			Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
Elevador de cangilones	Realiza el transporte de producto a la siguiente máquina del proceso.	A	Transporte incorrecto	1	Faja estirada (Des calibración del uso)	Ruptura de faja	Ningún	5	4	5	100	Revisión rutinaria, ajustes en los templadores	Jefe de producción	2	2	2	8
				2	Desprendimiento de cangilones (pernos Flojos)	Obstrucción del proceso	Ningún	6	4	5	120	Revisión rutinaria, ajustes.	Jefe de producción	2	2	2	8
				3	Ruptura de la faja (excedió su vida útil)	Paro del proceso	Ningún	6	4	5	120	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
				4	Ruptura de eje (exceso de vibraciones)	Paro del proceso		8	3	6	144	Revisión rutinaria	Jefe de producción	3	2	2	12
				5	Fallo del motorreductor (Falta de aceite)	Paro del proceso		7	2	7	98	Revisión rutinaria	Jefe de producción	2	2	2	8
				6	Desgastes de rodajes y chumaceras (Excedió su vida útil)	Sonidos anormales y dificultad para el trabajo	Ningún	9	2	8	144	Determinar tiempo para cambio	Jefe de producción	3	2	2	12

				7	Descentrado del tambor (exceso de vibraciones)	Inadecuado transporte del arroz, retorno de arroz	Ningún	9	2	7	126	Revisión rutinaria	Jefe de producción	3	2	2	12
--	--	--	--	---	--	---	--------	---	---	---	-----	--------------------	--------------------	---	---	---	----

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 84: Tabla 51. AMEF equipo: Compresor.

AMEF:	COMPRESORA SULLAIR		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS														
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 02														
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de Falla FM	Efecto de la falla	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable Actual	Evaluación de la mejora						
					Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección			NPR	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
Compresor de aire	Genera Aire comprimido a alta presión para el proceso de selección del producto	A	Baja presión de aire	1	Desgaste de la válvula de seguridad (Excedió su vida útil)	Falta de aire en la selectora	Ningún	6	3	6	108	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	2	2	2	8
				2	Mangueras y tuberías con grietas (Fatiga térmica)	Desabastecimiento del tanque de presión	Ningún	7	2	7	98	Revisión rutinaria, cambios programados	Jefe de producción	2	2	2	8
		B	Apagado constante del equipo	3	Fallo del sistema (falta de limpieza)	Falta de aire	Ningún	8	4	7	224	Programación de mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
				4	Fallo del contactor (Presencia de polvo)	Parado de proceso		8	2	7	112	Programación de mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
				5	Radiador y compresor sucio (Ambiente de trabajo con polvo)	Recalentamiento de la maquina		7	2	6	84	Limpieza de rutina	Jefe de producción	2	2	2	8

		C	Recalentamiento del equipo	6	Fallo de termostato (Fatiga térmica)	Recalentamiento de la maquina	Ningún	8	1	7	56	Revisión por parte del electricista	Jefe de producción	2	2	2	8
		D	Residuos de aceite en el aire	7	filtros de línea saturados (Excedió su vida útil)	Daño en los eyectores de la selectora	Ningún	9	2	9	162	Cambio de filtros	Jefe de producción	3	3	2	18
		E	Presencia de agua en la máquina	8	Purga automática averiada (Daño de reten)	Accidentes eléctricos	Ningún	8	3	7	168	revisión y supervisión de rutina	Jefe de producción	2	2	2	8
				9	Fallo del secador (ingreso de suciedad)	Aire con residuo de agua	Ningún	8	1	9	72	Regulación de las purgas automáticas	Jefe de producción	2	2	2	8

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 86: Tabla 52. AMEF equipo: Selectora por color.

AMEF:	SELECTORA POR COLOR		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS													
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 03													
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de Falla FM	Efecto de la falla	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable Actual	Evaluación de la mejora					
					Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección			NPR	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
Selector por color	Detectar los defectos del arroz y extraerlos	A Falla se selección del arroz	1	Falta de limpieza (presencia de polvo)	Interacción del proceso	Ningún	5	4	5	100	Revisión y limpieza de rutinaria	Jefe de producción	2	2	2	8
			2	Falta de actualización del software (Software desactualizado)	Interacción del proceso	Ningún	9	4	9	324	Programación de mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
			3	Fallo del estabilizador (sobrecarga de energía)	Paro del proceso	Ningún	8	2	7	112	Revisión y control rutinario	Jefe de producción	2	2	2	8
		B No seleccionas los defectos	4	Lámparas quemadas (sobrecarga de energía)	Fugas de arroz y obstrucción del proceso	Ningún	6	3	6	108	Revisión y control rutinario para el cambio oportuno	Jefe de producción	3	2	2	12
			5	Eyectores obstruidos (presencia de partículas de aceite o agua)	productos defectuosos		6	2	8	96	Test de eyectores programados	Jefe de producción	3	2	2	12

		C	obstrucción de la máquina y fugas de producto y baja capacidad de selección	6	Bandejas Desgastadas (excedió su vida útil)	Obstrucción del proceso y fugas del producto	Ningún	7	2	8	112	Revisión y control rutinario para el cambio oportuno	Jefe de producción	3	2	2	12
--	--	---	---	---	---	--	--------	---	---	---	-----	--	--------------------	---	---	---	----

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 86: Tabla 53. AMEF equipo: Hidro pulidora.

