

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



Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L. para reducir ingresos no percibidos

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

AUTOR

Flor Emerita Vidarte Farro

ASESOR

Abel Enrique Gonzlez Wong

<https://orcid.org/0000-0001-5575-2398>

Chiclayo, 2025

**Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa
consorcio Villegas E.I.R.L. para reducir ingresos no percibidos**

PRESENTADA POR
Flor Emerita Vidarte Farro

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Evans Nielander Llontop Salcedo
PRESIDENTE

Joselito Sanchez Perez
SECRETARIO

Abel Enrique Gonzalez Wong
VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por darme la fuerza, sabiduría y la determinación y poder completar este proyecto académico. Mi fe en me ha dado esperanza en los momentos de incertidumbre, no me ha dejado caer en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi Madre Marina y hermano Deiler quienes siempre confiaron en mí y me brindaron su apoyo incondicional durante este viaje académico. Su amor y aliento han sido mi mayor inspiración para lograr mis objetivos.

A la memoria de mi padre Carlos, quien siempre creyó en mí y cuyo espíritu me ha guiado a lo largo de este camino. Tu legado vive en cada palabra de esta tesis.

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por que cada día bendice mi vida, a mis padres por ser el motor de mis metas y por luchar por mis sueños, Agradezco a mi familia (mis abuelos, hermano, cuñada sobrinos, tíos y primas), por su amor incondicional y su apoyo inquebrantable, también quiero agradecer a mi universidad y asesor, por su orientación experta, su paciencia infinita y su apoyo constante para el desarrollo de este proyecto. Por último, agradecer a cada una de las personas que, de una manera u otra, han sido parte de este proceso a lo largo de estos años.

Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L. para reducir ingresos no percibidos

INFORME DE ORIGINALIDAD

13 %

INDICE DE SIMILITUD

13 %

FUENTES DE INTERNET

4 %

PUBLICACIONES

3 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6 %

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

3 %

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

4

biblioteca.unirioja.es

Fuente de Internet

<1 %

5

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

6

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

7

doaj.org

Fuente de Internet

<1 %

8

repositorio.utelesup.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Índice

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Revisión de literatura	11
Materiales y métodos.....	17
Resultados y Discusión	18
Discusión de resultados	36
Conclusiones.....	40
Recomendaciones.....	41
Referencias	42
Anexos	46

Resumen

El presente estudio se centra en la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L., se dedica al molido y mezcla de alimento balanceado en la región de Lambayeque, esta investigación se enfoca desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento eficiente para Consorcio Villegas E.I.R.L. con el fin de reducir los ingresos no percibidos, donde se utilizaron diversas metodologías para recopilar datos, como la observación directa, el análisis de documentos, entrevistas con el gerente y encuestas dirigidas a los operarios de la empresa. Durante la evaluación llevada a cabo, se detectaron una serie de problemas, tales como interrupciones repentinas debido a fallas imprevistas causadas por la ausencia de un mantenimiento planificado y la carencia de personal especializado en labores de mantenimiento, lo que genera unas utilidades no percibidas de S/ 93 853 y S/ 962 191 de ingresos no percibidos, por lo cual cuenta con una disponibilidad de un 86% y una confiabilidad de 22.5 de la maquinaria para mejorar estos indicadores se utilizó herramientas como diagrama Ishikawa, árbol de fallas, AMEF, NPR, donde con la aplicación de un plan de mantenimiento se mejora la disponibilidad en un promedio de 95% .Finalmente se evaluó económicamente el plan de mantenimiento preventivo determinado que se invertirá S/69 456 obteniendo un costo beneficio de 1,45 soles, haciendo que la inversión se recupere en un periodo de 2,28 meses demostrando que el proyecto es viable y rentable ya que por cada sol invertido gana 45 céntimos por saco producido.

Palabras clave: Disponibilidad, Mantenimiento, Productividad.

