

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



Rediseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento para aumentar el nivel de servicio en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.

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

AUTOR

Joselin Tais Fernandez Tello

ASESOR

Luis Eduardo Vertiz Diaz

<https://orcid.org/0009-0004-1517-8175>

Chiclayo, 2025

**Rediseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento para aumentar
el nivel de servicio en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.**

PRESENTADA POR
Joselin Tais Fernandez Tello

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Joselito Sanchez Perez
PRESIDENTE

Jose Alberto Echeverria Carrillo
SECRETARIO

Luis Eduardo Vertiz Diaz
VOCAL

Dedicatoria

Mi investigación la dedico primeramente a mis padres Julio Fernandez y Magdaly Tello por su enorme sacrificio que me han permitido acceder a la educación y estudios superiores, y a mi hermana por haberme apoyado emocionalmente.

A mis abuelos maternos como paternos, por su apoyo incondicional pero especialmente a mi abuelita Jovita Olivera Cardozo que me cuida y me bendice desde el cielo.

A mi asesor el Ing. Luis Eduardo Vértiz Diaz, por haber sido mi mentor para la elaboración y finalización de esta investigación.

Agradecimientos

Primero, agradecer a Dios por haberme dado la salud y sabiduría durante toda mi trayectoria universitaria y culminar satisfactoriamente mis estudios, lo cual me motiva a seguir superándome cada día.

A mis padres por confiar en que llegaría lejos y estar presente en momentos malos como buenos.

A mi enamorado, Gerardo Farfán por amanecerse conmigo en los trabajos y brindarme la motivación para nunca rendirme.

A mis docentes, por todas sus enseñanzas brindadas, dedicación y consejos ofrecidos dentro de las aulas, por conducirme en este camino para el logro de este sueño.

SUSTENTACIÓN FERNANDEZ TELLO. ARTICULO.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

4%

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

4

www.sandiego-cesar.gov.co

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1%

8

Submitted to Universidad Tecnica De Ambato-
Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE

Trabajo del estudiante

<1%

Índice

Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción	8
Revisión de literatura.....	10
Materiales y métodos.....	14
Resultados y discusión.....	16
Conclusiones	36
Recomendaciones.....	37
Referencias.....	38
Anexos	43

Resumen

Servicio Agrícola Latino S.A.C., es una empresa moderna en la industria molinera dedicada a pillar y comercializar arroz. Actualmente manifiesta niveles bajos de servicio del orden de 85,1% principalmente a causa de que la gestión de mantenimiento es del tipo correctiva lo que conlleva a que los pedidos de sacos de arroz no sean entregados a tiempo ya que se produce menos de lo que el mercado demanda. Por ello, se planteó como objetivo general mejorar el nivel de servicio con el rediseño de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C. Dicho rediseño se centró en la definición de los objetivos, alcance, política y demás puntos esenciales para implementar un mantenimiento preventivo de primera línea utilizando herramientas como el análisis de criticidad, árbol de fallas, plan de mantenimiento, cronograma de mantenimiento y evaluación de escenarios. Con estas mejoras, el nivel de servicio se incrementó al 91%; lo que resultaría en un aumento de 30 388 sacos producidos; por ende, un aumento en los indicadores de MTBF de 30,37 h, disponibilidad de 85,16% y un MTTR de 1,98 h. Finalmente, la evaluación económica del rediseño mostró un VAN de S/ 9 558,59, TIR del 68,48% teniendo un periodo de recuperación de la inversión (PRI/Payback) de 2,31 años resultando considerablemente viable.

Palabras clave: mantenimiento, sistema de gestión, nivel de servicio

Abstract

Servicio Agrícola Latino S.A.C. is a modern company in the milling industry dedicated to milling and marketing rice. It currently has low service levels of 85,1%, mainly due to the fact that maintenance management is of the corrective type, which means that orders for sacks of rice are not delivered on time because less is produced than the market demands. Therefore, the general objective was to improve the level of service with the redesign of a maintenance management system in the company Servicio Agrícola Latino S.A.C. This redesign focused on defining the objectives, scope, policy and other essential points to implement a first-line preventive maintenance using tools such as criticality analysis, fault tree, maintenance plan, maintenance schedule and scenario evaluation. With these improvements, the service level was increased to 91%, which would result in an increase of 30 388 bags produced; therefore, an increase in the MTBF indicators of 30,37 h, availability of 85,16% and an MTTR of 1,98 h. Finally, the economic evaluation of the redesign showed an NPV of S/ 9 558,59, IRR of 68,48% and a payback period of 2,31 years, making it considerably viable.

Keywords: maintenance, management system, service level

Introducción

La industria molinera ha desempeñado un papel significativo en el procesamiento de producción de arroz. Por esta razón, las empresas en general llevan a cabo actividades de mantenimiento para asegurarse, que las máquinas de producción sean fiables y eficientes. Esto permite planificar eficazmente las tareas y evitar averías o paradas de producción. Según un estudio, el costo de los servicios de mantenimiento para el año 2022 alcanzó en total de 549,8 mil millones de dólares, donde el principal centro con mayores problemas de mantenimiento es el continente asiático debido al constante desarrollo de las industrias manufactureras en países en desarrollo [1].

Asimismo, en 2023, un 34 % de las empresas en Estados Unidos sufrieron gastos entre el 1 y el 20 % de su presupuesto de operaciones para ejecutar trabajos mantenimiento de equipos y suministros, por lo que aproximadamente el 88% subcontratan [2]. Por su parte, en Ecuador, de enero a octubre del mismo año realizaron en total 900 mantenimientos preventivos y correctivos en todas sus unidades [3].

En nuestro país, se observa que el arroz dentro de la industria molinera ocupa la mayor parte de áreas de cultivo. Según el MIDAGRI, la producción de arroz para el periodo 2023 tuvo en total 1,9 millones de ton cuyo precio en chacra equivalía en total 1,33 soles el kg, con un espacio de pilado de 991,9 ton/h [4] . Donde únicamente el 75% de las compañías en nuestro país, dedicadas al rubro son responsables de sus áreas y equipos generando alrededor de 250 millones de soles al año [5].

Tal es el caso de la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C., el cual está ubicada en Ferreñafe, identificado con el RUC 20510871783, es una empresa moderna en la industria molinera dedicada a pilar y comercializar arroz. Dicha empresa lleva a cabo sus trabajos de producción en dos jornadas de 9 h cada una, operando durante 6 días a la semana, desde lunes hasta sábado. Actualmente, la empresa reporta un indicador de 85,1% de eficiencia de planta, la cual está conformada principalmente por 20 equipos para el proceso productivo; de los cuales los que tienen un rol crítico son el Elevador de cangilones, Descascaradora, Despedradora y Destroncadora.

En cuanto a la gestión de mantenimiento actual, la entidad desarrolla mantenimientos correctivos, a la vez no cuenta con operarios y personal de mantenimiento capacitado para realizar dicho trabajo, del mismo modo las actuales actividades de mantenimiento son desarrolladas por el supervisor el cual es el jefe de planta. Como resultado, los niveles de servicio de la planta por mes se encuentran alrededor del 81,79%, debido a las paradas de la línea de producción y las averías en dichas máquinas.

En consecuencia, con lo expuesto, el mantenimiento actual presenta condiciones de mejora en el desempeño de las máquinas de producción, donde se registraron un total de 202 averías, lo que representa una duración total de 846,3 h. Esto debido a la falta de un sistema eficiente para controlar dichas fallas y permita llevar a cabo una planificación de las tareas y recursos correctos para evadir cualquier falla de producción, de igual forma atender con la demanda.

Acto seguido, se formuló la siguiente pregunta relativa al problema: ¿Cómo influye el rediseño de un sistema de gestión de mantenimiento en el nivel de servicio en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.? En efecto, se decidió como objetivo general: mejorar el nivel de servicio con el rediseño de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C. y como objetivos específicos: diagnosticar la situación actual y la gestión de mantenimiento en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C., rediseñar de un sistema de gestión de mantenimiento para aumentar el nivel de servicio en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C. y evaluar económicamente la propuesta de rediseño de mantenimiento.

Se justifica esta investigación desde el entorno social, debido a que la realización de este estudio es sumamente importante, dado que, se dará solución a los problemas que presentan las empresas locales y nacionales de molinos de arroz dedicados al pilado y otras empresas a fines, permitiendo planificar las tareas de mantenimiento, ya que se simulará la cantidad de producción obtenida como consecuencia de las paradas en las máquinas.

Asimismo, se justifica el aporte teórico debido a que se logró solucionar la incógnita que se presentaba en la empresa por medio de la aplicación de un sistema de gestión de Mantenimiento, donde dichas mejoras permitirán asegurar un aumento en el nivel de servicio y por ende permitirá que los indicadores de mantenimiento aumenten sin que se paren en repetidas ocasiones.

Finalmente, desde lo que respecta a lo económico mediante la aplicación de dicho sistema se logrará simular los trabajos de mantenimiento antes de que ocurra algún fallo, lo que resulta en la reducción de los costos de mantenimiento y un aumento en la producción. También cabe mencionar que va a permitir que las paradas disminuyan considerablemente y por ende mejorará la rentabilidad.

Revisión de literatura

Antecedentes

De acuerdo con E. Alvarado y L. Sabando [6], en su investigación titulada “*Sistema de gestión de mantenimiento basado en confiabilidad. caso de estudio: planta de tratamiento de agua empresa DIALILIFE*”, utiliza una exploración basada en RAM que posibilita el establecimiento de los indicadores técnicos de mantenimiento. Esto dio como resultado una reducción de 96 h en el tiempo de reparación [MTTR] entre septiembre de 2020 y febrero de 2021; un incremento en el MTBF de 8,16 h; un incremento en la frecuencia de control en 72 h; y la aplicación de tácticas de exploración y estimación utilizando RAM cada 30 días. Esto significa una reducción de 4 h o MTTR, lo que se traduce en un capital de \$ 630 al mes al reducir los periodos de inactividad.

De acuerdo con T. Castillo [7], en su investigación titulada “*Mantenimiento preventivo para potenciar el nivel de satisfacción al cliente en el sector automotriz de Piura, Perú*”, este trabajo propone adoptar la gestión del mantenimiento preventivo como objetivo, de aumentar el nivel de atención al cliente en la industria automotriz, mediante el método cuantitativo y diseño preexperimental. Se elaboró e implementó planes de mantenimiento preventivo, así como programas de capacitación y el empleo de métodos 5S. Se concluyó que la satisfacción del cliente fue un 26% mayor en la industria automotriz que en los resultados preliminares. La distribución "T-estudiante" resulto un valor de t al final de 2, lo que indica que mediante la propuesta en la investigación es aprobatorio.

De acuerdo con Ninatanta y Vásquez [8], en su investigación titulada “*Confiabilidad en el rendimiento de las máquinas de producción gracias al plan de mantenimiento preventivo*”, tiene como objetivo conocer el impacto de un plan de mantenimiento preventivo en la fiabilidad de la maquinaria de producción en un molino. El valor inicial del nivel de servicio fue de 0,72, los valores del MTBF y MTTR fueron de 3,14 y 0,48, respectivamente. Encontrándose como parámetro la eficiencia global de los equipos (OEE), arrojando una efectividad de 58,74%. Fue posible determinar una variación porcentual del 16,49% en la fiabilidad, lo que demuestra una mejora significativa del indicador; el nivel de servicio antes de la prueba fue del 0,724%, y el nivel después de la prueba fue del 0,848%.

De acuerdo con Mosqueira y Garcia [9], en su investigación titulada *“Propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento para reducir los costos operacionales en la empresa industria Molinera Bustamante E.I.R.L”*, plantea como objetivo general crear una propuesta para las zonas de producción y mantenimiento a fin de disminuir los importes en la empresa molinera. En términos generales, dichos costos han disminuido en un porcentaje equivalente a 64,28%, es decir S/ 307 858,58 por año, y un 72,88% para la siguiente área, es decir S/539 543,61 por año. Seguidamente se efectuó una investigación con el fin de corroborar que dicho análisis realizada es factible, puesto que se obtuvo un VAN de S/ 682 652,72, tasa interna de retorno de 66,05% y un beneficio costo de 2,24.

De acuerdo con Garcia [10], en su investigación titulada *“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA alimentos S.A.”*, puso en marcha un plan de mantenimiento preventivo durante la evaluación de los equipos del proceso productivo con el propósito de aumentar la disponibilidad de la empresa. Al completar las actividades planificadas, la disponibilidad aumentó del 71,4% al 96%, pasando del 97,14% desde el primer mes hasta octubre a un 99,36%. Esto se define en un decrecimiento del nivel de servicio del 82,8% al 92,8%, lo que indica que la empresa está satisfecha con los clientes atendidos.

De acuerdo con Garay y Maceda [11], en su investigación titulada *“Aplicación de la metodología TPM para reducir los retrasos en los pedidos en una empresa fabricante de etiquetas”*, como consecuencia de dicha propuesta, se simula el sistema y se obtiene un resultado del 92,02%, es decir, 515 min, en términos de tiempo. Por el contrario, el tiempo de entrega de los paquetes aumentó un 83,58%, y el de devolución, un 66,67%. Donde se redujeron el tiempo de 35 h a 8,58 h, y el tiempo mínimo para el proveedor es de 240 min. En definitiva, mediante la validación económica del proyecto se obtuvo un VAN de \$ 306 493,00 un TIR del 74%, una tasa interna del retorno del 10% y una relación B/C del 220%.

De acuerdo con Minteh [12], en su investigación titulada *“Assessment of the impact of preventive maintenance strategy on reliability indicators of a rice combine harvester in the Gambia”*, la tasa de fallos de la máquina fue del 0,889% en diciembre de 2015, su MTBF osciló entre 1,13-17,3 h, su MTTR entre 0,8h-5,63 h, como su disponibilidad mecánica varió entre la más alta registrada en junio de un 94% y la más baja registrada en junio del siguiente año de 44%. Esto ha llevado a plantear una nueva

estrategia basado en la condición (CBM), que ha aumentado los indicadores de fiabilidad; el número de fallos disminuyó entre 0,014- 0,033, el MTBF aumentó entre 30,63h- 70,02h, el MTTR decreció en 0,62- 0,79 h, y la disponibilidad mecánica incrementó entre el 98% - el 99%.

De acuerdo con E. Bravo, J. Alfaro, R. Gutierrez, D. Zelada, C. Mendoza, J. Cevallos y J. Deza [13], en su investigación titulada “*Proposal for improvement through the application of the total productive maintenance methodology to the maintenance services of the sag mills*”, se plantea como finalidad conocer el efecto del método de mantenimiento total de la producción con respecto los servicios de mantenimiento en la organización. Los métodos de recogida de datos utilizados en este estudio; la observación, investigación y mantenimiento. La aplicación del método de mantenimiento de productividad total posee un efecto positivo en las actividades de mantenimiento, resultando en un capital anual de S/ 350 000,00. Por lo que se deduce que el proyecto de mejora del servicio de mantenimiento en el molino es factible visto que utiliza indicadores de evaluación con una tasa de descuento del 15%, comparable al VAN de S/ 600 343,35 y TIR de 430%.

De acuerdo con R. Fornés [14], en su investigación titulada “*Sistemas de gestión en mantenimiento: propuesta de un TPM en una empresa productora de marcos y molduras de la región*”, expone un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) por la deficiencia del criterio disponibilidad en maquinaria, equipos y formación. Actualmente resulta en un 76% de máquinas disponibles, un 78% para equipos, 42% en formación y costes medios mensuales de \$ 15 260 y \$ 1 860 respectivamente. Para disponer dicho programa actualizado, el objetivo se basa en implantar un conjunto sugerido de actividades de mantenimiento utilizando la metodología de la investigación. De esta manera, se aportó un plan de cuidado consistente mediante una serie de herramientas.