AMEF:	PULIDORA DE AGUA		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS															
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 04															
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de Falla FM	Efecto de la falla	Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable Actual	Evaluación de la mejora						
					Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR			Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR			
Pulidora de agua	Dar el blanqueado y brillo al arroz	A	Presencia de granos de arroz en el polvillo	1	Ruptura de cribas (Desgastes)	Merma en la producción	Ningún	8	4	6	192	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	2	2	2	8	
		B	Mal pulido y mal acabado del producto	2	Botella desgastada (Desgastes)	Poco pulido del producto	Ningún	8	2	7	112	Programar su mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12	
				3	Flauta en mal estado (Desgastes)	Baja calidad del producto		8	2	7	112	Programar su mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12	
		C	Falta de agua en el proceso; pulido deficiente	4	Filtros saturados (excedió su vida útil)	Baja calidad del producto	Ningún	7	3	6	126	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	2	2	2	8	
				5	Mangueras desgastadas (excedió su vida útil)	Baja calidad del producto	Ningún	8	2	7	112	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	3	2	2	12	
		D	Incorrecto pulido	6	Desgastes de rodajes (excedió su vida útil)	Paro de maquinaria	Ningún	8	2	6	96	Plan de mantenimiento y determinar tiempo para cambio	Jefe de producción	3	3	2	18	

		E	Apagado de Motor	7	Recalentamiento de motorreductor (arranques frecuentes)	Paro del proceso	Ningún	8	2	7	112	Revisión programada	Jefe de producción	3	2	2	12
		F	Atoramientos de la máquina	8	Desgaste en el sinfín (Desgastes)	Obstrucción del proceso	Ningún	8	3	7	168	Realizar un plan de mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8
		G	Obstrucción del polvillo	9	Ductos atorados con polvillo. (Sobre carga de trabajo)	Parada de proceso	Ningún	8	5	6	240	Realizar un plan de limpieza	Jefe de producción	2	2	2	8
		H	Quebrado de arroz	10	presión excesiva de frenos o piedra (ausencia de calibración)	Baja calidad del producto	Ningún	8	4	3	96	Realizar los ajustes constantes	Jefe de producción	3	2	2	12

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 87: Tabla 54. AMEF equipo: Mesa Pady.

AMEF:	MESA PADY		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS														
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 05														
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de Falla FM	Efecto de la falla	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable actual	Evaluación de la mejora						
					Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección			NPR	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
Mesa Pady	Separar el grano integral del grano cascara, el grano integral pasa al siguiente proceso y el grano pady regresa al proceso de descascarado	A	Separación deficiente del producto	1	Rodajes desgastados (Excedió vida útil)	Interacción del proceso, disminución del fujo	Ningún	7	2	7	98	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	2	2	2	8
				2	Baquelitas rotales (Excedió su vida útil)	Descentrado de la maquina	Ningún	7	2	7	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	3	2	2	12	
				3	Ruedas desgastadas (Excedió su vida útil)	Retarda el proceso	Ningún	8	2	7	112	Programa de mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8
		B	Pase de arroz cascara al proceso de pulido	4	Malla desgastados / rotas (Excedió su vida útil)	Arroz defectuoso	Ningún	6	2	7	84	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	3	2	2	12
		C	Recalentamiento del motorreductor	5	Calentamiento del motorreductor (Falta de aceite)	Parado de máquina	Ningún	8	2	8	128	Plan de mantenimiento y determinar tiempo para mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 88: Tabla 55. AMEF equipo: Sin fin pajilla.

AMEF:		SIN FIN PAJILLA		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS													
PROCESO		PILADO DE ARROZ		AMEF N° 06													
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de Falla FM	Efecto de la falla	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable actual	Evaluación de la mejora						
					Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección			NPR	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
Sin fin de pajilla	Realiza el transporte de arroz hacia la tolva de cascarilla.	A	Transporte incorrecto de la cascara de arroz	1	Rodajes desgastados (excedió su vida útil)	Interacción del proceso, disminución del flujo	Ningún	7	2	7	98	Revisión rutinaria, para su cambio rápido	Jefe de producción	2	2	2	8
				2	Eje Doblado (altas vibraciones)	Obstrucción del proceso	Ningún	8	2	7	112	Revisión rutinaria, ajustes.	Jefe de producción	2	2	2	8
		B	Atoramiento de la pajilla	3	Ruptura de bocinas (altas vibraciones)	Paro del proceso	Ningún	8	2	8	128	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
				4	Ruptura de las hélices (sobre esfuerzo de trabajo)	Paro del proceso						Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8
		C	Perdida de fuerza	5	Motor recalentado (Sobrecarga eléctrica)	Paro del proceso	Ningún	8	2	8	128	Plan de mantenimiento y determinar tiempo de reparación	Jefe de producción	3	2	2	12

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 89: Tabla 56. AMEF equipo: Pulidora cónica Suzuki.