De acuerdo con Sean y Riseborough [15], en su investigación titulada “*Increasing Operational Service Levels Using Preventative Maintenance Optimization Strategies: A Case Study of the LINK APM System at Toronto Pearson International Airport*”, propone iniciativas de optimización donde utilizan el sistema LINK APM como caso de estudio para debatir los requisitos necesarios para una implantación eficaz de la PMO, incluidas las estrategias de mantenimiento combinadas con la comunicación organizativa. El valor de disponibilidad del sistema es una media del 99,68%, mostrando una tendencia creciente para los años 2011 a 2014 y alcanzando el 99,75% para los años 2015 y 2017.

Por lo tanto, el aumento de la disponibilidad del servicio supone un incremento aproximado del 10 % en comparación con el valor de referencia contractual del 99,5 %.

Bases teóricas

Mantenimiento

Se define como la unión de procedimientos que están dirigidos en buscar que todos los equipos, maquinas e instalaciones se encuentren en buenas condiciones de servicio. Cuya finalidad es evitar que se produzcan las fallas mecánicas o paradas repetitivas por lo cual se enfoca en verificar el estado adecuado de los equipos, aplicando técnicas estadísticas, metodologías de investigación, entre otras [16].

Indicadores de mantenimiento

Confiabilidad

Es la posibilidad de que los equipos desempeñen su función específica en buenas condiciones en un plazo determinado [17].

$$\text{confiabilidad} = \frac{\sum \text{Horas de operacion}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas detectadas}}$$

Mantenibilidad

Es expresado cuantitativamente por medio del tiempo utilizado en efectuar el mantenimiento del equipo para volver a funcionar, cuando la maquina ha sufrido una avería o falla [18].

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo de averias}}{\text{N}^\circ \text{ de averias}}$$

Disponibilidad

Hace referencia a la probabilidad de tiempo durante el cual un equipo se encuentra funcionando o en espera de funcionar con las condiciones adecuadas durante el proceso en el momento necesitado, en pocas palabras permite saber que tan operativa es la máquina [18].

$$\text{Disponibilidad} = \frac{H. \text{operativas} - H. \text{inoperativas}}{H. \text{operativas}} \times 100$$

Árbol de fallas

El concepto de árbol de fallas hace referencia al diagrama lógico para ver las probabilidades de las distintas causas y sus defectos, por lo que su estudio se fundamenta en arboles de fallos y modos. [19].

CTR

Proceso o mecanismo ágil y sencillo de estudio semicuantitativo, que se obtiene del producto entre la frecuencia y la severidad de un fallo [20]. Cuyo modelo final se evidencia a continuación:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA))$$

Análisis de criticidad

Se refiere a asignar a los activos una calificación de criticidad. Para determinar la criticidad de cada uno de las máquinas, se seleccionan los datos totales de causas o problemas principales. [21]. Finalmente se evaluará de acuerdo a una tabla de ponderaciones de acuerdo a todos los equipos de evaluación para la elaboración de dicho análisis.

Nivel de servicio

Un indicador de probabilidad esperada de no tener sobrantes en inventario donde requiera vender para no obtener perdidas [22]. Por lo cual se halla de la siguiente forma:

$$Nivel\ de\ servicio = \left(\frac{Demanda\ atendida}{Demanda\ total} \right) \times 100$$

Materiales y métodos

Se concluyó que dicho estudio es tipo descriptivo, dado que abarca el estado de la gestión del mantenimiento en Servicio Agrícola Latino S.A.C. Para [23], la investigación descriptiva se enfocó exclusivamente en medir o recuperar información independientemente, cuyo propósito no es determinar la relación entre ellos. Esto significa que se aplicó las técnicas o métodos para solucionar la problemática de la empresa, además la investigación resultó ser de carácter aplicada, ya que se llevó a cabo escenarios de mejora que permitió extrapolar y la comparación a la problemática de estudio. Finalmente, resultó el grado de investigación cuantitativo debido que se recolectó y se analizó la información, que proporcionó datos medibles para la elaboración del investigador. Respecto a los meses de enero a diciembre de 2023, las áreas de producción de la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C. determinan aquella población en cuestión, dado que la muestra no es estadísticamente significativa, no se utilizó ninguna técnica estadística. Seguidamente se elaboró la matriz de operacionalización de variables (Anexo 1) y además se utilizaron implementos para el acopio de datos evidenciados en el (Anexo 2).

Para establecer el diagnóstico y la gestión de mantenimiento de la empresa, se procedió ejecutar un análisis documental mediante una fuente de registros de data histórica, en cuanto al proceso actual de preservación de los equipos. A continuación, se examinaron las especificaciones técnicas de cada maquinaria, la producción de sacos que se obtuvo en 2023, se identificaron las fallas y paradas de la maquinaria (Anexo 3) utilizando tablas de Excel [24], la medición de las variables de mantenimiento, y en última instancia el indicador dependiente en la empresa. Se concluyó con un diagrama de Ishikawa, que mostraba el problema y sus causas para proceder a la propuesta de rediseño para luego proceder a realizar diagrama de Pareto (Anexo 4).

Para la elaboración de la propuesta de rediseño, se elaboró sistema de gestión de mantenimiento [14], donde se usó el análisis de criticidad realizando una priorización de estos equipos con un diagrama de Pareto. Asimismo, se desarrolló el árbol de fallas de los 4 equipos críticos detallando las causas que generan que los equipos se averíen, a la vez se integró los planes de mantenimiento donde la información fue obtenida por parte del fabricante de las máquinas, el cronograma de dicho plan de mantenimiento explicando los pasos de mantenimiento para disminuir los tiempos de paradas. Finalmente, se evaluaron tres escenarios (conservador, medio y optimista) para obtener una mayor producción y a la vez aumentar el indicador clave de la variable dependiente como; con el objetivo de pasar de un mantenimiento correctivo a uno preventivo.

Para evaluar económicamente la propuesta se utilizó los indicadores económicos, que van desde el flujo de la caja. Asimismo, en cuanto a la inversión indispensable para guiar a cabo la propuesta, se considera un plan de capacitación al personal; con respecto a los costos operativos se tienen en cuenta los cuatro planes de mantenimiento de los equipos, como el costo de herramientas y materiales. Por último, se realiza el cálculo de la TMAR, utilizando como factor de riesgo medio la tasa de inflación del BCRP del año en curso. A continuación, se realizan los cálculos VAN y TIR [25], y se determina el beneficio-costos [26].

Resultados y discusión

Resultados

Diagnosticar la situación actual y la gestión de mantenimiento en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Diagnóstico de la situación actual

Procesadora de arroz con aproximadamente 15 años de vigencia en el mercado como primeros en la industria molinera. Su misión es cultivar y comercializar arroz proporcionando a los agricultores apoyo técnico y financiero para garantizar un producto de alta calidad. Identificado con el RUC 20510871783, se encuentra ubicada en Ferreñafe. Esta empresa trabaja 6 días a la semana, de lunes a sábado, y completa sus tareas producción en dos jornadas de 9 horas.

Dispone de 16 colaboradores en distintas áreas de la empresa (Anexo 5), de los cuales para el área de producción existen 12 operarios cuyos grados de estudios en la mayoría son técnicos y a la vez no capacitados, todo ello se evidencia en la problemática actual. Además, posee un total de 20 máquinas con sus respectivas fichas técnicas que son fundamentales para la elaboración del producto principal.

La situación actual con respecto a estos equipos es que presentan consistentemente errores y averías imprevistas, lo cual es ocasionado por una limpieza inadecuada o en pocas palabras a un mantenimiento inadecuado, de igual forma, por el uso inadecuado de la información proporcionada por las especificaciones técnicas que, diariamente, se averían, lo cual dificulta la producción del producto (Anexo 6, 7,8 y 9).

A partir de los datos recopilados por la empresa, se elaboró el siguiente cuadro evidenciado en el (Anexo 10) de la producción. Incluye la demanda y la demanda insatisfecha para 2023, lo que indica que existe una pérdida de ingresos no percibidos de S/ 151 245,00 a causa de los paros por fallos repetitivos.

Se evidencia un registro total de fallas y paradas de cada uno de las máquinas en el año 2023. Donde se confirma que el elevador de cangilones es el aparato que presenta más caídas, con un total de 25 y un tiempo total de 56 h, seguido de la descascaradora que tiene 23 fallas y un tiempo total de 56,03 h. Finalmente, la Mesa paddy que tiene un total 22 fallas y un tiempo total de 70,5 h. Representan el tiempo total de paradas de 686,1 h. Asimismo para los meses de enero a diciembre de ese mismo año se obtuvo un total de 846,3 h paradas mensuales que se presentan en cada uno de los meses (Anexo 3 y 11); lo que se traduce en costos de mantenimiento de S/ 61 204,18 (Anexo 12).

Diagnóstico de la gestión de mantenimiento

Desarrolla actividades correctivas posteriores al fallo, lo que significa que no se ha implantado correctamente; por lo tanto, las actividades de mantenimiento no se planifican y no existen herramientas para la intervención de dichas maquinarias en el transcurso de la producción. Por lo tanto, cuando se comete un error, se toman medidas correctivas, con períodos de reparación y parada de la planta en función del tipo de error.

Por lo que actualmente cuando ocurre un evento, se informa inmediatamente al jefe de planta sobre dicho problema quien luego de revisar lo sucedido, evalúa repuestos y acciones, provocando paradas excesivas en las líneas de producción ya que el mismo personal de la empresa tiene que ir hacia las tiendas para realizar la compra y automáticamente el jefe de planta de el visto bueno; es en ese momento donde se llena un informe de mantenimiento de equipos (Anexo 13) para evidenciar como se encuentran. Cabe recalcar que no existe personal capacitado de mantenimiento por lo que para las tareas sobre las fallas es el mismo jefe de planta y por el contrario para máquinas complicadas lo realiza una empresa externa.

Con respecto a los indicadores de mantenimiento actual se evaluarán en los meses ya mencionados, tomando como datos las horas programadas, fallas y el tiempo en paradas (h). Con respecto al indicador de confiabilidad, se evidencia (Anexo 14) que los picos de producción de mayo, junio y julio de 2023 se asociaron con indicadores de confiabilidad en la parte superior de la media, con valores MTBF de 20 h. Además, los puntos con menor producción en noviembre y diciembre tenían relación con el indicador de disponibilidad con la evaluación más baja, por menos de 20 h.

Esto quiere decir que durante dicho año la confiabilidad del equipo resultó en 16,46 h. Por otro lado, el comportamiento del indicador de mantenimiento (MTTR), que evaluaba el tiempo medio necesario para reparar obtuvo una media de 4,19 h de reparación por caídas como se puede evidenciar en el (Anexo 15). Finalmente, el indicador de disponibilidad en la línea de producción con respecto a los sacos; se ha determinado que la disponibilidad actual de la planta es del 74,54% (Anexo 16).

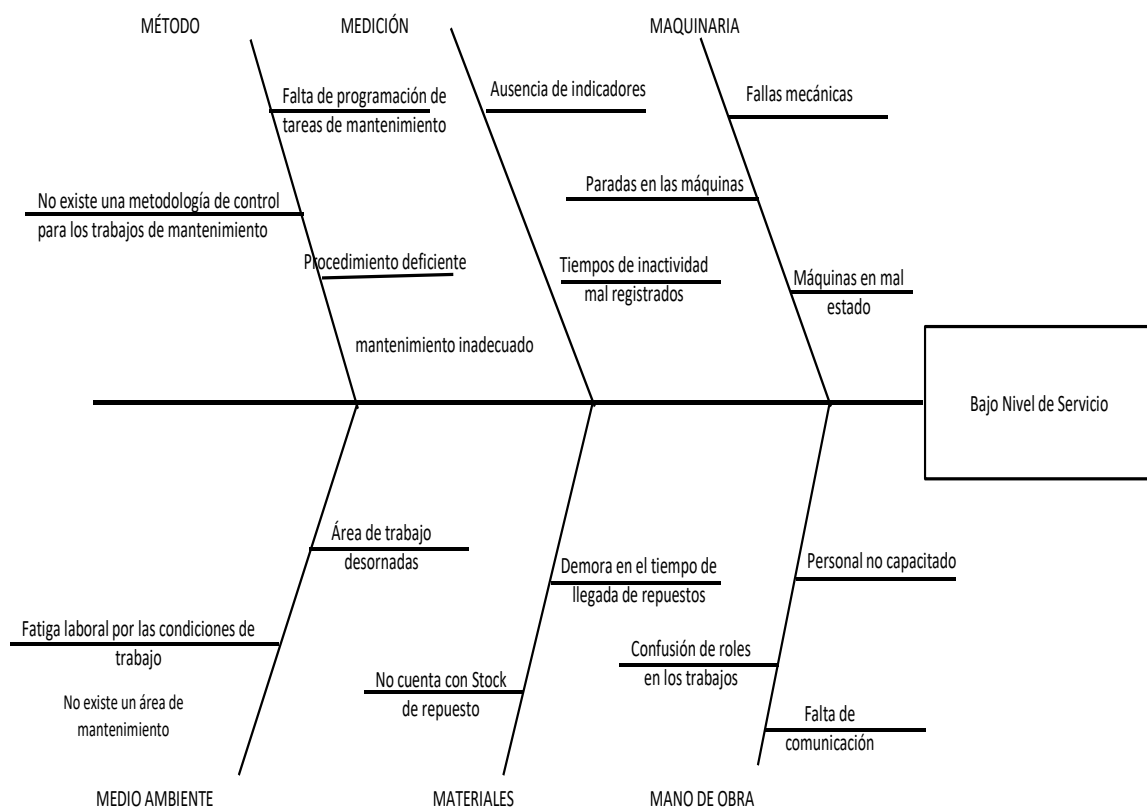
Como se contempla en la Tabla 1, como variable dependiente arroja un valor de 81,79%, esto quiere decir; que los niveles de servicio quedaron por debajo de lo deseado cuyos rangos se encuentran entre 85% y 95% según Moreno [27] en pocas palabras esto significa que no se está logrando satisfacer todas las demandas solicitadas. El diagnóstico situacional contempla distintos indicadores que dan sustento a la variable dependiente los cuales pueden observarse en esa misma tabla.

Tabla 1: Resumen de indicadores actuales en el periodo 2023

Indicadores	Actual
Horas programadas	3324
Horas de parada	846,3
Fallas	202
Disponibilidad	74,54%
Confiabilidad	12,27
Mantenibilidad	4,19
Producción	27179
Nivel de servicio	81,79%

Fuente: Elaboración propia

Por último, para terminar el diagnóstico del primer objetivo se procese a realizar el diagrama de Ishikawa que muestra el problema y sus causas para proceder a la propuesta de rediseño; en base a la variable dependiente con sus respectivos indicadores. Respectivamente se procedió a la realización de un diagrama de Pareto con respecto a la variable dependiente donde se evidencia las causas fundamentales considerando en total las 5 primeras (Anexo 4) mencionados anteriormente.

**Figura 1: Diagrama de Ishikawa**

Fuente: Elaboración propia

Rediseñar un sistema de gestión de mantenimiento para aumentar el nivel de servicio en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Rediseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento

Para la ejecución del objetivo dos, se basó en el rediseño del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa, con el propósito de asegurar confiabilidad en los equipos extendiendo su tiempo de vida y de igual forma gestionar las operaciones de mantenimiento para hacerlos más eficientes mediante la planificación de tareas eludiendo las fallas o paros en la línea de producción. Para ello se muestra el flujograma del proceso de mantenimiento que se realiza en el equipo (Anexo 17: Flujograma del mantenimiento preventivo)

Sistema de Gestión de Mantenimiento

Para dicho punto abarcan distintos elementos que son esenciales para la mejora en distintos indicadores, reduciendo su tiempo de inactividad como se observa a continuación la siguiente enumeración.

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	CODIGO: SGMP_01 VERSIÓN: 01 FECHA REVISIÓN: 10/11/2024
---	--	---

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CODIGO: SGMP_01 VERSIÓN: 01 FECHA REVISIÓN: 10/11/2024
---	---	---

1. OBJETIVO

La presente documentación tiene como propósito brindar orientación e información acerca del Sistema de Gestión de Mantenimiento orientado esta última con la mejora continua; realización de los objetivos, política de mantenimiento y demás puntos fundamentales para la ejecución de las tareas y actividades en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.