AMEF:	PULIDORA CÓNICA SUZUKI		ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS														
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 07														
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF		Modo de Falla FM		Efecto de la falla	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable actual	Evaluación de la mejora				
							Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección			NPR	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Pulidora cónica	Realiza el pulido del producto como primer pase	A	Granos de arroz en el polvillo	1	Ruptura de cribas (Desgastes)	interrupción del proceso, disminución del fujo	Ningún	7	3	8	168	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	2	2	2	8
		B	Mal pulido del arroz	2	Desgastes de piedra (Desgastes)	Paro del proceso	Ningún	7	2	8	112	Revisión rutinaria, para el ajuste necesario	Jefe de producción	3	2	2	12
				3	Mal ajustes de frenos, frenos desnivelados (Ausencia de calibración)	Paro del proceso		7	3	8	168	Revisión rutinaria, para el ajuste necesario	Jefe de producción	3	2	2	12
				4	Porta frenos rotos (excedió su vida útil)	Paro del proceso		7	3	8	168	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8

	C	Atoramiento de la máquina	5	Fajas destempladas, rotas. (excedió su vida útil)	Detención del proceso	Ningún	7	3	8	168	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8
			6	Ductos obstruidos (ausencia de limpieza)	Falta de limpieza, detención del proceso	Ningún	8	5	7	280	Limpieza de rutina	Jefe de producción	3	2	2	12
	D	Pulido incorrecto del arroz	7	Rodajes desgastados (excedió su vida útil)	Sonidos anormales y dificultad para el trabajo	Ningún	7	2	7	98	Plan de mantenimiento y determinar tiempo para cambio	Jefe de producción	3	2	2	12
			8	Fallos en el motorreductor (Falta de Aceite)	parado de la máquina	Ningún	8	2	7	112	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 90: Tabla 57. AMEF equipo: Pre limpia.

AMEF:	PRE LIMPIA # 01 Y 02		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS														
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 08														
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de Falla FM	Efecto de la falla	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable actual	Evaluación de la mejora						
					Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección			NPR	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
Pre limpia	Retirar la impureza del producto	A	Limpieza incorrecta del arroz	1	Desgastes de rodajes y chumaceras (excedió su vida útil)	interrupción del proceso, disminución del fujo	Ningún	7	2	7	98	Revisión rutinaria, para el mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8
				2	Desgastes de cadena y engranes (Ausencia de lubricación)	parada del proceso	Ningún	7	2	7	98	Revisión rutinaria, para el mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8
		B	Fuga del producto	3	Ductos rotos (excedió su vida útil)	Paro del proceso	Ningún	8	3	7	168	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
				4	Ductos obstruidos con impureza (ausencia de limpieza)	Paro del proceso		8	5	7	280	Limpieza de rutina	Jefe de producción	3	2	2	12
		C	Presencia de productos en la impureza	5	Desgastes o rupturas de mallas (excedió su vida útil)	Paso de producto a las impurezas	Ningún	8	3	6	144	Plan de mantenimiento y determinar tiempo para cambio	Jefe de producción	3	2	2	12

				6	Mallas obstruidas con impurezas (ausencia de limpieza)	Paso de producto a las impurezas	Ningún	8	3	6	144	Limpieza de rutina	Jefe de producción	3	2	2	12
--	--	--	--	---	--	----------------------------------	--------	---	---	---	-----	--------------------	--------------------	---	---	---	----

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 91: Tabla 58. AMEF equipo: Circuito pajilla.

AMEF:	CIRCUITO DE PAJILLA		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS														
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 09														
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de Falla FM	Efecto de la falla	Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable actual	Evaluación de la mejora					
					Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR			Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
Circuito de Pajilla	Realiza la separación de la cascara de arroz del grano integral	A	Recalentamiento del motorreductor	1	Apagado constante de la maquina (Arranques constantes)	Paro del proceso	Ningún	8	2	7	112	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8
		B	Presencia de producto en la cascara del arroz	2	Bajo flujo de aire	Paro del proceso	Ningún	7	3	5	105	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
				3	Grietas y desgastes de las planchas internas excedió su vida útil)	Baja de producción		7	3	6	126	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
				4	Fajas desgastadas o estiradas (excedió su vida útil)	Paro del proceso		7	2	7	98	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	2	2	2	8

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 92: Tabla 59. AMEF equipo: Clasificadores.

AMEF:	CLASIFICADORES		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS														
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 10		Situación Actual					Acciones recomendadas	Responsable	Evaluación de la mejora					
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF	Modo de Falla FM	Efecto de la falla	Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR			Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
Clasificadores	Separar el arroz quebrado del arroz entero	A	Perdida de la capacidad y eficiencia de la máquina	1	Clasificadores sucios, obstruidos (ausencia de limpieza)	Producto defectuoso	Ningún	8	2	6	96	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8
				2	Paletas desgastado (excedió su vida útil)	Producto defectuoso	Ningún	8	2	7	112	Plan de mantenimiento y determinar tiempo para cambio		2	2	2	8
				3	Fajas destempladas o desgastadas (excedió su vida útil)	Paro del proceso	Ningún	7	2	7	98	Revisión rutinaria, ajustes o cambio oportuno	Jefe de producción	2	2	2	8
		B	Fugas de producto	4	Rupturas de bandejas (altas vibración, sobre carga de trabajo)	Paro del proceso	Ningún	8	2	7	112	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12

		C	Obstrucción de máquina	5	Eje desgastado, rotos (altas vibraciones)	Paro del proceso	Ningún	8	2	7	112	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción					0
		D	Clasificado incorrecto	6	Rodajes desgastados (excedió su vida útil)	Paro del proceso	Ningún	8	2	7	112	Plan de mantenimiento y determinar tiempo para cambio	Jefe de producción	3	2	2	12	
				7	Motorreductor con fallo (Falta de aceite)	Paro del proceso	Ningún	8	2	8	128	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12	

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 93: Tabla 60. AMEF equipo: Rotary syster.

AMEF:	ROTARY SYSTER		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS														
PROCESO	PILADO DE ARROZ		AMEF N° 11														
Descripción de la parte o proceso	Función que desempeña F	Falla Funcional FF		Modo de Falla FM		Efecto de la falla	Situación Actual				Acciones recomendadas	Responsable	Evaluación de la mejora				
							Controles actuales	Severidad	Ocurrencia	Detección			NPR	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Rotary syster	Separar el arroz quebrado arrocillo 1/4, 1/2	A	Pérdida de la eficiencia de la maquina	1	Mallas obstruidas, rotas (Excedió su vida útil)	productos defectuosos	Ningún	8	4	7	224	Revisión rutinaria, para el cambio oportuno	Jefe de producción	2	2	2	8
				2	Base de la maquina con grietas, rota	Paro del proceso	Ningún	8	2	7	112	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
		B	separación incorrecta de los subproductos	3	Desgastes, rupturas de soportes (sobre carga de trabajo)	Paro del proceso		8	2	7	112	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	3	2	2	12
				4	Ruptura de porta mallas (excedió su vida útil)	Paro del proceso		8	2	7	112	Revisión rutinaria, plan para el mantenimiento	Jefe de producción	2	2	2	8

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 94: Tabla 61. Hoja de decisión RCM equipo: Elevadores

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: ELEVADORES								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O2						
							N1	N2	N3						
1	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Revisión rutinaria	semanal	Operador
1	A	1	S	N	N	S	S	N	N				Ajuste y calibración en los templadores	Mensual	Operador
1	A	2	S	N	N	S	N	N	N				Revisión rutinaria	Semanal	Operador
1	A	2	S	N	N	S	S	N	N				Ajuste de pernos de cangilones	Trimestral	Operador
1	A	3	S	N	N	S	N	N	N				Revisión rutinaria de la faja	Quincenal	Operador
1	A	3	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de faja de elevadores	Anual	Tec. Mantenimiento
1	A	4	S	N	N	S	N	N	N				Revisión del eje	Trimestral	Tec. Mantenimiento
1	A	4	S	N	N	S	N	S	N				Rectificación del eje	Semestral	Tec. Mantenimiento
1	A	5	S	N	N	S	N	N	N				Revisión del motorreductor	Trimestral	Tec. Electricista
1	A	5	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza y lubricado del motorreductor	Trimestral	Tec. Electricista
1	A	6	S	N	S	S	N	N	N				Revisión de rodajes	Quincenal	Operador
1	A	6	S	N	S	S	S	N	N				Lubricación de rodajes	Mensual	Operador
1	A	6	S	N	S	S	N	N	S				Cambio de Rodajes y Chumaceras	Anual	Tec. Mantenimiento
1	A	7	S	N	N	S	N	N	N				Revisión del tambor	Semestral	Tec. Mantenimiento
1	A	7	S	N	N	S	N	N	S				mantenimiento del tambor	Anual	Tec. Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 95: Tabla 62. Hoja de decisión RCM equipo: Compresor.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: COMPRESOR SULLAIR								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
2	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Revisión rutinaria	Semanal	Operador
2	A	1	S	N	N	S	S	N	N				Ajuste y limpieza de la válvula de seguridad	mensual	Operador
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de válvula de seguridad	Anual	Operador
2	A	2	S	N	N	S	N	N	N				Capacitación del personal	Anual	Ing. Mecánico
2	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de manguera	Anual	Ing. Mecánico
2	B	3	S	N	N	S	N	S	S				Cambio de Aceite	Semestral	Tec. Mantenimiento
2	B	4	S	N	N	S	N	S	S				Cambio de filtro de aceite	Semestral	Tec. Mantenimiento
2	B	5	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza de maquinaria	Diario	Operador
2	C	6	S	N	N	S	S	N	N				Revisión del sistema eléctrico	mensual	Tec. Electricista
2	D	7	S	N	N	S	N	S	S				Cambio de filtro de aire	Anual	Tec. Mantenimiento
2	E	8	S	N	N	S	N	S	S				Cambio de filtro separador	Anual	Tec. Mantenimiento
2	E	9	S	N	N	S	N	S	S				Cambio de filtros de línea	Anual	Tec. Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 96: Tabla 63. Hoja de decisión RCM equipo: Selectora por color.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: SELECTORA POR COLOR								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O2						
							N1	N2	N3						
3	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Revisión rutinaria de la máquina	Diario	Operador
3	A	1	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza de la máquina	Diario	Operador
3	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Mantenimiento de actualización	Semestral	Tec. Especialista
3	A	3	S	N	N	S	N	N	S				Revisión del sistema eléctrico	Mensual	Tec. Electricista
3	B	4	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de rutina y cambio	Mensual	Operador
3	B	5	S	N	N	S	N	N	N				Test de eyectores	Semestral	Tec. Especialista
3	C	6	S	N	N	S	N	N	S				Mantenimiento General	Semestral	Tec. Especialista