2. ALCANCE

El alcance de la presente documentación engloba todas las actividades relacionadas con el personal, la maquinaria y el proceso de producción de arroz en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.

3. DEFINICIONES

Mantenimiento Preventivo: Hace referencia a toda actividad planificada esto quiere decir a una serie de tareas planificadas para preservarlos en buen estado y por ende la máquina continúe su funcionamiento.

Mantenimiento Correctivo: Toda aquella actividad que se realiza una vez la máquina se haya averiado.

Gestión de mantenimiento: Conjunto de elementos involucrados para el logro de los objetivos con respecto a la planificación de las tareas de mantenimiento.

Avería: Daño que presenta un equipo debido a cualquier interrumpiendo en el proceso que paraliza el funcionamiento de dicho equipo.

4. APLICACIÓN

Empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.

5. POLÍTICA DE MANTENIMIENTO

Asegurar todas las tareas, incluido el mantenimiento de las máquinas que intervienen en dicho proceso, de forma metódica y rigurosa con el compromiso de brindar oportunidades y soluciones eficientes que se adecuen a las necesidades específicas de cada equipo con el fin de maximizar el rendimiento y garantizar la continuidad operativa, a fin de mantener altos niveles de calidad, mejorar la producción y aumentar el nivel de servicio.

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CODIGO: SGMP_01 VERSIÓN: 01 FECHA DE REVISIÓN: 10/11/2024
---	---	---

6. RESPONSABILIDADES

Jefe de Planta: Es el mismo jefe de producción y mantenimiento que se ocupa en coordinar y supervisar todas aquellas actividades correctivas y preventivas en los equipos, como todas las tareas involucradas en el proceso productivo. Por lo que debe:

Verificar la disponibilidad de repuestos en almacén.

Llenar las fichas para el mantenimiento de los equipos; registrando constantemente.

Operarios (producción):

Primeramente, garantizar el perfecto funcionamiento de las máquinas y sus componentes

Ejecutar las tareas que se le asignen o se le presenten en su horario de trabajo sobre tareas correctivas y preventivas

Efectuar el sistema de gestión de mantenimiento

Mantener el área de trabajo en mejores condiciones para impedir cualquier accidente.

Conocer los pasos para la realización del mantenimiento en los equipos.

7. FORMATOS

Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos Norma ISO 9001:2015

8. DESARROLLO

Actividades:

Abarcan todos los planes de mantenimiento en función a los manuales del fabricante como se puede evidenciar en la Tabla 4,5,6 y 7.

Cronograma:

Seguidamente se procede a la ejecución del cronograma, donde se elabora en función de los planes anteriores, mediante un formato establecido como se puede evidenciar en la Tabla 8.

Capacitación al personal:

Para este apartado se abarca distintos puntos que se tomaran en cuenta para la capacitación al personal sobre mantenimiento; por lo que se elaboró un procedimiento (Anexo 18) donde abarca los objetivos, alcance, definición, responsabilidades, etc. Para dicho apartado se formarán en distintos temas tanto teórico como práctico para que el capacitado se adapte rápidamente

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CODIGO: SGMP_01 VERSIÓN: 01 FECHA DE REVISIÓN: 10/11/2024
---	---	---

Mediante dicha capacitación el personal de la empresa se encontrará acto para aplicar las tareas correspondientes con una serie de sesiones.

Reunión 1: Temas relacionados con la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento, para dicho punto se capacitará en distintos temas y finalmente cada participante participará en una ronda de preguntas, donde se podrá solucionar cualquier duda sobre algo que no haya entendido. Brindándole la confianza que necesita a cada participante y lograr que pueda soltar todas sus habilidades con el fin de ayudar a la empresa. Todo ello mediante diapositivas didácticas.

Reunión 2: Temas relacionados con las máquinas, para dicho punto se ayudará a verificar las máquinas críticas que están afectando en el proceso, aprender a realizar un análisis de criticidad, ayudar al personal a realizar la codificación de los equipos y finalmente un intercambio de preguntas. Igualmente, mediante dispositivas didácticas

Reunión 3: Temas abarcados para la elaboración de los procedimientos sobre mantenimientos preventivos y correctivos, considerando distintas definiciones que son importantes para el personal. Sin olvidar la participación de cada integrante que conforma el grupo de capacitados, culminando con un ciclo de preguntas.

Reunión 4: Temas relacionados con el mantenimiento preventivo donde aprenda aplicar los pasos tareas que debe realizar. Luego el empleado capacitado debe salir al frente para que aplique lo aprendido, mediante situaciones reales. Sin olvidar que se harán uso de diapositivas didácticas.

Reunión 5: Una vez avanzado con lo teórico, en la siguiente sesión se le brinda información acerca del llenado de las fichas de mantenimiento para reportar a su jefe la situación actual del equipo. Donde se realizará de manera de ejemplo reales como si se estuviera simulando en una situación real y proceder a una ronda de preguntas.

Reunión 6: Completado todas las sesiones de capacitación se debe realizar una serie de evaluaciones periódicamente donde se evidencie el nivel de conocimientos a la vez teóricos y prácticos, y finalmente un Feedback para identificar las mejoras relacionadas con toda la información de dicho sistema. Sin olvidar llenar un registro de inducción a la que se sometieron cada integrante (Anexo 19).

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CODIGO: SGMP_01 VERSIÓN: 01 FECHA DE REVISIÓN: 10/11/2024
---	---	--

Tabla 2: Cronograma para las capacitaciones

Tareas	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Reunión 1	X					
Reunión 2		X				
Reunión 3			X			
Reunión 4				X		
Reunión 5					X	
Reunión 6						X

Fuente: Elaboración propia

Indicadores

Servicio Agrícola Latino S.A.C. emplea los siguientes indicadores para el desarrollo del sistema.

$$\text{Nivel de servicio} = \left(\frac{\text{Demanda atendida}}{\text{Demanda total}} \right) \times 100$$

$$\text{confiabilidad} = \frac{\sum \text{Horas de operacion}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas detectadas}}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo de averias}}{\text{N}^\circ \text{ de averias}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{H. operativas} - \text{H. inoperativas}}{\text{H. operativas}} \times 100$$

$$\text{personal capacitado} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de personal capacitada}}{\text{n}^\circ \text{ personal de la empresa}}$$

Operación correctiva y preventiva

Auditoria: Se realiza mediante una evaluación de pasos por parte de alguien externo de las funciones que se fomentan en la empresa, por lo que permite verificar el cumplimiento del sistema como la mejora en las tareas de mantenimiento, como se puede evidenciar en el (Anexo 20).

Resultados de auditoria: Para dicho punto se recopilará la información en el siguiente registro como se puede evidenciar en el (Anexo 21).

Programa de Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento elegido de la siguiente investigación es el mantenimiento preventivo debido a que la empresa realiza trabajos correctivos por lo que el personal no se encuentra capacitado. El mantenimiento de este tipo fue elegido, ya que es un mantenimiento de primera línea por lo que debería adaptarse a un mantenimiento de precaución.

Se desarrolla un análisis crítico de las 20 máquinas como se muestra en la Tabla 4, alcanzando como efecto 4 máquinas críticas del total: Descascaradora, Destroncadora, Elevador de cangilones y Despedradora. Cabe recalcar que para la evaluación se considera en base al (Anexo 22) como ya anteriormente se había mencionado.

Tabla 3: Evaluación de la importancia crítica de los equipos

Maquina	Variable frecuencia (EF)	Impacto operacional	Flexibilidad Operacional	Costo mantenimiento	Impacto en seguridad, ambiente e higiene	Consecuencia	CTR
Mesas paddy	4	1	1	1	3	5	20
Pre- Limpia	4	1	4	1	1	6	24
Descascaradoras	4	7	4	2	6	36	144
Pulidora de agua	4	5	2	2	1	13	52
BHZ 1 pulidora de piedra	4	3	1	2	1	6	24
CPRZ-4M/G- Zaranda rotativa	4	1	4	1	1	6	24
Selectora	4	5	1	1	1	7	28
Destroncadora	4	5	4	2	6	28	112
Elevador de cangilones	4	10	4	2	6	48	192
Despedradora	4	7	4	2	3	33	132
Clasificador cilindro-Separador de cáscara	4	5	1	1	1	7	28

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se creó un árbol de fallas para las cuatro principales máquinas críticas con el fin de identificar las razones que subyacen a las fallas presentadas y sugerir mejoras para pasar del mantenimiento correctivo al preventivo. Por lo que es necesario saber a cerca de los componentes que conforma dicha máquina y su comportamiento que tienen ante una falla o avería que se presente; como se puede evidenciar en las siguientes figuras seleccionados del primer paso el cual es análisis de criticidad.

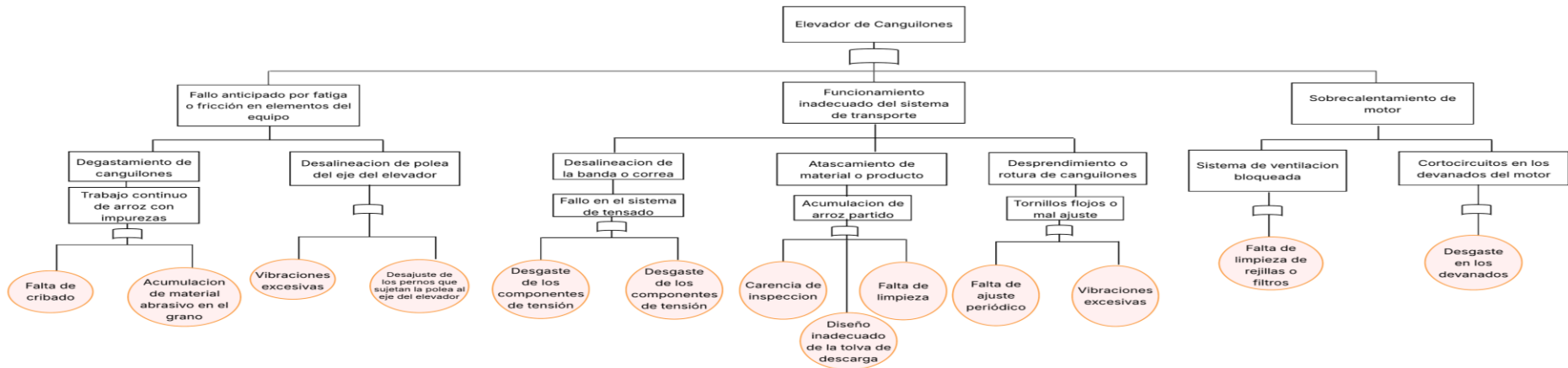


Figura 2: Árbol de fallos del Elevador de Cangilones

Fuente: Elaboración propia

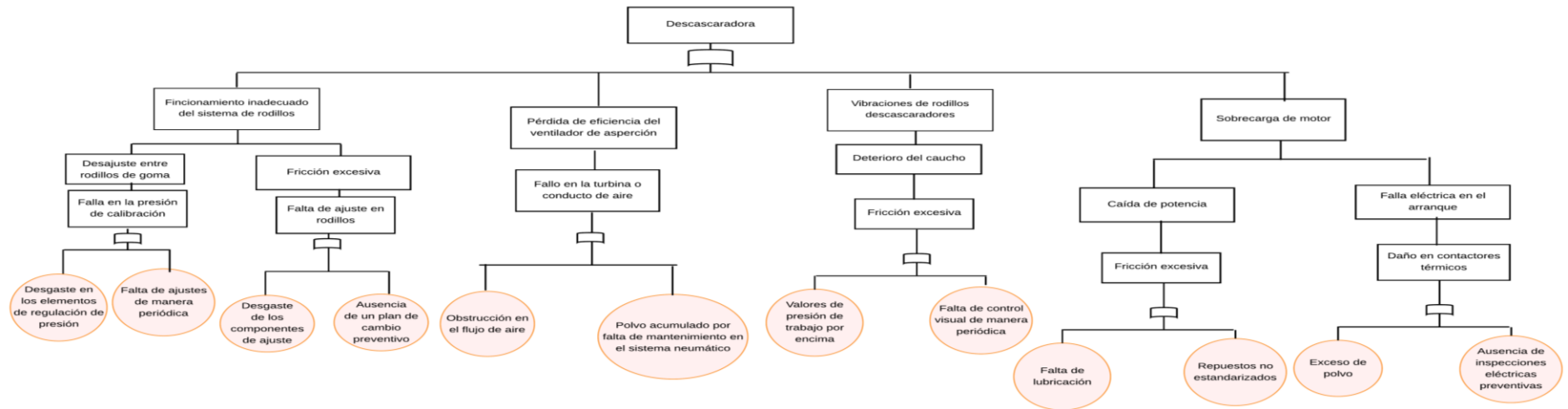


Figura 3: Árbol de fallos para Descascaradora

Fuente: Elaboración propia

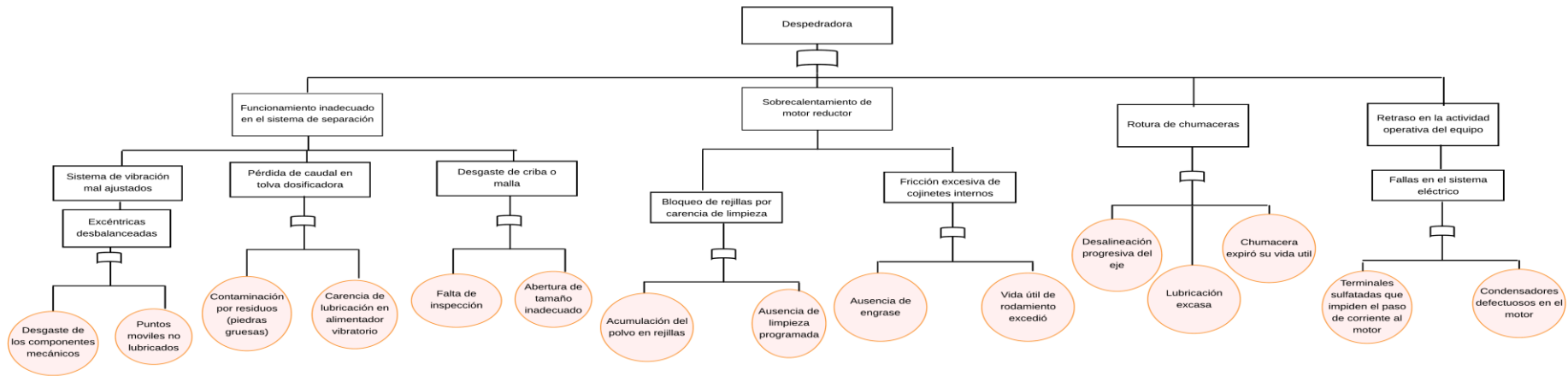


Figura 4: Árbol de fallos para Despedradora

Fuente: Elaboración propia

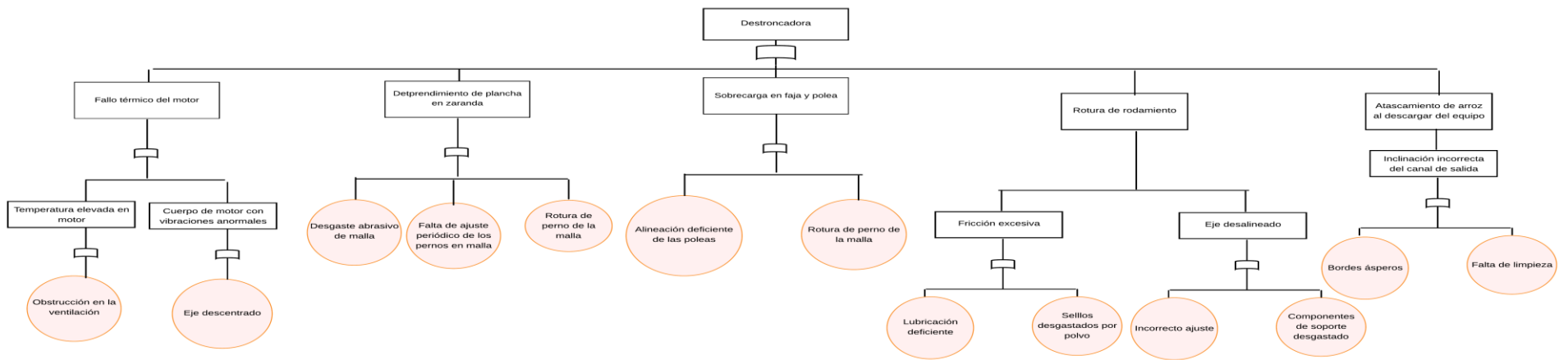


Figura 5: Árbol de fallos para Destroncadora

Fuente: Elaboración propia

Para los planes de preservación se basó en la metodología de mantenimiento preventivo como uno de primera línea, debido a que el personal no está capacitado por lo cual dicho personal debe adaptarse a los nuevos planes mediante información técnica del fabricante del equipo, considerando las herramientas, la frecuencia, el tiempo a tomarse y el encargado para ejecutar dicha actividad como se puede evidenciar en las consecuentes tablas. Cabe recalcar que el gestor de efectuar las tareas es el personal mecánico y electricista.