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 97: Tabla 64. Hoja de decisión RCM equipo: Hidro pulidora.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: PULIDORA DE AGUA								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O2						
							N1	N2	N3						
4	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de rutina	Semanal	Operador
4	A	1	S	N	N	N	S	N	N				Limpieza de maquina	Diario	Operador
4	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de cribas	Trimestral	Operador
4	B	2	S	N	N	S	N	S	N				Rectificado de Botellas	Semestral	Tec. Mantenimiento
4	B	3	S	N	N	S	N	N	N				Mantenimiento de Flauta	Anual	Tec. Mantenimiento
4	C	4	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de filtro de agua	Quincenal	Operador
4	C	5	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de mangueras de agua	Anual	Operador
4	D	6	S	N	S	S	S	N	N				Lubricación de rodajes	Mensual	Operador
4	D	6	S	N	N	S	S	N	S				Cambio de rodajes	Anual	Tec. Mantenimiento
4	E	7	S	N	N	S	S	N	N				Mantenimiento de motorreductor	Trimestral	Tec. Electricista
4	F	8	S	N	N	S	N	N	S				Mantenimiento de sin fin	Anual	Tec. Mantenimiento
4	G	9	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza de ductos	Diario	Operador
4	H	10	S	N	N	S	S	N	N				Regulación de frenos	Semanal	Operador

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 98: Tabla 65. Hoja de decisión RCM equipo: Mesa Pady.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: MESA PADY								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
5	A	1	S	N	S	S	S	N	N				Revisión de rodajes	Mensual	Operador
5	A	1	S	N	S	S	S	N	N				Lubricación de rodajes	Mensual	Operador
5	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodajes	Anual	Tec. Mantenimiento
5	A	2	S	N	N	S	N	N	S				cambio de baquelita	Trimestral	Operador
5	A	3	S	N	N	S	N	N	N				Revisión Rodamientos	Mensual	Tec. Mantenimiento
5	B	4	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza de mallas	Quincenal	Operador
5	B	4	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de mallas	Anual	Operador
5	B	4	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza general de la maquina	Mensual	Operador
5	C	5	S	N	N	S	N	N	S				Mantenimiento de motorreductor	Trimestral	Tec. Electricista

Fuente: Elaboración propia

Anexo 99: Tabla 66. Hoja de decisión RCM equipo: Sin fin pajilla.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: SIN FIN PAJILLA								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
6	A	1	S	N	S	S	N	N	N				Revisión de rodajes	Mensual	Operador
6	A	1	S	N	S	S	S	N	N				Lubricación de rodajes	Mensual	Operador
6	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodajes	Anual	Tec. Mantenimiento
6	A	2	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de eje	Mensual	Tec. Mantenimiento
6	A	2	S	N	N	S	N	S	S				Rectificación de eje	Anual	Tec. Mantenimiento
6	B	3	S	N	N	S	N	S	N				Rectificación de bocinas	Mensual	Tec. Mantenimiento
6	B	4	S	N	N	S	N	S	N				Rectificación de hélices del sin fin	Trimestral	Tec. Mantenimiento
6	C	5	S	N	N	S	S	N	N				Mantenimiento de motorreductores de sin fin	Trimestral	Tec. Electricista
6	C	5	S	N	N	S	S	N	S				limpieza General del sin fin	Mensual	Operador

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 100: Tabla 67. Hoja de decisión RCM equipo: Pulidora cónica Suzuki.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: PULIDORA CONICA SUZUKI								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O2						
							N1	N2	N3						
7	A	1	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza externa de la máquina	Diario	Operador
7	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de la máquina	Diario	Operador
7	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de cribas	Trimestral	Operador
7	A	2	S	N	N	S	N	S	N				Torneado y rellenado de piedra	Semestral	Tec. Mantenimiento
7	B	3	S	N	N	S	S	N	N				Ajuste de frenos	Semestral	Operador
7	B	3	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de frenos	Anual	Tec. Mantenimiento
7	B	4	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de porta frenos	Anual	Tec. Mantenimiento
7	B	5	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de fajas	Anual	Tec. Mantenimiento
7	C	6	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza de ductos	Diario	Operador
7	C	6	S	N	S	S	N	N	N				Revisión de rodajes	Mensual	Operador
7	C	6	S	N	S	S	S	N	N				Lubricación de rodajes	Mensual	Operador
7	D	7	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodajes	Anual	Tec. Mantenimiento
7	D	8	S	N	N	S	N	N	N				Mantenimiento de motorreductor	Trimestral	Tec. Electricista

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 101: Tabla 68. Hoja de decisión RCM equipo: Pre limpia.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: PRE LIMPIA N° 01 Y 02								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
8	A	1	S	N	S	S	N	N	N				Revisión de rodajes	Mensual	Operador
8	A	1	S	N	S	S	S	N	N				Lubricación de rodajes	Mensual	Operador
8	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodajes	Anual	Tec. Mantenimiento
8	A	2	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de cadenas y engranes	Mensual	Operador
8	B	3	S	N	N	S	N	S	N				parchado de ductos	Trimestral	Operador
8	B	4	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza de maquinaria	Diario	Operador
8	C	5	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de mallas	Mensual	Operador
8	C	5	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de mallas	Anual	Tec. Mantenimiento
8	C	6	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza de mallas	Diario	Operador

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 102: Tabla 69. Hoja de decisión RCM equipo: Circuito pajilla.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: CIRCUITO DE PAJILLA								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
9	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Mantenimiento de motorreductor	Trimestral	Tec. Electricista
9	A	2	S	N	S	S	N	N	N				Revisión de rodajes	Mensual	Operador
9	A	2	S	N	S	S	S	N	N				Lubricación de rodajes	Mensual	Operador
9	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodajes	Anual	Tec. Mantenimiento
9	A	2	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de poleas	Semanal	Tec. Mantenimiento
9	B	3	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de planchas internas	Trimestral	Tec. Mantenimiento
9	C	4	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de fajas	Semanal	Tec. Mantenimiento
9	C	4	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de fajas	Anual	Tec. Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 103: Tabla 70. Hoja de decisión RCM equipo: Clasificadores.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)															
Área: Producción							Máquina: CIRCUITO DE PAJILLA								
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
9	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Mantenimiento de motorreductor	Trimestral	Tec. Electricista
9	A	2	S	N	S	S	N	N	N				Revisión de rodajes	Mensual	Operador
9	A	2	S	N	S	S	S	N	N				Lubricación de rodajes	Mensual	Operador
9	A	2	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de rodajes	Anual	Tec. Mantenimiento
9	A	2	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de poleas	Semanal	Tec. Mantenimiento
9	B	3	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de planchas internas	Trimestral	Tec. Mantenimiento
9	C	4	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de fajas	Semanal	Tec. Mantenimiento
9	C	4	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de fajas	Anual	Tec. Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 104: Tabla 71. Hoja de decisión RCM equipo: Rotary system.

HOJA DE DECISIÓN (RCM)																
Área: Producción							Máquina: Rotary SYSTER									
Referencias			Referencias de información				H1	H2	H3	Acción a falta de				Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4				
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O2							
							N1	N2	N3							
11	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de mallas	Mensual	Operador	
11	A	1	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de mallas	Anual	Tec. Mantenimiento	
11	A	1	S	N	N	S	S	N	N				Limpieza de mallas	Diario	Operador	
11	B	2	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de la base	Mensual	Tec. Mantenimiento	
11	B	3	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de soportes	Mensual	Tec. Mantenimiento	
11	B	4	S	N	N	S	N	N	N				Revisión de las portas mallas	Mensual	Tec. Mantenimiento	

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 105: Tabla 72. Mantenimiento de elevadores de cangilones.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Elevador de Cangilones	Calibración, ajuste de faja	10	12	120	2
	Cambio de faja	120	1	120	2
	Ajustar pernos de cangilones	30	4	120	2
	Rectificado eje	60	2	120	2
	Limpieza y rellenado de aceite de motorreductor	15	4	60	1
	Lubricación de rodajes	5	12	60	1
	Cambio de rodajes	120	1	120	2
	Rectificado tambor	120	1	120	2
TOTAL		480	37	840	14

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 106: Tabla 73. Mantenimiento de compresor.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Compresor	Cambio de aceite	20	2	40	0.67
	Cambio de filtro de aire	20	2	40	0.67
	Cambio de filtro de aceite	15	2	30	0.50
	Limpieza y lavado de radiador	20	2	40	0.67
	Cambio de filtro separador	15	1	15	0.25
	Ajustes de válvulas	30	2	60	1.00
	Cambio de filtros de línea	15	1	15	0.25
	Limpieza de sistema eléctrico	30	1	30	0.50
TOTAL		165	13	270	4.5

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 107: Tabla 74. Mantenimiento de Selectora por color.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Selector por color	Test de eyectores	20	2	40	0.67
	Cambio de lámparas	10	1	10	0.17
	Actualización de software	30	2	60	1.00
	Análisis de bandejas	15	2	30	0.50
	Ajuste del estabilizador	15	2	30	0.50
TOTAL		90	9	170	2.83

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 108: Tabla 75. Mantenimiento de hidro pulidora.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Pulidora de Agua	Cambio de fajas	15	1	15	0.25
	Cambio de cribas	20	4	80	1.33
	Rellenado de piedras	20	1	20	0.33
	Engrase de rodajes	10	12	120	2.00
	Cambio de rodajes	120	1	120	2.00
	Cambio de flauta	30	1	30	0.50
	Cambio de botella	20	1	20	0.33
	Cambio de filtros	10	1	10	0.17
TOTAL		245	22	415	6.92

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 109: Tabla 76. Mantenimiento de mesa pady.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Mesa paddy	Cambio de planchas internas	30	1	30	0.50
	Engrase de rodajes	15	12	180	3.00
	Cambio de rodajes	60	1	60	1.00
	Cambio de baquelitas	20	4	80	1.33
TOTAL		125	18	350	5.83

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 110: Tabla 77. Mantenimiento de sin fin pajilla.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
sin fin pajilla	Engrase de rodajes	15	12	180	3.00
	Cambio de rodajes	60	1	60	1.00
	Rectificado de eje	30	1	30	0.50
	Rectificado de Bocina	30	1	30	0.50
	Rectificado de hélices	30	1	30	0.50
TOTAL		165	16	330	5.50