Tabla 4: Plan de mantenimiento para Elevador de Cangilones

Equipo		Elevador de cangilones				
Componente	Tareas de mantenimiento/Mtto preventivo	Descripción de la tarea de mantenimiento	Materiales y herramientas	Encargado	Frecuencia	Tiempo aprox. (min)
Cangilones	Inspección y ajuste	Verificación, ajuste de tornillos y alineación	Llave 17" fija	Tecnico de mantenimiento	Mensual	15 min
Cangilones	Cambio de cangilones	Reemplazar los cangilones viejos, por unos nuevos	Cangilones Buckets TAPCO Plastico	Tecnico de mantenimiento	Quincenal	8 min
Banda o correa	Inspección de alineación y tensión	Ajuste de tensión	Tensor	Tecnico de mantenimiento	Mensual	10 min
Poleas	Inspección de fijaciones	Revisión de pernos y chavetas	Llave Allen, grasa industrial y torquímetro	Tecnico de mantenimiento	Trimestral	15 min
Chumaceras	Lubricación de chumaceras	Engrase de chumaceras	Pistola engrasadora, grasa industrial	Tecnico de mantenimiento	Mensual	8 min
Tolva de descarga	Limpieza de tolva	Limpieza de tolva por arroz partido	Aspiradora industrial	Tecnico de mantenimiento	Semanal	10 min
Motor eléctrico	Limpieza del sistema de ventilación	Limpieza de polvo en rejillas y filtros	Compresora de aire, brocha, destornillador	Tecnico de mantenimiento	Mensual	15 min
Motor eléctrico	Inspección de devanados	Verificación de desgaste	Megger, multímetro	Tecnico de mantenimiento	Trimestral	17 min

Fuente: Manuales del fabricante- Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Tabla 5: Plan de mantenimiento para Descascaradora

Componente	Tareas de mantenimiento/Mtto preventivo	Descripción de la tarea de mantenimiento	Materiales y herramientas	Encargado	Frecuencia	Tiempo aprox. (min)
Rodillos de goma	Ajuste de calibración	Medición de presión entre rodillos	Calibrador y kit de llaves(Stilson)	Tecnico de mantenimiento	Mensual	20 min
Rodillos de goma	Cambio de rodillos de goma	Cambio del caucho en rodillos de goma (fijo y móvil)	Rodillos de goma Equilibrium-N°05 FLANGE	Tecnico de mantenimiento	Mensual	10 min
Rodillos de goma	Lubricación de componentes móviles	Engrase de puntos de contacto	Grasa industrial y pistola industrial	Tecnico de mantenimiento	Quincenal	9 min
Sistema de ajuste	Supervisión del mecanismo de ajuste	Verificación de los mecanismos de ajuste	Calibrador y kit de llaves(Stilson)	Tecnico de mantenimiento	Trimestral	15 min
Ventilador de aspersión	Limpieza del sistema neumático	Eliminación de polvo en conducto	Aire comprimido y aspiradora industrial	Tecnico de mantenimiento	Mensual	10 min
Ventilador de aspersión	Inspección del flujo de aire	Control de turbina	Manómetro	Tecnico de mantenimiento	Trimestral	10 min
Motor eléctrico	Inspección eléctrica de motor	Verificación de contactores térmicos y conexiones	Multímetro y destornillador	Tecnico de mantenimiento	Trimestral	15 min
Motor eléctrico	Limpieza del motor y ventilación	Remoción de polvo en carcasa	Aire comprimido y paño industrial	Tecnico de mantenimiento	Mensual	11 min

Fuente: Manuales del fabricante- Servicio Agrícola Latino S.A.C,

Tabla 6: Plan de mantenimiento para Despedradora

Equipo			Despedradora			
Componente	Actividad	Descripción de la Actividad	Materiales / Herramientas	Encargado	Frecuencia	Tiempo (min)
Sistema de vibración	Lubricación de puntos móviles	Engrase de puntos móviles	Grasa industrial y pistola industrial	Tecnico de mantenimiento	Semanal	10 min
Tolva dosificadora	Limpieza interna de tolva	Limpieza de tolva por piedras/residuos	Aspiradora industrial	Tecnico de mantenimiento	Semanal	8 min
Alimentador vibratorio	Lubricación de alimentador	-	Grasa industrial	Tecnico de mantenimiento	Semanal	6 min
Criba / malla	Inspección y ajuste	Control de criba o malla	calibre y herramientas manuales	Tecnico de mantenimiento	Quincenal	8 min
Rejillas	Limpieza de residuos	Limpieza de polvo en rejillas	Cepillo con cerdad gruesas y aire comprimido	Tecnico de mantenimiento	Semanal	4 min
Rejillas	Cambio de rejillas	Reemplazo de ventilador	C/REJILLA Y FILTRO 25X25 CM	Tecnico de mantenimiento	Semestral	6 min
Cojinetes internos	Engrase	Egrase de cojinete para evitar fricción	Grasa industrial y engrase manual	Tecnico de mantenimiento	Mensual	8 min
Chumaceras	Revisión y reemplazo	Verificación de estado en chumaceras y cambio	Chumacera nueva de pared 207 - 104 NTN, extractor y herramientas manuales	Tecnico de mantenimiento	Trimestral	10 min
Motor eléctrico	Inspección de terminales y capacitores	Revisión y limpieza de terminales/capacitadores	Multímetro, terminales y capacitores	Tecnico de mantenimiento	Mensual	10 min

Fuente: Manuales del fabricante- Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Tabla 7: Plan de mantenimiento para Destroncadora

Equipo			Destroncadora			
Componente	Actividad	Descripción de la Actividad	Materiales / Herramientas	Encargado	Frecuencia	Tiempo (min)
Motor eléctrico	Limpieza del sistema de ventilación	Limpieza de ductos de alimentación	Aire comprimido y paño industrial	Tecnico de mantenimiento	Semanal	10 min
Eje del motor	Inspección de centrado del eje	Realizar el descentramiento del eje del motor	Alineador láser y herramientas	Tecnico de mantenimiento	Mensual	10 min
Zaranda	Ajuste de pernos de la malla	Ajuste de las fajas de transmisión	Llave inglesa, pernos de repuesto	Tecnico de mantenimiento	Quincenal	10 min
Zaranda	Revisión de malla	Inspección y cambio de planchas	Herramientas manuales y planchas nuevas	Tecnico de mantenimiento	Trimestral	10 min
Poleas	Reemplazo de poleas	Reemplazar poleas viejas, por unas nuevas	Poleas nuevas de 6"X60 cm y ejes calibrados de 1 1/2	Tecnico de mantenimiento	Mensual	10 min
Sistema de transmisión	Engrase de rodamientos	Engrase correcto periódicamente	Grasa industrial y pistola industrial	Tecnico de mantenimiento	Mensual	8 min
Rodamientos	Control del estado de sellos	Supervisión del estado de los sellos	Kit extractor de sellos(CATcorp)	Tecnico de mantenimiento	Trimestral	7 min
Eje de transmisión	Ajuste de alineación del eje	Ajuste del eje	Llave inglesa y nivel de burbuja 24"	Tecnico de mantenimiento	Mensual	8 min
Canal de descarga	Limpieza del canal	Limpieza de residuos en canal	Brochas y aire comprimido	Tecnico de mantenimiento	Semanal	7min
Canal de descarga	Ajuste de inclinación	Encaje de inclinación	Herramientas de ajuste de soporte(Travex)	Tecnico de mantenimiento	Bimestral	5 min

Fuente: Manuales del fabricante- Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Luego se adjuntó el manual de mantenimiento por el fabricante para los mismos equipos (Anexo 23, 24, 25 y 26), seguidamente se elaboró la programación para implementar la frecuencia de los mantenimientos elaborado tras haber realizado los planes de mantenimiento, de acuerdo con los manuales del fabricante proporcionados a la empresa al momento de adquirir el equipo. Para la elaboración de la leyenda se tomaron en cuenta la frecuencia de los equipos según los planes como Quincenal, Bimestral, Mensual, Trimestral, Semestral y Semanal; donde se ha clasificado en distintos colores de acuerdo al periodo como se contempla en la Tabla 8.

Tabla 8: Cronograma de mantenimiento para los 4 equipos en el periodo 2023

Elevador de cangilones		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
Componente	Reseña de actividad	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Cangilones	Inspección y ajuste			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M	
Cangilones	Cambio de cangilones	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q					
Banda o correa	Inspección de alineación y tensión			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M					
Poleas	Inspección de fijaciones											T													T																				T				
Chumaceras	Lubricación de chumaceras			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M					
Tolva de descarga	Limpieza de tolva			6M																								6M																					
Motor eléctrico	Limpieza del sistema de ventilación			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M					
Motor eléctrico	Inspección de devanados											T													T																				T				
Descascaradora		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
Rodillos de goma	Ajuste de calibración			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M					
Rodillos de goma	Inspección de rodillos			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M					
Rodillos de goma	Lubricación de componentes móviles	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q									
Sistema de ajuste	Supervisión del mecanismo de ajuste											T													T																				T				
Ventilador de aspersión	Limpieza del sistema neumático			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M					
Ventilador de aspersión	Inspección del flujo de aire											T													T																				T				
Motor eléctrico	Inspección eléctrica de motor											T													T																				T				
Motor eléctrico	Limpieza del motor y ventilación			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M				M					
Despedradora		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
Sistema de vibración	Lubricación de puntos móviles	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
Tolva dosificadora	Limpieza interna de tolva	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
Alimentador vibratorio	Lubricación de alimentador	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
Criba / malla	Inspección y ajuste		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q								
Rejillas	Limpieza de residuos	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S								
Rejillas	Reemplazo de rejillas				6M																								6M																				
Cojinetes internos	Engrase			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M									
Chumaceras	Revisión y reemplazo											T													T																T								
Motor eléctrico	Inspección de terminales y capacitores			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M									
Destroncadora		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
Motor eléctrico	Limpieza del sistema de ventilación	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S								
Eje del motor	Inspección de centrado del eje			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M									
Zaranda	Ajuste de pernos de la malla		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q								
Zaranda	Revisión de malla											T													T																T								
Poleas	Alineación de poleas			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M									
Sistema de transmisión	Engrase de rodamientos			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M									
Rodamientos	Control del estado de sellos											T													T																T								
Eje de transmisión	Ajuste de alineación del eje			M				M				M				M				M				M				M				M				M				M									
Canal de descarga	Limpieza del canal	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S								
Canal de descarga	Ajuste de inclinación		B									B													B																B								

Fuente: Manuales del fabricante

Se consideró como puntos fundamentales, una vez establecido los planes; el capacitar al personal para las actividades de mantenimiento, donde ejecute correctamente sus obligaciones y procedimientos de los equipos cuando se encuentren averiados, todo ello ayudará que se cumpla con la gestión de mantenimiento en la empresa molinera (Anexo 27).

Con respecto a la Tabla 9 se realizará el escenario con respecto al indicador de disponibilidad, en función al factor en porcentaje el cual se tomará en cuenta de acuerdo a un artículo experimental; siendo el valor de 7,67% a ser considerado como el factor de mejora o correlación entre el mantenimiento correctivo actual y la propuesta [28].

El rediseño de sistema contempla una mejoría en base a la producción donde se ha tomado en cuenta los escenarios 1, 2 y 3 conservador, medio y optimista respectivamente. Se determinó que se podría mejorar la producción de 27 179 sacos a 27 685 sacos para un escenario conservador, en cambio para un escenario medio pasamos a una producción de 27951 sacos y con un escenario optimista se obtuvo una producción mayor de 30388 sacos.

Tabla 9: Evaluación de escenarios con respecto a la producción en los meses de enero a diciembre 2023

Meses	Producción (sacos /mes)	Disponibilidad con MP	Escenario 1 (Conservador)	Escenario 2 (medio)	Escenario 3 (optimista)
ENERO	2 206	74,6%	2 206	2 206	2 206
FEBRERO	2 023	77,3%	2 023	2 206	2 206
MARZO	2 123	86,4%	2 123	2 206	2 206
ABRIL	1 806	66,4%	1 806	1 806	2 206
MAYO	3 603	97,6%	3 603	3 603	3 603
JUNIO	3 415	95,9%	3 603	3 603	3 603
JULIO	3 285	94,2%	3 603	3 603	3 603
AGOSTO	2 151	78,1%	2 151	2 151	2 151
SEPTIEMBRE	1 922	76,3%	1 922	1 922	2 151
OCTUBRE	1 850	75,2%	1 850	1 850	2 151
NOVIEMBRE	1 390	62,1%	1 390	1 390	2 151
DICIEMBRE	1 405	54,5%	1 405	1 405	2 151
Total	27 179	78,22%	27 685,05	27 951,05	30 388,00

Fuente: Elaboración propia

De manera similar el crecimiento en los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad como disponibilidad evidenciados en el (Anexo 28, 29 y 30) obteniendo como resultado 30,37 h lo que indica que cada ese tiempo va a surgir una falla en el proceso de producción de sacos de arroz. Asimismo, el siguiente indicador obteniendo como resultado 1,98 h como el tiempo de mantenibilidad que va a durar para reparar el equipo y dejarlo en buenas condiciones y 85,16% para el siguiente lo que quiere decir que el equipo se encuentra funcionando en buenas condiciones.

Por lo que se evidencia un aumento en nuestra variable dependiente esperado (Anexo 31) con el nuevo escenario optimista. Es por ello que se procedió a ejecutar la herramienta Balanced ScoreCard a través de los objetivos que permite poder identificar si se está cumpliendo o no con los KPI, por lo que es necesario que se utilice dicha herramienta para medir la gestión e identificar en que escenario se encuentra; sí se encuentra en un escenario deficiente se debe tener un plan de acción para mejorar dicho indicador (Anexo 32). Cuyo cuadro comparativo de los nuevos indicadores son mostrados en la Tabla 9 donde se evidencia un aumento en los indicadores de producción, nivel de servicio, confiabilidad y disponibilidad. Por otro lado, se disminuyeron los valores de paradas, fallas y mantenibilidad respectivamente. Cabe recalcar que dicha variación negativa es positiva cuando se aplica a indicadores que representan pérdidas o ineficiencias (como Paradas, Fallas o Averías, y Mantenibilidad).

Tabla 10: Cuadro comparativo de los nuevos indicadores

Indicadores	Actual	Propuesta	Variación
Producción	27 179,00	30 388,00	11,81%
Paradas	846,30	493,30	-41,71%
Fallas o averías	202	84	- 58,42%
Nivel de servicio	81,79%	91%	9,2%
Confiabilidad	12,27	30,37	84,4%
Disponibilidad	74,54%	85,16%	10,6%
Mantenibilidad	4,19	1,98	-52,7%

Fuente: Elaboración propia

Evaluar económicamente la propuesta

El primer paso para desarrollar el tercer objetivo fue calcular el costo total planes de mantenimiento de los 4 equipos para lograr resultados positivos en la producción. Asimismo, se toma en cuenta el costo de materiales y herramientas, como se muestra en los (Anexos 33, 34 y 35), que arrojan costos operativos de S/ 27 452,36 (Anexo 36).

Cabe recalcar que el (Anexo 37) se evidencia la inversión con respecto a la capacitación de mantenimiento brindado al personal con un valor de S/ 6 000 soles.

Según la SUNAT [29], la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C. se encuentra ubicada dentro del régimen general de renta debido a que tiene activos fijos los cuales superan un valor de S/ 126 000 y sus ingresos netos superan las 1 700 UIT al año. Por ello, en la declaración anual se acredita una reglamentación del impuesto correspondiente al 29,5% de los ingresos. Además, según BCRP, para los últimos meses del 2024 ha reportado que la inflación se

encuentra en un 2% esto equivalente a un ajuste inflacionario para la evaluación económica de 1,02 [30]. Cabe recalcar que para las empresas que se encuentra en el sector molinero tienen como riesgo de invertir de 15% anual dicha tasa se encuentra en el rango medio [31].

$$TMAR = f + r + f \times r$$

$$TMAR = 2\% + 15\% + 2\% \times 15\%$$

$$TMAR = 17,30\%$$

En base a la Tabla 11, se logra evidenciar que, durante los últimos 6 años de análisis, el valor actual neto o también llamado VAN, arrojó un total de S/ 9 127,11, un TIR o tasa interna de retorno del 66,34% lo que quiere decir que a comparación del TMAR de 17,30% es un valor alto; seguidamente, se desarrolló el B/C resultando en 1,07 y un PRI / Payback de 2,38. Para dicha investigación se tomarán como resultados el escenario medio.

Por otro lado, en el (Anexo 38) se procedió también a obtener el flujo de caja para el escenario moderado donde se obtuvo un valor neto o VAN de S/ 8 923,99, un TIR o tasa interna de retorno del 65,34% y PRI de 2,41.

En cambio, para el escenario optimista (Anexo 39) se determinó el flujo de caja cuyo valor neto o VAN fue de S/ 18 782,85, con una tasa interna de retorno (TIR) del 111,94% y beneficio-costos de 1,45 donde al ser tan alto dicho escenario es demasiado rentable para la empresa al aplicarlo.

Tabla 11: Estado de resultados y flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos		38,719.53	39,493.92	40,283.80	41,089.48	41,911.27	42,749.49
Costos operativos		27,452.36	28,001.40	28,561.43	29,132.66	29,715.31	30,309.62
Depreciación		410.70	410.70	410.70	410.70	410.70	410.70
Gastos administrativos y de venta		5,484.08	5,593.76	5,705.64	5,819.75	5,936.14	6,054.87
Internet		1,440.00	1,468.80	1,498.18	1,528.14	1,558.70	1,589.88
Energía eléctrica		1,500.00	1,530.00	1,560.60	1,591.81	1,623.65	1,656.12
Limpieza		76.08	77.60	79.15	80.74	82.35	84.00
Agua		1,750.00	1,785.00	1,820.70	1,857.11	1,894.26	1,932.14
Línea telefónica		718.00	732.36	747.01	761.95	777.19	792.73
Utilidad antes de impuestos		5,372.40	5,488.06	5,606.03	5,726.37	5,849.11	5,974.31
Impuesto a la renta (29.5%)		1,584.86	1,618.98	1,653.78	1,689.28	1,725.49	1,762.42
Utilidad después de impuestos		3,787.54	3,869.08	3,952.25	4,037.09	4,123.62	4,211.89
Año	0	1	2	3	4	5	6
Utilidad después de impuestos		3,787.54	3,869.08	3,952.25	4,037.09	4,123.62	4,211.89
Depreciación		410.70	410.70	410.70	410.70	410.70	410.70
Inversión	6,000.00	4,198.24	4,279.78	4,362.95	4,447.79	4,534.32	4,622.59
Flujo neto de efectivo	-6,000.00	4,198.24	4,279.78	4,362.95	4,447.79	4,534.32	4,622.59
Riesgo (r)							
VAN	9,558.59	0-10%		Bajo			
TIR	0.68	11-20%		Medio			
Beneficio/Costo	1.07	>20%		Alto		Medio	
PRI / Payback	2.31	TMAR =		f + r + fxr		El riesgo tiene que ser medio.	
		Inflación (f)		2.00%			
		TMAR		17.30%			
Ingresos		38,719.53	39,493.92	40,283.80	41,089.48	41,911.27	42,749.49
Egresos	6,000.00	34,521.29	35,214.14	35,920.85	36,641.69	37,376.94	38,126.91
VAN Ingresos	143,660.20						
VAN Egresos	134,101.61						

Fuente: Elaboración propia

Discusiones

Ninatanta y Vásquez [8] en su investigación diagnosticaron un total de 182 fallas que los llevaba a tener un aumento en el tiempo laboral en horas lo que resulta en un total de 518,96 debido al nivel crítico en el que se encuentra la máquina Zaranda con un total de tiempo de parada de 122,89 h, comparado con la presente investigación resultó mucho más alto con un total de 846,3 h y 202 averías a causas de la aplicación de mantenimiento correctivos. Por su parte Minteh [12], en su investigación, mediante una estrategia basado en la condición (CBM), diagnosticó en sus equipos un total de paradas de 442 h y un total de fallos 205 lo que resultan problemas con la producción. Por otro lado, los investigadores E. Alvarado y L. Sabando [6], realizaron el diagnóstico de la gestión de manteamiento en su investigación donde pudo obtener resultados del tiempo medio para reparar [MTTR] de 15,33 h y el tiempo medio entre fallas o MTBF de 4,16 h. Se comparó este resultado con la solución conseguida en la presente investigación y resulta un total 16,46 h, 74,54% y 4,19 h respectivamente con respecto a los mismos indicadores.

T. Castillo [7], implementó un plan de mantenimiento preventivo, donde logro elevar el nivel de servicio en un 87,1% lo que valida que la aplicación de la misma crece con respecto al grado de satisfacción del cliente para el sector automotriz, a diferencia del actual proyecto para cumplir con las ordenes de pedidos de sacos de arroz con los planes de mantenimiento brindado por el fabricante. De la misma forma, con Ninatanta y Vásquez [8] en su investigación implementó el mismo plan, en el sector molinero, obteniendo un nivel de 85%. En comparación con la propuesta de rediseño que se logró pasar de un 81,79% de nivel de servicio a un 91% lo que indica que se cumple con los pedidos atendidos con planes brindados por el fabricante mediante los objetivos, alcance, política, etc. Por otra parte, García [10] en su investigación en función de la criticidad aplicó para el rubro alimentos los mismos planes, donde obtuvo como resultados, un nivel de servicio del 92,8%, en la propuesta del proyecto de investigación el resultado obtenido se asemeja a lo obtenido por el autor por lo que resulta en un nivel de servicio óptimo para conseguir la satisfacción del cliente con respecto a su producto.

Finalmente, Garay y Maceda [11], en su investigación obtuvieron mediante la metodología de mantenimiento dentro de la validación económica, un VAN de \$ 306493,00, un TIR de 74%, y una relación B/C de 220%; se concluye que la propuesta es rentable, generando \$ 722 317,00 anuales, comparado con la presente investigación sobre el VAN y el TIR esta resulta menor pero rentable para ambas investigaciones siendo de S/ 9 127,11 y una tasa interna de retorno del 66,34%. Asimismo, Mosqueira y García [9], en su análisis económico financiero mediante el mismo sistema de gestión en una empresa molinera, obtuvieron un VAN

de S/ 682 652,72 y un TIR de 66,05%, en relación a nuestra investigación esta es la única donde se obtuvo una tasa de retorno similar teniendo un resultado rentable, no obstante, se registró un beneficio-costo de 2,38.

Conclusiones

El nivel de servicio de los equipos principales en la empresa Servicio considerando la gestión de mantenimiento existente se encuentra en el orden de 81,79%. La mejora en el nivel de mantenimiento, aplicando planes de mantenimiento preventivo, permitió mejorar el nivel de servicio a 91%.

Del diagnóstico de la situación actual del nivel de servicio en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C. se identificó como principal factor la gestión de mantenimiento existente asociada a productos no fabricados, productos no entregados y problemas en las máquinas que impiden la producción. Todo ello resulta en un total de 846,3 h en el periodo 2023 y un registro 202 averías. Por otro lado, se realizó el diagnóstico de la gestión de mantenimiento, obteniéndose que desarrolla actividades correctivas post falla, que provoca un aumento en los indicadores de mantenimiento en un total 16,46 h, 74,54% y 4,19 h respectivamente.

El rediseño del sistema de gestión de mantenimiento permitió incrementar el nivel de servicio, utilizándose como metodología idónea el Mantenimiento Preventivo, debido a que es un mantenimiento de primera línea con resultados a corto plazo y un costo menor. Por otro lado, para su desarrollo del rediseño se usó el análisis de criticidad, árbol de fallas, planes y cronograma de mantenimiento para los cuatro equipos críticos como son el elevador de cangilones, descascaradora, despedradora y destroncadora. Logrando aumentar el nivel de servicio de 81,79% a 91% provocado por la producción en base a tres escenarios (conservador, medio y optimista) con un valor de 27 685,05 sacos para el primer escenario, 27951,05 sacos para el segundo escenario y 30 388,00 para el escenario optimista. Asimismo, al aplicar los planes de mantenimiento en los cuatro equipos críticos se redujeron de un 426,62 h a 353 h y de igual forma en los indicadores de mantenimiento como MTBF en un 30,37 h, Disponibilidad en un 85,16% y Mantenibilidad se redujo en 1,98 h.

Finalmente, mediante la propuesta de rediseño de mantenimiento se logró evaluar económicamente donde se concluye que la siguiente investigación es viable de acuerdo a los siguientes indicadores, valor neto o VAN de S/ 9 127,11, TIR del 66,34% y PRI de 2,38; dichos resultados se evaluaron con el escenario medio para la siguiente investigación.

Recomendaciones

Efectuar el uso de otras metodologías para el rediseño de la gestión de mantenimiento, como mantenimiento predictivo basado en condiciones; para pasar de un mantenimiento de primera línea a uno donde todo el sistema se encuentre preparado para un tipo de mantenimiento más global, lo que va a permitir minimizar las paradas, mejorar el tiempo de vida de los componentes, disminuir los costos por mantenimiento, aumentar la producción; por ende, los niveles de servicio.

Evaluar en futuras investigaciones el uso de herramientas (software) modernos de apoyo para la gestión de mantenimiento que permita la recopilación y el uso de una amplia variedad de datos y parámetros. Además de identificar problemas críticos antes de que ocurra las fallas en las máquinas, prevenir las paradas de línea para modelarnos y estar preparados cuando se presente dicho problema.

Referencias

- [MRO, «EMR,» [En línea]. Available:
1 [https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-mantenimiento-reparacion-y-](https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-mantenimiento-reparacion-y-operaciones-mro)
] [operaciones-mro](https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-mantenimiento-reparacion-y-operaciones-mro). [Último acceso: 26 Octubre 2023].
- [Departamento de investigación de Statista, «Statista,» 13 Julio 2023. [En línea]. Available:
2 [https://www.statista.com/statistics/799977/share-of-operating-budget-spent-on-cleaning-](https://www.statista.com/statistics/799977/share-of-operating-budget-spent-on-cleaning-or-maintenance-equipment-and-supplies/)
] [or-maintenance-equipment-and-supplies/](https://www.statista.com/statistics/799977/share-of-operating-budget-spent-on-cleaning-or-maintenance-equipment-and-supplies/). [Último acceso: 26 Octubre 2023].
- [CELEC EP, «CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR,» 25 Octubre 2023. [En
3 línea]. Available: [https://www.celec.gob.ec/noticias/en-lo-que-va-de-2023-celec-ep-](https://www.celec.gob.ec/noticias/en-lo-que-va-de-2023-celec-ep-realizo-alrededor-de-900-mantenimientos-a-sus-centrales-de-generacion/)
] [realizo-alrededor-de-900-mantenimientos-a-sus-centrales-de-generacion/](https://www.celec.gob.ec/noticias/en-lo-que-va-de-2023-celec-ep-realizo-alrededor-de-900-mantenimientos-a-sus-centrales-de-generacion/). [Último acceso:
4 Abril 2024].
- [Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, «Sistema Integral de Estadística Agraria,» Junio
4 2023. [En línea]. Available:
] <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNzEzNTU2MmUtY2EzZC00YjQ2LTg5YzUtYzJjODRhZjg5NGY5IiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9>. [Último acceso: 4 Septiembre 2023].
- [Agencia peruana de noticias, Febrero 2023. [En línea]. Available:
5 [https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s250-millones-](https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s250-millones-anuales-el-peru-834935.aspx)
] [anuales-el-peru-834935.aspx](https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s250-millones-anuales-el-peru-834935.aspx). [Último acceso: 28 Septiembre 2023].
- [E. J. Alvarado-Betancourt y L. F. Sabando-Piguabe, «SISTEMA DE GESTIÓN DE
6 MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD. CASO DE ESTUDIO: PLANTA
] DE TRATAMIENTO DE AGUA EMPRESA DIALILIFE,» *INGENIAR*, vol. IV, n° 8, pp.
46-77, 2021.
- [T. A. Castillo Correa, «Mantenimiento preventivo para potenciar el nivel de satisfacción al
7 cliente en el sector automotriz de Piura, Perú,» *CONCORDIA*, vol. 1, n° 1, pp. 20-30, 2021.
]
- [Y. J. Ninatanta Medina y Y. Vásquez Tejada, «Confiabilidad en el rendimiento de las
8 máquinas de producción gracias al plan de mantenimiento preventivo,» *Criterio. Revista*
] *Multidisciplinaria*, vol. II, n° 3, pp. 35-47, 2023.

[A. Mosqueira Carmona y J. Garcia Tocto, «PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS
9 DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO PARA REDUCIR LOS COSTOS
] OPERACIONALES EN LA EMPRESA INDUSTRIA MOLINERA BUSTAMANTE
E.I.R.L.,» Trujillo, 2021.

[E. Garcia Mallqui, «Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de
1 la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la
0 empresa UESFALIA ALIMENTOS S.A.,» *Revista de Ingenieria*, 2016.

]

[A. S. Garay-Cabrejos y C. Maceda-Cerdán, «APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA
1 TPM PARA REDUCIR LOS RETRASOS EN LOS PEDIDOS en un empresa fabricante
1 de etiquetas,» *Revista de Ciencias Empresariales*, vol. 1, nº 4, pp. 57-79, 2020.

]

[M. Minteh, «Assessment of the impact of preventive maintenance strategy on reliability
1 indicators of a rice combine harvester in the Gambia,» *Academia.edu*, vol. 21, nº 1, pp. 82-
2 90, 2019.

]

[E. K. Bravo Huivin, J. L. Alfaro Rosas, R. Gutierrez Valera, D. Zelada Mosquera, C.
1 Mendoza Ocaña, J. Cevallos Castillo y J. M. Deza Castillo, «Proposal for improvement
3 through the application of the Total Productive Maintenance methodology to the
] maintenance services of the SAG Mills,» Universidad privada del norte, 2022.

[. R. D. Fornés-Rivera, «Sistemas de gestión en mantenimiento: propuesta de un TPM en
1 una empresa productora de marcos y molduras de la región,» *Revista de Tecnologías en*
4 *Procesos Industriales* , vol. IV, nº 10, pp. 11-17, 2020.

]

[Sean Best y M. Riseborough, «Increasing Operational Service Levels Using Preventative
1 Maintenance Optimization Strategies: A Case Study of the LINK APM System at Toronto
5 Pearson International Airport».