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 111: Tabla 78. Mantenimiento de pulidora cónica Suzuki.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Pulidora de Cónica Suzuki	Cambio de fajas	15	1	15	0.25
	Cambio de cribas	20	4	80	1.33
	Rellenado de piedras	120	1	120	2.00
	Engrase de rodajes	15	12	180	3.00
	Cambio de rodajes	60	1	60	1.00
	Cambio de porta freno	30	1	30	0.50
TOTAL		260	20	485	8.08

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 112: Tabla 79. Mantenimiento de pre limpia.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Pre limpia	Cambio de mallas	120	1	120	2.00
	Cambio de pelotas	10	1	10	0.17
	Cambio de faja	20	1	20	0.33
	Engrase de rodajes	10	12	120	2.00
	Cambio de rodajes	60	1	60	1.00
TOTAL		220	16	330	5.50

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 113: Tabla 80. Mantenimiento de circuito de pajilla.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Circuito	Cambio de fajas	15	1	15	0.25
	Engrase de rodajes	10	12	120	2.00
	Cambio de rodajes	60	1	60	1.00
	Cambio de plancha interna	30	1	30	0.50
TOTAL		115	15	225	3.75

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 114: Tabla 81. Mantenimiento de clasificadores.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Clasificadores	Lavado de cilindros	30	1	30	0.50
	Cambio de paletas	30	1	30	0.50
	Templado de fajas	15	4	60	1.00
	Rectificado de eje	30	1	30	0.50
	Engrasado de rodajes	15	12	180	3.00
	Cambio de rodajes	60	1	60	1.00
TOTAL		180	20	390	6.50

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 115: Tabla 82. Mantenimiento de Rotary syster.

Maquina	Tarea Propuesta	Tiempo (min)	N° de intervención	Tiempo anual de parada (min)	Tiempo anual de parada (hora)
Rotary syster	Cambio de mallas	120	1	120	2.00
	Revisión de base	30	2	60	1.00
TOTAL		150	3	180	3.00

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 116: Tabla 83. Tiempo total de mantenimiento propuesto.

Maquina	Horas paradas antes del mantenimiento	Horas paradas Después del mantenimiento	Tiempo reducido (HORAS)
Elevadores	121.2	14	107.20
Selectora por color	79.3	2.83	76.47
Pulidora de agua	78.7	6.92	71.78
Pulidora Suzuki	61	8.08	52.92
Rotary Syster	44.5	3.00	41.50
Circuito pajilla	43.4	3.75	39.65
Mesa pady	40.5	5.83	34.67
Sin fin pajilla	35.5	5.50	30.00
Compresor	34.5	4.50	30.00
Pre limpia	27.7	5.50	22.20
Clasificadores	25.2	6.50	18.70
TOTAL	591.5	66.42	525.08

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia

Leyenda	
Diario	D
Semanal	S
Quincenal	Q
Mensual	M
Trimestral	T
Semestral	SM
Anual	A

Anexo N° 119: Tabla 86. Actividades de capacitación.

Equipo	Causa - Raíz	Tarea propuesta	Actividad
Elevadores	Mal montaje	Capacitación al Personal	Se capacitará al personal de planta y mantenimiento, en el funcionamiento de la máquina, los ajustes y el cambio de repuesto.
Compresor	Descalibración		
Selectora por color	Descalibración		
Pulidora de agua	Desgastes		
Mesa Paddy	Descalibración		
Sin fin pajilla	Desgastes		
Pulidora Suzuki	Descalibración		
Pre limpia	Desgastes		
Circuito pajilla	Desgastes		
Clasificadores	Descalibración		
Rotary Syster	Descalibración		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 120: Tabla 87. Cronograma de capacitación.

Código	Nombre del curso	Monitor	Horas	Fecha	Lugar	Operarios
C1	Gestión del mantenimiento	Externos	2	Enero	Taller	16
C2	Mantenimiento Preventivo	Externos	2	Febrero	Taller	16
C3	Lubricación y limpieza de equipos	Externos	2	Marzo	Taller	16
C4	Montaje y desmontajes de maquinas	Externos	2	Abril	Taller	16
C5	Herramientas y equipos	Externos	2	Mayo	Taller	16
C6	Análisis de vibraciones	Externos	2	Junio	Taller	16
C7	Electricidad Básica para mecánicos	Externos	2	Julio	Taller	16

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 121: Tabla 88. Costos de herramientas

Herramientas	Cantidad	Precio (S/.)	Total (S/.)
Kit de dados	2	S/ 147.10	S/ 294.20
kit de Llaves	2	S/ 135.90	S/ 271.80
Kit de hexagonales	1	S/ 59.90	S/ 59.90
Aplicador de Grasa	1	S/ 99.90	S/ 99.90
Amoladora	1	S/ 279.90	S/ 279.90
Taladro	1	S/ 350.00	S/ 350.00
Atornillador	1	S/ 250.00	S/ 250.00
TOTAL			S/ 1,605.70

Fuente: Sodimac.