]

[Integra Markets, *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*, IntegraMarkets
1 escuela de gestion empresarial, 2018.

6

]

- [«Rethinking the future,» 13 octubre 2021. [En línea]. Available:
1 [https://mintforpeople.com/noticias/confiabilidad-mantenimiento-7 industrial/#:~:text=La%20confiabilidad%20es%20uno%20de,los%20tiempos%20de%201a%20globalizaci%C3%B3n..](https://mintforpeople.com/noticias/confiabilidad-mantenimiento-7-industrial/#:~:text=La%20confiabilidad%20es%20uno%20de,los%20tiempos%20de%201a%20globalizaci%C3%B3n..) [Último acceso: 4 octubre 2023].
- [M. B. Muñoz Abella, «InfoLibros,» [En línea]. Available:
1 <https://infolibros.org/pdfview/4986-mantenimiento-industrial-maria-belen-munoz-abella/>.
8 [Último acceso: 4 octubre 2023].
-]
- [R. Asfahl, *Segurad industrial y salud*, Mexico: PRENTICEHALL, 2000.
1
9
]
- [C. Parra Márquez y A. Crespo Márquez, «IngeCon,» 2020. [En línea]. Available:
2 [https://www.researchgate.net/publication/342926771_Metodos_de_Analisis_de_Criticidad
0 _y_Jerarquizacion_de_Activos](https://www.researchgate.net/publication/342926771_Metodos_de_Analisis_de_Criticidad_y_Jerarquizacion_de_Activos). [Último acceso: 27 Abril 2024].
-]
- [J. Trout, «Congreso de mantenimiento y confiabilidad,» [En línea]. Available: [https://cmc-
2 latam.com/2022/02/23/analisis-de-criticidad-que-es-y-por-que-es-
1 importante/#:~:text=an%C3%A1lisis%20de%20criticidad%3F-
\],El%20an%C3%A1lisis%20de%20criticidad%20se%20define%20como%20el%20proces
o%20de,del%20riesgo%20%E2%80%93%20Principios%20y%20d](https://cmc-latam.com/2022/02/23/analisis-de-criticidad-que-es-y-por-que-es-importante/#:~:text=an%C3%A1lisis%20de%20criticidad%3F-,El%20an%C3%A1lisis%20de%20criticidad%20se%20define%20como%20el%20proceso%20de,del%20riesgo%20%E2%80%93%20Principios%20y%20d). [Último acceso: 4
octubre 2023].
- [J. V. Simon Schalit, «LOKAD (quantitative Supply Chain),» Marzo 2014. [En línea].
2 Available: <https://www.lokad.com/es/definicion-nivel-de-servicio/>. [Último acceso: 5
2 octubre 2023].
-]
- [R. Hernandez Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, *Metodología de la
2 investigación*, México: HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, 2003.
3
]
- [F. Ángeles Ángeles, «¿Por qué es importante el uso de Excel?,» *Ciencia Boletín Científico
2 De La Escuela Preparatoria*, vol. 5, nº 3, 2016.

4

]

[J. R. Fernandez, «Tasa interna de retorno (TIR): ¿Qué es y cómo se calcula?,» 25 Agosto 2023. [En línea]. Available: <https://www.sage.com/es-es/blog/tasa-interna-de-retorno-tir-que-es-y-como-se-calcula/>. [Último acceso: 10 Octubre 2023].

]

[N. Rodriguez, «Cómo realizar un análisis de costo-beneficio (con ejemplos),» 20 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-cost-beneficio>. [Último acceso: 10 Octubre 2023].

]

[R. Moreno, «Nivel de servicio óptimo ¿Cómo salvar la brecha entre el servicio total y el servicio económicamente aceptable para la organización?,» *AXON*, vol. II, n° 7, pp. 15-20, 7 2015.

]

[J. L. Chávez Ñontol, «Propuesta para reducir el número de mantenimientos correctivos y mejorar los procesos de servicios de una empresa del norte del país, 2015,» 11 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10959>. [Último acceso: 10 Junio 2024].

[SUNAT, «SUNAT,» 18 Septiembre 2024. [En línea]. Available: <https://emprender.sunat.gob.pe/ruc/regimenes-tributarios-mype/regimenes-tributarios>. [Último acceso: 2 Octubre 2024].

]

[S. Forbes, «Forbes,» 20 Septiembre 2024. [En línea]. Available: <https://forbes.pe/economia-y-finanzas/2024-09-20/banco-central-ajusto-ligeramente-la-prevision-de-inflacion-aumentara-a-23-al-cierre-del-2024-y-caera-a-2-en-2025>. [Último acceso: 2 Octubre 2024].

]

[A. Azurín, «ECONOMIA,» 9 marzo 2024. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/negocios-empresas-allianz-research-riesgo-para-inversionistas-en-peru-es-de-nivel-medio-noticia/>. [Último acceso: 2 Octubre 2024].

]

[J. A. Valencia Granados, «Importancia de la medición del Nivel de Servicio o Fill Rate en la Logística Moderna,» *Central American Journals Online (CAMJOL)*, 2020.

2

]

[E. Herrera González, A. Miranda CaballeroI y Y. Olivet Rodriguez, «Investigación de la
3 mantenibilidad en cosechadoras de arroz New Holland L-521, L-624, L-626 durante los
3 mantenimientos técnicos en la Unidad Empresarial de Base Agrícola “Sierra Maestra”,»
] *INGENIERÍA AGRÍCOLA*, vol. 4, nº 3, pp. 9-15, 2014.

[R. E. Matos P, «Desarrollo de un programa de Mantenimiento Productivo Total (MPT) en
3 el area de mezclas especiales de una empresa molinera,» *Revista Ingenieria UC*, vol. 19, nº
4 3, pp. 66-76, 2012.

]

[C. F. Cárdenas-García, «Mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de
3 las máquinas de producción de la empresa Novagro-Ag S.A.C. Trujillo - Perú,»
5 International Multi-Conference for Engineering, Buenos Aires, 2023.

]

Anexos

Anexo 1: M. de Operacionalización de Variables

Variable	Tipo de variable	Descripción	Definición operacional	
			Alcance	Indicadores
Rediseño de un sistema de gestión de mantenimiento	Independiente	El objetivo de la gestión del mantenimiento es reducir los gastos relacionados con las averías de los equipos mediante una serie de tareas de planificación e inspección.	Estado actual de la empresa	Fallas y paradas actuales
			Análisis de Criticidad	Producción actual y demanda
			Programa del SGM	Factores de ponderación
			Indicadores de mantenimiento	Método de Pareto
				Plan de mantenimiento preventivo Cronograma de actividades
	Mantenibilidad			
	Disponibilidad			
	Confiabilidad			
Nivel de servicio	Dependiente	Porcentaje de pedidos que entregan en su totalidad en comparación con todos los pedidos que se reciben y registran se conoce como nivel de servicio. También puede expresarse en términos de tiempo, producto, cliente, etc., siendo el 100% el nivel de servicio ideal. [32]	Servicio	$\text{Nivel de servicio} = \left(\frac{\text{Demanda atendida}}{\text{Demanda total}} \right) \times 100$

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Herramientas

Fase de estudio	Fuente de información	Técnicas y herramientas		Resultados esperados
		Recopilación de información	Tratamiento de información	
1) Diagnosticar la situación actual y la gestión de mantenimiento en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.	Recolección de datos por parte de empleados de la mano con el jefe de planta	observación directa Entrevistas a los operarios	Análisis del proceso actual de mantenimiento y producción.	Procesamiento de datos e información para la evaluación situación actual
	Registro data histórica en la Empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C. en formato Excel y físico	Análisis documental	Estudio de la información histórica	Diagnóstico en base a la disposición de información de la empresa
	Revistas y artículos ligados a la problemática de estudio	Análisis bibliográfico	Análisis del estudio del trabajo, en base a fallas y horas paradas	Determinación de la situación actual.
2) Elaborar la propuesta del rediseño de un sistema de gestión de mantenimiento para aumentar el nivel de servicio en la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.	Resultados de la fase anterior	Antecedentes de investigación, artículos, libros e información veraz ligada a la problemática identificada	Análisis del rediseño en base al análisis de criticidad, diagrama de Pareto, etc.	Aumento de los indicadores de mantenimiento Plan de mantenimiento preventivo Rediseño del sistema de gestión de mantenimiento Aumento del nivel de servicio
3) Evaluar económicamente la propuesta	Gastos relacionados con la realización de la mejora sugerida y Ganancias	Propuesta para aumentar la variable dependiente en la empresa en estudio	Evaluación coste-beneficio de la propuesta VAN TIR PRI TMAR	Rentable

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Análisis de fallos con respecto a las máquinas durante el periodo 2023

Máquinas	Averías	Fallas	Paradas (h)	Subtotal del tiempo en reparar (h)	
Mesas paddy	Desgaste de rodamientos	4		9	55,5
	Deterioro de la faja	3	22	25	
	Rodajes sin lubricación	7		12	
	Desgaste de polín	8		9,5	
Pre- Limpia	Desgaste de rodamientos	4		9,5	49,3
	Deterioro de faja A45	2	9	20,9	
	Desgaste de mallas	3		18,9	
Descascaradoras	Faja BB103 desgastada	3		27,1	120,13
	Fatiga y desgaste de rodamientos	8	23	27,9	
	Fisura de chumacera	5		29,83	
	Desgaste de rodillos	7		35,3	
Pulidora de agua	Desgaste de rodamientos	2		3,24	68,37
	Desgaste de faja C100	4		32	
	Desgaste de cribas	2	18	11,23	
	Desgaste del sinfín	2		12	
	Rotura de manguera	4		2,9	
	Desgaste de rodajes	4		7	
BHZ 1 pulidora de piedra	Rotura de frenos metálicos	3		7,55	43,06
	Rotura de faja B112	5	14	17,51	
	Desgaste de anillos	6		18	

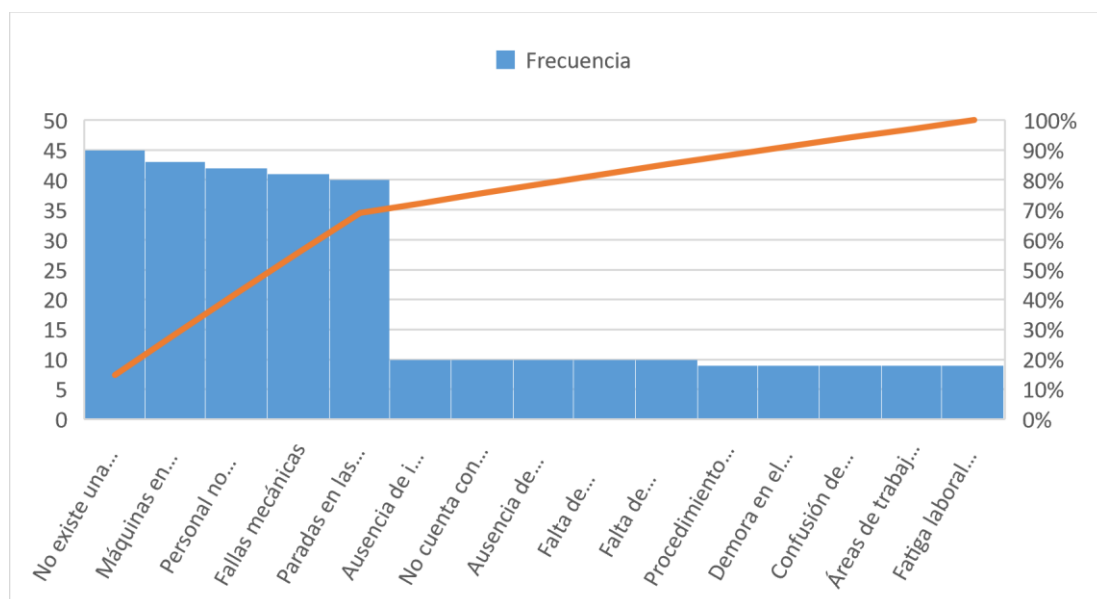
Fuente: Servicio Agrícola Latino S.A.C.

...(Continuación) Anexo 3: Análisis de fallos con respecto a las máquinas durante el periodo 2023

Máquinas	Averías	Fallas	Paradas (h)	Subtotal del tiempo en reparar (h)	
Despedradora	Desgaste de rodamiento y faja A36, A64.	8		32,6	91,7
	Desgaste de mallas	3	15	13,9	
	Rotura de chumacera	1		16,5	
	Desgaste de motor	3		28,7	
Clasificador cilindro- Separador de cáscara	Desgaste de motor	1		1,3	33,8
	Falta de lubricación de rodajes	4	10	12,7	
	Rastrillo sin filos y lubricación	2		10,9	
	Rotura de chumacera	3		8,9	
CPRZ-4M/G-Zaranda rotativa	Desgaste de rodajes	2		12,86	66,32
	Desgaste de mallas	4		10,71	
	Desgaste de faja A75	2	18	13,25	
	Rotura de faja A75	6		12,8	
	Deterioro de bandejas	4		16,7	
Sin fin de pajilla	Fatiga y Desgaste superficial de Rodamientos y mallas	7		19,5	55
	Deterioro de faja	4	14	6,9	
	Roturas de chumaceras	3		28,6	
Destroncadora	Rotura de chumaceras	2		42,89	88,79
	Desgaste de faja B58	6	8	45,9	
Compresor	Congestión del filtro de aire	8		21,5	48,33
	Avería de la válvula solenoide	5	16	18	
	Avería de la válvula monomando	3		8,83	
Elevador de cangilones	Rodajes desgastados	9		29,1	126
	Rompimiento de la faja	7	25	43,2	
	Faja desgastada	8		21,9	
	Caída cangilones	1		31,8	

Fuente: Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Anexo 4: Diagrama de Pareto



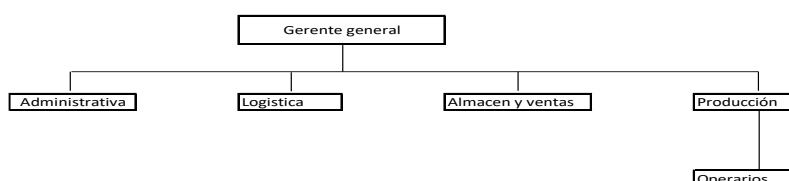
Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Personal de la empresa Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Zona o área	Grado de Estudios	Funciones
Gerencia General	Técnica	Manejo de las actividades de la empresa.
Área administrativa	Universitaria	Verificación de ingresos y salidas del dinero. Inspección de facturas, recibos, etc.
Área de logística	Universitaria	Verificación de inventarios. Creación de informes. Verificación de ingresos y salidas de insumos.
Almacén y ventas	Técnica	Calidades del producto Obtiene data del requerimiento
Área de producción	Universitaria Secundaria	Supervisión de la producción. Supervisión de la calidad. Mantenimiento de las máquinas.


Fuente: Servicio agrícola latino S.A.C.

...(Continuación) Anexo 5: Organigrama



Fuente: Servicio agrícola latino S.A.C.

Anexo 6: Ficha Técnica de las máquinas-descascaradoras

	Especificaciones Técnicas
	Explicación
Modelo	MDAZ-7000 SI
Capacidad (kg/h)	5 000-6 400
Potencia descascarada	9 kW/ IV polos
Potencia cámara	4,25 kW/ IV polos
Potencia ventilador	0,18 kW/ II polos
Descripción	Retira la cáscara del grano arroz, lo que contiene un sistema de alimentación, lo que genera una agilidad, que en conjunto asegura mayor calidad y por ende una mejor productividad de granos enteros.
	



Fuente: Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Anexo 7: Ficha Técnica para Elevador de Cangilones

	Especificaciones Técnicas	
	Explicación	
Capacidad (ton/h)	6	
Altura (m)	7073 mm	
Frecuencia (Hz)	60	
Voltaje (V)	380	
Descripción	Se realiza la recepción y transporte del arroz y subproductos para el proceso siguiente.	



Fuente: Servicio Agrícola Latino S.A.C

Anexo 8: F. técnica para máquina Despedradora

	Especificaciones Técnicas	
	Explicación	
Capacidad(kg/h)	3 600-7 000	
Dimensiones (mm)	1180, 1175 y 2590	
Peso	400 kg	
Volumen aproximado (m3)	3	
Motor principal	1,1 kW/ 1,5 hp/ IV polos	
Descripción	Máquina de separación y limpieza que realiza extracción de pequeñas partículas de piedras.	

Fuente: Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Anexo 9: Ficha Técnica Destroncadora

	Especificaciones Técnicas
	Explicación
Modelo	BHZ-3
Capacidad (kg/h)	6 500-8 500
(L, A y h) mm	3 360, 1285 y 2375
Potencia (kW)	75
Caudal (m3/min)	80
Volumen (m3)	7
Descripción	La máquina destroncadora mejora el proceso de pulimento y el blanqueado de arroz.
	

Fuente: Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Anexo 10: Producción total en el periodo 2023

Mes	Producción (sacos)	Demanda (sacos)	Demanda no atendida (sacos)	Ingresos no percibidos
Ene-23	2 206	2 995	789	19 725
Feb-23	2 023	2 825	802	20 050
Mar-23	2 123	2 502	379	9476
Abr-23	1 806	2 072	266	6 638
May-23	3 603	3 997	394	9 850
Jun-23	3 415	3 895	480	12 000
Jul-23	3 285	3 421	136	3 400
Ago-23	2 151	2 522	371	9 271
Set-23	1 922	2 105	183	4 575
Oct-23	1 850	2 050	200	5 000
Nov-23	1 390	2 400	1 010	25 249
Dic-23	1 405	2 445	1 040	26 011
TOTAL	27 179	33 229	6 050	S/ 151 245,00

Fuente: Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Anexo 11: Tiempo de parada mensual en horas

Mes	Paradas totales (h)
ENERO	78,09
FEBRERO	70
MARZO	48,07
ABRIL	98
MAYO	27
JUNIO	33,03
JULIO	39
AGOSTO	69
SEPTIEMBRE	73
OCTUBRE	76
NOVIEMBRE	108,01
DICIEMBRE	127,1
Total	846,3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Costos de mantenimiento

Mes	Costo total (S/) de mantenimiento correctivo
ENERO	S/ 2 436,50
FEBRERO	S/ 2 539,00
MARZO	S/ 4 076,00
ABRIL	S/ 2 761,18
MAYO	S/ 8 345,00
JUNIO	S/ 6 653,00
JULIO	S/ 8 515,50
AGOSTO	S/ 2 838,00
SEPTIEMBRE	S/ 1 488,00
OCTUBRE	S/ 8 126,00
NOVIEMBRE	S/ 6 452,00
DICIEMBRE	S/ 6 974,00
Total	S/ 61 204,18

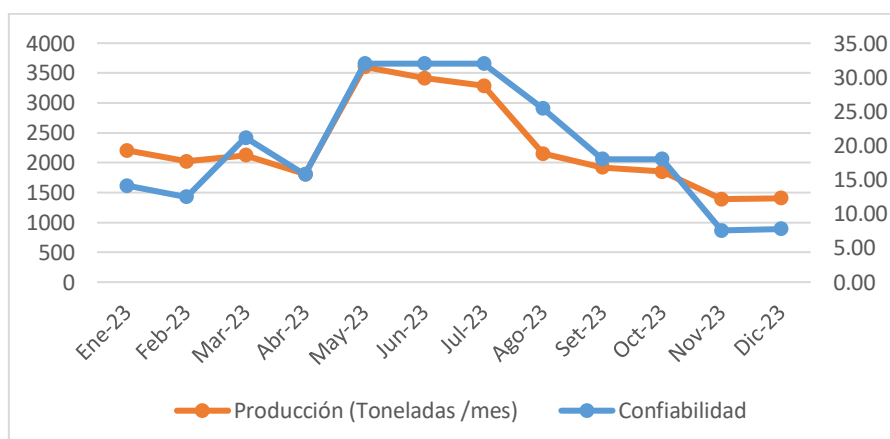
Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Ficha para el mantenimiento de equipos

INFORME DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS					
FECHA:		ENCARGADO DE REALIZAR EL MANTENIMIENTO:		TURNO:	
TIPO DE MANTENIMIENTO A REALIZAR:		HONORARIO DE TRABAJO:			
TIPO DE MAQUINARIA:		SERIE DEL EQUIPO:			
DESCRIBIR COMO SE ENCUENTRA EQUIPO - COMPONENTE ANTES DEL MANTENIMIENTO				AREA	
N°	DESCRIBIR LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL EQUIPO:	NOMBRE PERSONAL	N° OPERARIOS	HORA INICIO	HORA FINAL
1					
2					
3					
4					
5					
INICIO DESAYUNO:		FINAL DESAYUNO:		INICIO ALMUERZO:	
MATERIALES A USAR PARA EL MANTENIMIENTO					
NOMBRE DEL MATERIAL	CANTIDAD	MEDIDA Y ESPECIFICACIONES	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	
NOMBRE: _____ FIRMA: _____		NOMBRE: _____ FIRMA: _____			
ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		JEFE DE PLANTA			

Fuente: Servicio Agrícola Latino S.A.C.

Anexo 14: Confiabilidad Vs Producción (sacos/mes)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Indicador de mantenibilidad actual mensualmente

Mes	Tiempo en paradas (h)	Fallas	Mantenibilidad
ENERO	78,09	18	4,34
FEBRERO	70	20	3,50
MARZO	48,07	12	4,01
ABRIL	98	16	6,13
MAYO	27	11	2,45
JUNIO	33,03	11	3
JULIO	39	11	3,55
AGOSTO	69	10	6,90
SEPTIEMBRE	73	14	5,21
OCTUBRE	76	14	5,43
NOVIEMBRE	108,01	33	3,27
DICIEMBRE	127,1	32	3,97
Total	846,3	202	4,19

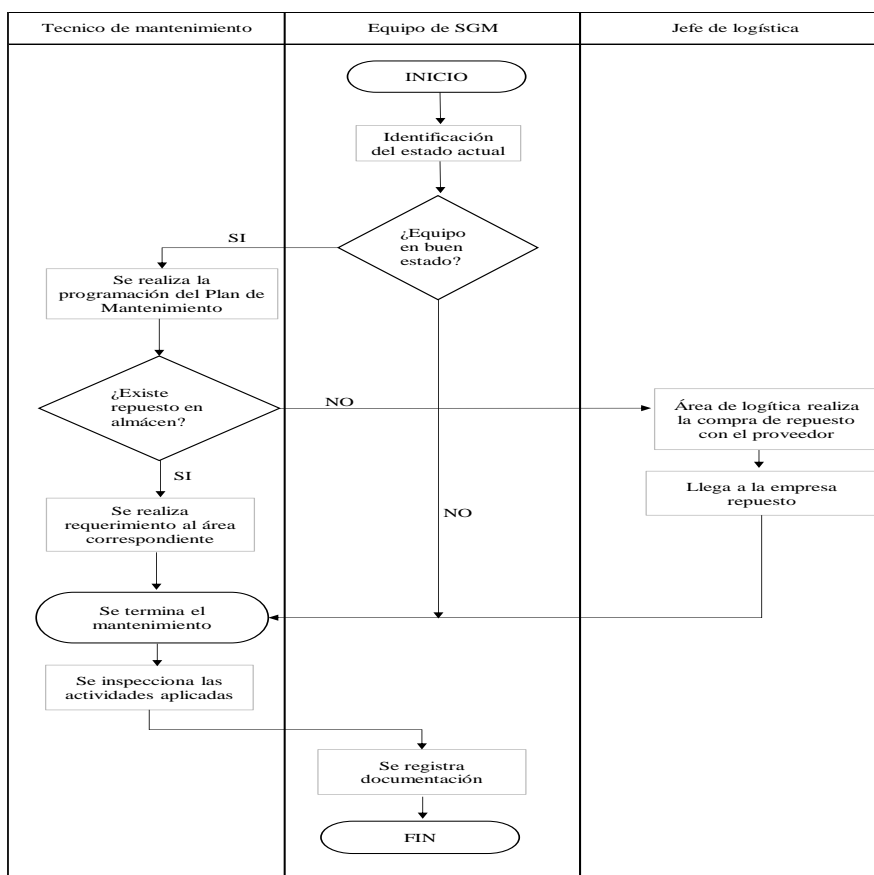
Fuente: Elaboración propia

Anexo 16: Indicador de Disponibilidad actual mensualmente

Meses	Horas programadas	Disponibilidad	Producción (sacos)
ENERO	254	69,26%	2 206
FEBRERO	250	72,00%	2 023
MARZO	254	81,07%	2 123
ABRIL	252	61,11%	1 806
MAYO	352	92,33%	3 603
JUNIO	352	90,62%	3 415
JULIO	352	88,92%	3 285
AGOSTO	254	72,83%	2 151
SEPTIEMBRE	252	71,03%	1 922
OCTUBRE	252	69,84%	1 850
NOVIEMBRE	250	56,80%	1 390
DICIEMBRE	250	49,16%	1 405
Total	3324	74,54%	27 179

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Flujograma de mantenimiento



Anexo 18: Plan de operación para observaciones

Procedimiento	Capacitación e Inducción al personal nuevo	Código	IT-SGMP-IN-001														
		Responsable	Área de Mantenimiento														
	<ul style="list-style-type: none"> El responsable del área, según cronograma establecido o en función a las necesidades operativas, instruye al personal a su cargo con la finalidad de medir la el cumplimiento adecuado de sus funciones y validar la correcta asignación de responsabilidades La búsqueda del personal que se encargue del dictado de cursos que puede ser externo a la empresa o formar parte de ella. Remite el cronograma de capacitación a Gerencia General para presupuestar dichas capacitaciones Los materiales empleados son: diapositivas y separatas Las capacitaciones se realizan de acuerdo con el Cronograma de Capacitación. Se evalúa a la persona de manera escrita o en forma práctica (trabajo rutinario del personal), teniendo como resultado: <table border="1"> <tr> <td>MUY BIEN</td> <td>BUENO</td> <td>REGULAR</td> <td>MALO</td> <td>NOTA APROBATORIA</td> <td>NOTA DESAPROBATORIA</td> </tr> <tr> <td>20-18</td> <td>17-14</td> <td>13-11</td> <td>10-0</td> <td>20-14</td> <td>13-0</td> </tr> </table> 					MUY BIEN	BUENO	REGULAR	MALO	NOTA APROBATORIA	NOTA DESAPROBATORIA	20-18	17-14	13-11	10-0	20-14	13-0
MUY BIEN	BUENO	REGULAR	MALO	NOTA APROBATORIA	NOTA DESAPROBATORIA												
20-18	17-14	13-11	10-0	20-14	13-0												
	<ul style="list-style-type: none"> Como constancia de la capacitación, el personal que participa del mismo debe registrar su nombre y apellidos y proceder a firmar el registro de capacitación. Este registro debe ser firmado por el expositor del curso y visado por el jefe de Aseg. Calidad y/o por el Gerente. <p>INDUCCIÓN AL PERSONAL NUEVO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cada vez que un nuevo integrante de mantenimiento ingresa la empresa, el área de Mantenimiento efectúa la inducción al personal la cual dura aprox. 30 minutos y culmina con una evaluación escrita. <p>Acciones correctivas: Con base en los resultados obtenidos en la evaluación del personal, será posible establecer planes de capacitación complementarios orientados a fortalecer los conocimientos fundamentales en higiene alimentaria, contribuyendo así a garantizar la inocuidad de los productos procesados.</p>																
Frecuencia	Según cronograma de capacitación	Registro	IN-001: registro de inducción.														


Fuente: Elaboración propia

Anexo 19: Registro de inducción

N° REGISTRO:		REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA								
DATOS DEL EMPLEADOR:										
1	RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	2	RUC	3	DOMICILIO (Dirección, distrito, departamento, provincia)	4	ACTIVIDAD ECONÓMICA	5	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	
MARCAR (X)										
6	INDUCCIÓN	7	CAPACITACIÓN	8	ENTRENAMIENTO	9	SIMULACRO DE EMERGENCIA			
10	TEMA:									
11	FECHA:									
12	NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR									
13	N° HORAS									
14	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	15	N° DNI	16	ÁREA	17	FIRMA	18		OBSERVACIONES
19 RESPONSABLE DEL REGISTRO										
Nombre										
Cargo:										
Fecha:										
Firma										

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Resultados de auditorías

 RESULTADOS DE AUDITORIAS		Código	SGC-RA-002
		Fecha	11/11/2024
		Versión	1
I. DATOS GENERALES			
Fecha:			
Área auditada:			
Tipo de auditoría y alcance:			
Documentación auditada:			
II. AUDITADOS			
No.	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO	
1			
2			
3			
III. DESARROLLO			
Aspectos Relevantes			
No.	NO CONFORMIDADES (Se detallan las no conformidades encontradas durante el proceso de auditoría)		
No.	OBSERVACIONES (Se detallan las observaciones encontradas durante el proceso de auditoría)		
CONCLUSIONES			
IV. DEL EQUIPO AUDITOR			
No.	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO	
1			
2			
3			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21: Ponderación

Puntuación	4	3	2	1	
FF	Frecuente: >2 sucesos al año	Promedio: 1-2 sucesos año	Bueno: 0,5-1 sucesos año	Excelente: < 0,5 sucesos año	
Puntuación	10	7	5	3	1
IO	Baja producción (>75%)	Baja producción (50%-74%)	Baja producción (25%-49%)	Baja producción (10%-24%)	Baja producción (<10%)
Puntuación	4	2	1		
FO	No se dispone con und de medida para completar la producción. T.reparar y logística mayor	Se dispone con und de medida para completar de manera parcial la producción. T.reparar y logística intermedios	Se dispone con und de medida. T.reparar y logística menores		
Puntuación	2	1			
CM	Costo de reparar, materiales y MO >20 000	Costo de reparar, materiales y MO <20 000			
Puntuación	8	6	3	1	
SHA	Riesgo Catastrofico (SHA) que exceden los límites permisibles	Riesgo medio (SHA) de difícil restauración	Riesgo mínimo de (SHA) yrecuperable en un corto plazo	No existe un riesgo con respecto al (SHA)	

Fuente: Asesoría Integral en Ingeniería

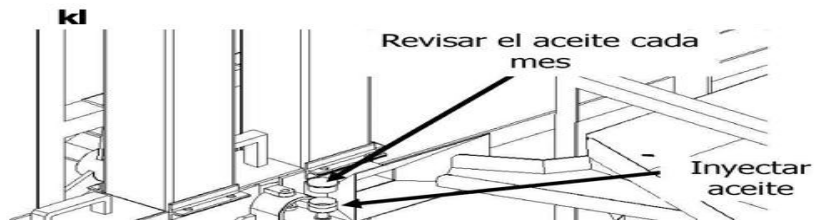
Anexo 22: Síntesis Manuales del fabricante para Elevador cangilones

MANTENIMIENTO MENSUAL

- Revisión del estado físico de los cangilones, sustitución de piezas en caso de que presenten: desgaste de la estructura, grietas o roturas.
- Revisión del estado integro de la banda. Precisar en elongación y/o rotura en la misma.
- Revisión del estado de tornillos y bulones.
- Revisión de escape de material en la estructura de la noria. Revisar: uniones, conexiones, bridas, bocas de entrada y salida de material, difusores de material.
- Revisión general de la zona de carga y descarga en busca de imperfecciones en el estado o funcionamiento.

Anexo 23: Síntesis Manuales del fabricante para Descascaradora

3.1 Rodamientos que se deben engrasar



Anexo 24: Síntesis Manuales del fabricante para Despedradora

BIMESTRALMENTE (8 SEMANAS)

2.1.1 Soportes de pared de eje excéntrico (chumacera)




Solo visible una vez desmontada la tapa de protección del lado de accionamiento. Controlar la funcionalidad de los soportes del eje excéntrico con maquina en marcha, verificar si los soportes presenta signos de anomalías tales como vibraciones y calentamientos. Si se detectan anomalías notables remplazar los soportes.