Anexo N° 122: Tabla 89. Costos de materiales y/o repuestos

Máquina	Materiales y/o Repuestos	Unidad de medida	Cantidad anual	Precio Unitario (S/.)	Total (S/.)
Elevador de cangilones	Faja Porta Cangilones	metros	1	S/ 134.76	S/ 134.76
	Tuercas completas	Unidad	100	S/ 0.48	S/ 48.00
	Aceite de Motor	Litro	1	S/ 45.00	S/ 45.00
	Rodajes	Unidad	2	S/ 145.00	S/ 290.00
	Chumaceras	Unidad	2	S/ 170.00	S/ 340.00
	Grasa industrial	Kilogramos	2	S/ 60.00	S/ 120.00
Compresor	Trapos industriales	Kilogramos	4	S/ 4.00	S/ 16.00
	Aceite	Litro	3	S/ 96.00	S/ 288.00
	Filtro de aire	Unidad	2	S/ 277.00	S/ 554.00
	Filtro de aceite	Unidad	2	S/ 225.00	S/ 450.00
	Filtro separador	Unidad	1	S/ 356.00	S/ 356.00
	Válvulas	Unidad	4	S/ 150.00	S/ 600.00
	Filtros de línea	Unidad	3	S/ 330.00	S/ 990.00
Selector por color	Trapos industriales	Kilogramos	3	S/ 4.00	S/ 12.00
	Eyector	Unidad	1	S/ 225.00	S/ 225.00
	Lámparas	Unidad	2	S/ 150.00	S/ 300.00
	software de actualización	Unidad	2	S/ 200.00	S/ 400.00
Pulidora de agua	Espátulas	Unidad	6	S/ 9.00	S/ 54.00
	Fajas	Unidad	3	S/ 37.00	S/ 111.00
	Cribas	Unidad	8	S/ 150.00	S/ 1,200.00
	Piedras	Unidad	1	S/ 800.00	S/ 800.00
	Rodajes	Unidad	2	S/ 700.00	S/ 1,400.00
	Frenos	Unidad	4	S/ 150.00	S/ 600.00
	Grasa industrial	Kilogramos	1	S/ 60.00	S/ 60.00
	Trapos industriales	Kilogramos	3	S/ 4.00	S/ 12.00
Mesa paddy	Mallas	unidad	3	S/ 250.00	S/ 750.00
	Grasa industrial	Kilogramos	1	S/ 60.00	S/ 60.00
	Baquelitas	Unidad	8	S/ 70.00	S/ 560.00
Sin fin pajilla	Rodajes	Unidad	2	S/ 135.00	S/ 270.00
	Grasa industrial	Kilogramos	1	S/ 60.00	S/ 60.00
Pulidora Cónica Suzuki	Cribas	Unidad	16	S/ 75.00	S/ 1,200.00
	Recetadores	Unidad	8	S/ 25.00	S/ 200.00
	Frenos	Unidad	8	S/ 150.00	S/ 1,200.00
	Fajas	Unidad	12	S/ 37.00	S/ 444.00
	Rodajes	Unidad	2	S/ 156.00	S/ 312.00
	Grasa industrial	Kilogramos	1	S/ 60.00	S/ 60.00
Pre Limpia	Mallas	Unidad	2	S/ 225.00	S/ 450.00

	Escobillas metálicas	Unidad	4	S/ 4.50	S/ 18.00
	Pelotas de goma	Unidad	500	S/ 0.25	S/ 125.00
	Rodajes	Unidad	2	S/ 225.00	S/ 450.00
	Chumaceras	Unidad	2	S/ 200.00	S/ 400.00
	Fajas	Unidad	2	S/ 45.00	S/ 90.00
	Grasa industrial	Kilogramos	1	S/ 60.00	S/ 60.00
Circuito	Faja	Unidad	1	S/ 32.00	S/ 32.00
	Rodajes	Unidad	1	S/ 180.00	S/ 180.00
	Electrodo de soldadura	Kilogramos	2	S/ 16.90	S/ 33.80
	Grasa industrial	Kilogramos	1	S/ 60.00	S/ 60.00
Clasificadores	Paletas	Unidad	50	S/ 2.50	S/ 125.00
	Faja	Unidad	8	S/ 27.00	S/ 216.00
	Rodajes	Unidad	2	S/ 250.00	S/ 500.00
	Trapos industriales	Kilogramos	3	S/ 4.00	S/ 12.00
	Escobillas metálicas	Unidad	4	S/ 4.50	S/ 18.00
Rotary Syster	Mallas	Unidad	2	S/ 280.00	S/ 560.00
	Electrodo de soldadura	Kilogramos	2	S/ 16.90	S/ 33.80
	Porta mallas	Unidad	2	S/ 50.00	S/ 100.00
	Grasa industrial	Kilogramos	1	S/ 60.00	S/ 60.00
	Trapos industriales	Kilogramos	2	S/ 4.00	S/ 8.00
TOTAL					S/ 18,053.36

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 123: Tabla 90. Resumen de los costos de la propuesta.

Descripción	Costos anuales (S/.)
Costos de herramientas	S/ 1,605.70
Costos de materiales y/o repuestos	S/ 28,053.36
Costos de capacitaciones	S/ 2,500.00
TOTAL	S/ 32,159.06

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla nos muestra los costos totales de la propuesta, que tenemos un total de S/. 2,159.06.