Lubricar con grasa mineral para rodamientos en base a jabón de litio grado NLGI 2 evitando la aplicación excesiva.

Anexo 25: Síntesis Manuales del fabricante para Destroncadora

Mensual	Anillo pulidor	Limpieza y lubricación	. Engrase todas superficies del anillo recto-conico Utilice un pulidor industrial
---------	----------------	------------------------	--

Anexo 26: Plan de capacitación al personal

	PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL	CÓDIGO: SGC_PCP_01
		VERSIÓN: 01
		FECHA DE REVISIÓN: 31/10/2024
I. OBJETIVOS		
General		
Equipar y formar a los empleados para que puedan realizar las tareas de mantenimiento especificadas en su lugar de trabajo en función de las competencias, las normas de seguridad y las metodologías de mantenimiento.		
Específicos		
<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar información y asistencia en consonancia con los objetivos de la empresa. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir al resultado y mantenimiento de altos niveles de rendimiento de equipo e individual. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir al desarrollo de personas cualificadas que estén en consonancia con los objetivos, los planes, los requisitos y la seguridad en el lugar de trabajo de la empresa. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Cooperar al desarrollo de las capacidades de evaluación y detección de caídas 		
II. ALCANCE		
Esto es aplicable a todos los empleados de la empresa que trabajan tanto en tareas de producción como de mantenimiento, utilizando habilidades prácticas y flexibles en sus tareas diarias.		
III. DEFINICIONES		
<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo: Toda aquella actividad planificada en la prevención y limpieza de los equipos para conservarlos en un buen estado. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento correctivo: Toda aquella actividad que se realiza una vez el equipo deje de fallar. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de mantenimiento: Conjunto de elementos involucrados entre sí para el logro de los objetivos con respecto a la planificación de las tareas de mantenimiento. 		
IV. ESTRATEGIAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Realización de talleres • Dialogo 		
<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de casos casuísticos de área • Coaching y mentoría • Rotación de funciones 		
V. TEMAS ABARCADOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad en el Trabajo y Normativas de Seguridad • Mantenimientos (Preventivo, Correctivo, Predictivo, etc.) • Gestión de mantenimiento • Diagnóstico de fallas 		
VI. FRECUENCIA		
Dos días a la semana clasificadas entre teoría y práctica		
VII. RECURSOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Humano: Son los participantes y expositores de la capacitación • Materiales: Didácticos, Certificados, materiales de estudio, plumones, mesas de trabajo, equipos multimedia 		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 27: Nuevo indicador de confiabilidad

Mes	Horas aplicado mantenimiento Preventivo	Fallas	Confiabilidad	Producción (sacos /mes)	Confiabilidad del sistema
Ene	254	7	36,29	2 206	37%
Feb	250	7	35,71	2 206	36%
Mar	254	7	36,29	2 206	62%
Abr	252	8	31,50	2 206	54%
May	352	5	70,40	3 603	31%
Jun	352	5	70,40	3 603	33%
Jul	352	5	70,40	3 603	64%
Ago	254	6	42,33	2 151	48%
Set	252	8	31,50	2 151	48%
Oct	252	8	31,50	2 151	41%
Nov	250	9	27,78	2 151	31%
Dic	250	9	27,78	2 151	36%
	3324	84	30,37	30 388,00	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 28: Nuevo indicador mantenibilidad

Maquina	Tiempo en paradas en horas	Fallas	Mantenibilidad
Ene-23	78,09	7	11,16
Feb-23	70	7	10,00
Mar-23	48,07	7	6,87
Abr-23	98	8	12,25
May-23	27	5	5,40
Jun-23	33,03	5	6,61
Jul-23	39	5	7,80
Ago-23	69	6	11,50
Set-23	73	8	9,13
Oct-23	76	8	9,50
Nov-23	108,01	9	12,00
Dic-23	127,1	9	14,12
TOTAL	846,3	84	1,98

Fuente: Elaboración propia

Anexo 29: Nuevo indicador de disponibilidad

Meses	Horas programadas	Disponibilidad	Producción (sacos/mes)
ENERO	254	74,6%	2 206
FEBRERO	250	77,3%	2 206
MARZO	254	86,4%	2 206
ABRIL	252	66,4%	2 206
MAYO	352	97,6%	3 603
JUNIO	352	95,9%	3 603
JULIO	352	94,2%	3 603
AGOSTO	254	78,1%	2 151
SEPTIEMBRE	252	76,3%	2 151
OCTUBRE	252	75,2%	2 151
NOVIEMBRE	250	62,1%	2 151
DICIEMBRE	250	54,5%	2 151
Total	3 324	85,16%	30 388,00


Fuente: Elaboración propia

Anexo 30: Indicador nuevo de variable dependiente

Meses	Producción (sacos /mes)	Escenario 1 (Conservador)	Escenario 2 (medio)	Escenario 3 (optimista)	Nivel de servicio
ENERO	2 206	2 206	2 206	2 206	
FEBRERO	2 023	2 023	2 206	2 206	
MARZO	2 123	2 123	2 206	2 206	
ABRIL	1 806	1 806	1 806	2 206	
MAYO	3 603	3 603	3 603	3 603	
JUNIO	3 415	3 603	3 603	3 603	91%
JULIO	3 285	3 603	3 603	3 603	
AGOSTO	2 151	2 151	2 151	2 151	
SEPTIEMBRE	1 922	1 922	1 922	2 151	
OCTUBRE	1 850	1 850	1 850	2 151	
NOVIEMBRE	1 390	1 390	1 390	2 151	
DICIEMBRE	1 405	1 405	1 405	2 151	
Total	27 179	27 685,05	27 951,05	30 388,00	

Fuente: Elaboración propia


Anexo 31: BSC

 Balanced Scorecard						Código	REG.O-BS-01				
						Fecha	10/11/2024				
						Versión	1				
RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN:						Mecánico y Electricista					
Perspectiva	Objetivo	Indicador	Formula del indicador	Unidad de medida	Objetivo	Frecuencia de medición	Óptimo	Tolerable	Deficiente	Resultado	Responsable
Interna	Aumentar el indicador de Disponibilidad	Disponibilidad	$Disponibilidad = \frac{H. operativas - H. inoperativas}{H. operativas} \times 100$	Porcentaje	Incremento del 91%	Mensual	≥91%	<91% - ≥78%	<78%		Mecánico 1
Interna	Reducir el tiempo promedio de reparación	Confiabilidad (MTBF)	$confiabilidad = \frac{\sum \text{Horas de operacion}}{N^{\circ} \text{ de fallas detectadas}}$	Horas	Mayor a 30	Mensual	≥30	<30 - ≥25	<25		Mecánico 2
Interna	Aumentar el tiempo medio entre fallos de la maquinaria	Mantenibilidad (MTTR)	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averias}}{N^{\circ} \text{ de averias}}$	Horas	Menor a 1	Mensual	≤1	<1 - ≥2	>2		Electricista 1
Clientes	Aumentar el Nivel de Servicio	Nivel de Servicio	$Nivel \text{ de servicio} = \left(\frac{\text{Demanda atendida}}{\text{Demanda total}} \right) \times 100$	Porcentaje	Incremento del 95%	Mensual	≥95%	<95% - ≥85%	<85%		Mecánico 1
Aprendizaje y crecimiento	Aumentar las capacitaciones	N° de capacitaciones	$personal \text{ capacitado} = \frac{n^{\circ} \text{ de personal capacitadaa}}{n^{\circ} \text{ personal de la empresa}}$	Porcentaje	Capacitación al 100%	Semestral	100%	<100% - ≥95%	<95%		Mecánico 2
Elaborado por:						Revisado por:			Aprobado por:		

Fuente: Elaboración propia

Si se presenta una situación Deficiente (Rojo) con respecto a los indicadores; se analiza la causa raíz para entender los factores que provocaron las deficiencias en la disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad o nivel de servicio. Se analiza el tiempo promedio de reparación de cada máquina, se evalúa al personal para verificar el cumplimiento de los planes de capacitaciones, se verifica el stock de repuestos para asegurar que las reparaciones sean efectivas y finalmente se descarta las condiciones medioambientales (humedad y corrosión) que contribuyen al desgaste de las máquinas. Esto podría ajustar tiempos de cambio de línea, tiempos de inactividad, o averías que ralentizan o detienen la producción.

Anexo 32: Indicador de nivel de servicio

Indicador N° 01					
 Molino Latino					
Nombre:	Nivel de Servicio				
Definición	El porcentaje de pedidos que se entregan en su totalidad en comparación con todos los pedidos que se reciben y registran se conoce como nivel de servicio.				
Tipo de indicador	Cliente				
Justificación	Busca la organización en relación con sus clientes, como mejorar la satisfacción, aumentar la fidelidad o captar nuevos segmentos				
Línea de base	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor inicial</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>81,79%</td> <td>2023</td> </tr> </tbody> </table>	Valor inicial	Año	81,79%	2023
Valor inicial	Año				
81,79%	2023				
Fórmula del indicador	$\text{Nivel de servicio} = \left(\frac{\text{Demanda atendida}}{\text{Demanda total}} \right) \times 100$				
Sentido del indicador	El nivel de servicio se traduce en métricas como el porcentaje de pedidos entregados a tiempo y completos, el tiempo de respuesta ante una solicitud o la disponibilidad de productos en inventario por lo que genera confianza y fidelización por parte del cliente, sino que también impacta positivamente en la competitividad de la organización en el mercado.				
Frecuencia de medición	Mensual				
Fuente de datos	Documentación de producción, demanda y demanda no atendida. Como también las Tablas en Excel				
Responsable técnica	Gerente de planta				

Anexo 33: Total de herramientas (costo)

Herramienta	Cant	C. herramienta	Und	TOTAL
paquete de llaves	1	220	und	220
Aplicador(lubricación)	4	185	und	740
				960

Fuente: Elaboración propia

Anexo 34: Total de insumos (costo)

Materiales e insumos	Cant	C. material	Und	TOTAL
Franela industrial	2	32.5	5 kg	65
Grasa industrial	1	284.4	5 kg	284.4
Lubricantes	4	25.89	400 ml	103.56
Escobilla	3	8	und	24
Barniz Industrial	3	45	400 ml	135
				611.96

Fuente: Elaboración propia

Anexo 35: Resumen total de costos operativos

Descripción	Costo anual
Costos de I Y M	611.96
Costos de H	960
Planes de mantenimientos	24573.14
Subtotal	26145.1
Inprevistos (5%)	1307.255
COSTOS OPERATIVOS	S/ 27,452.36

Fuente: Elaboración propia

Anexo 36: Tabla de ingresos

INGRESOS												
Producción escenario medio	2206	2023	2206	1806	3603	3603	3603	2151	1922	1850	1390	1405
Producción estimada sin planificación (81.79%)	1804.2874	1654.6117	1804.2874	1477.1274	2946.8937	2946.8937	2946.8937	1759.3029	1572.0038	1513.115	1136.881	1149.1495
Producción estimada con planificación (91%)	2007.46	1840.93	2007.46	1643.46	3278.73	3278.73	3278.73	1957.41	1749.02	1683.5	1264.9	1278.55
Variación de producción (UND)	203.1726	186.3183	203.1726	166.3326	331.8363	331.8363	331.8363	198.1071	177.0162	170.385	128.019	129.4005
Variación de producción (SOLES)	S/ 3,076.03	S/ 2,820.86	S/ 3,076.03	S/ 2,518.28	S/ 5,024.00	S/ 5,024.00	S/ 5,024.00	S/ 2,999.34	S/ 2,680.03	S/ 2,579.63	S/ 1,938.21	S/ 1,959.12

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
INGRESOS	S/ 38,719.53	S/ 39,493.92	S/ 40,283.80	S/ 41,089.48	S/ 41,911.27	S/ 42,749.49

Fuente: Elaboración propia

Anexo 37: Capacitación al operario de mantenimiento

Temas	Técnicas de mantenimiento preventivo
Duración	140 h 6 meses 3 días a la semana
Dirigido	Técnicos de mantenimiento Ingenieros mecánicos o electricos etc.
Logro	Disminución de las paradas de área y las fallas de las máquinas para lograr la maximización de dichos
Total	S/ 6,000.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 38: Estados de resultados para el escenario moderado

Estado de resultados

Año	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos		S/38,603.80	S/39,375.87	S/40,163.39	S/40,966.66	S/41,785.99	S/42,621.71
costos operativos		S/27,452.36	S/28,001.40	S/28,561.43	S/29,132.66	S/29,715.31	S/30,309.62
depreciación		S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
GAV		S/5,446.00	S/5,554.92	S/5,666.02	S/5,779.34	S/5,894.93	S/6,012.82
utilidad antes de impuestos		S/5,705.44	S/5,819.55	S/5,935.94	S/6,054.66	S/6,175.75	S/6,299.27
Impuestos (29.5%)		S/1,683.11	S/1,716.77	S/1,751.10	S/1,786.13	S/1,821.85	S/1,858.28
utilidad después de impuestos		S/4,022.34	S/4,102.78	S/4,184.84	S/4,268.54	S/4,353.91	S/4,440.99

Flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5	6
utilidad después de impuestos		S/4,022.34	S/4,102.78	S/4,184.84	S/4,268.54	S/4,353.91	S/4,440.99
Inversión	S/6,000.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00

Año	0	1	2	3	4	5	6
FNE	-S/6,000.00	S/4,022.34	S/4,102.78	S/4,184.84	S/4,268.54	S/4,353.91	S/4,440.99

VAN S/8,923.99

TIR 65.34%

PRI 2.41 años

TMAR 17.30%

Año	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos		S/38,603.80	S/39,375.87	S/40,163.39	S/40,966.66	S/41,785.99	S/42,621.71
Egresos	S/6,000.00	S/34,581.46	S/35,273.09	S/35,978.55	S/36,698.12	S/37,432.09	S/38,180.73

VAN Ingresos S/143,230.79

VAN Egresos S/134,306.80

B/C 1.07

Fuente: Elaboración propia

Anexo 39: Estados de resultados para el escenario optimista

Estado de resultados

Año	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos		S/42,372.84	S/43,220.30	S/44,084.71	S/44,966.40	S/45,865.73	S/46,783.04
costos operativos		S/27,452.36	S/28,001.40	S/28,561.43	S/29,132.66	S/29,715.31	S/30,309.62
depreciación		S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
GAV		S/5,446.00	S/5,554.92	S/5,666.02	S/5,779.34	S/5,894.93	S/6,012.82
utilidad antes de impuestos		S/9,474.49	S/9,663.98	S/9,857.26	S/10,054.40	S/10,255.49	S/10,460.60
Impuestos (29.5%)		S/2,794.97	S/2,850.87	S/2,907.89	S/2,966.05	S/3,025.37	S/3,085.88
utilidad después de impuestos		S/6,679.52	S/6,813.11	S/6,949.37	S/7,088.36	S/7,230.12	S/7,374.72

Flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5	6
utilidad después de impuestos		S/6,679.52	S/6,813.11	S/6,949.37	S/7,088.36	S/7,230.12	S/7,374.72
Inversión	S/6,000.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00

Año	0	1	2	3	4	5	6
FNE	-S/6,000.00	S/6,679.52	S/6,813.11	S/6,949.37	S/7,088.36	S/7,230.12	S/7,374.72

VAN **S/18,782.85**

TIR **111.94%**

PRI **1.45 años**

TMAR **17.30%**

Año	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos		S/42,372.84	S/43,220.30	S/44,084.71	S/44,966.40	S/45,865.73	S/46,783.04
Egresos	S/6,000.00	S/35,693.33	S/36,407.20	S/37,135.34	S/37,878.05	S/38,635.61	S/39,408.32

VAN Ingresos **S/157,215.00**

VAN Egresos **S/138,432.14**

B/C **1.14**

Fuente: Elaboración propia