Abstract

The present study focuses on the company Consorcio Villegas E.I.R.L., which is dedicated to the grinding and mixing of balanced feed in the Lambayeque region. This research aims to develop an efficient maintenance management system for Consorcio Villegas E.I.R.L. in order to reduce unearned income. Various methodologies were used to collect data, such as direct observation, document analysis, interviews with the manager, and surveys directed at the company's operators. During the evaluation, a series of problems were detected, such as sudden interruptions due to unforeseen failures caused by the absence of planned maintenance and the lack of specialized personnel for maintenance tasks. This situation resulted in unearned profits of S/93,853 and unearned revenues of S/962 191. Consequently, the company has a machinery availability of 86% and a reliability of 22.5%. To improve these indicators, tools such as the Ishikawa diagram, fault tree analysis, FMEA, and RPN were used. With the implementation of a maintenance plan, availability improved to an average of 95%. Finally, an economic evaluation of the preventive maintenance plan was conducted, determining an investment of S/69,456, achieving a cost-benefit ratio of 1.45 soles. This means the investment will be recovered in a period of 2.28 months, demonstrating that the project is viable and profitable, since for every sol invested, a profit of 45 cents is obtained per sack produced.

Keywords: Availability, Maintenance, Productivity

Introducción

A nivel global existe un desarrollo acelerado de la tecnología que va desplazando al capital humano, con el objetivo de conservar su operatividad se requiere hacer ciertas medidas de mantenimiento con la intención de asegurar el buen desempeño de las maquinarias. En las industrias es un factor muy importante puesto que permiten mantener en óptimas condiciones a los equipos, de otro modo, afectaría de manera negativa si las empresas no cuentan con un plan de mantenimiento, ya que la producción en consecuencia se afectará gravemente por las interrupciones de los equipos. [1]

Hoy en día, en el Perú existen diversas empresas dedicadas a la elaboración de alimento balanceado enfocadas en lograr un alto rendimiento productivo, es por ello que, las definiciones e ideologías de mantenimiento son empleadas con mayor frecuencia por empresas privadas que buscan la preservación de los bienes que estos poseen además que buscan tener la productividad eficientemente; sin embargo, ciertas organizaciones como los municipios, no poseen una gestión de mantenimiento adecuado; es por ello que, muchas de estas presentan deterioro y reducción de la vida útil de la maquinaria. Por otro lado, se puede determinar que la aplicación de mantenimiento en las empresas les brinda muchos beneficios, principalmente en la reducción de sus costos operativos y sus costos de producción. [1]

Por otro lado, tenemos a la ganadería, la cual es considerada de suma trascendencia en el planeta. Con el transcurrir de los últimos años estas han ido incrementando, por lo cual, los productores y empresarios se vieron en la necesidad de crear y a la vez generar máquinas que apoyen a que el desempeño sea de manera más eficiente e inmediata, debido a que es necesario de máquinas para el molido de los granos secos y para la mezcla de la ingesta de alimentos de los animales cada uno con diferentes requerimientos según su especie, ayudando al incremento del productor y al desarrollo de la nación. Mientras tanto, en el Perú la ganadería es una de las ocupaciones que se realiza casi a lo largo del territorio, sus distintas especies son las primordiales fuentes de soporte de muchas de las familias peruanas, llevando con ello a que los ganaderos busquen novedosas tecnologías para mejorar la calidad de dichas especies. [2]

En la zona de Lambayeque, la ganadería es una de las primordiales fuentes de ingreso poblacional posteriormente de lima con sus 38 distritos que se dedican a la ganadería con una capacidad de 69 123 cabezas de ganado porcino y bobino, logrado un 74% de desarrollo del objetivo anual de 74 932. Así mismo, el SENASA identificó a 18 705 vacunos, consiguiendo el 72% de la meta anual que es 19 455. Por ello, es de enorme trascendencia que las organizaciones se encuentren operando una y otra vez para poder cubrir con la ingesta de alimentos para estos animales. [3]

Consortio Villegas E.I.R.L. es una empresa industrial que se dedica al molido y mezcla de alimento balanceado, lo cual, para la elaboración del producto es de gran importancia la utilización de maquinaria. Los servicios que la empresa ofrece cubren la necesidad del sector ganadero en la región Lambayeque, de sus 38 distritos las máquinas que estos poseen sufren continuamente averías con una frecuencia de 8 fallas mensuales aproximadamente, esta situación afecta a la organización interrumpiendo la producción, incumpliendo con los tiempos de entrega de 1 a 3 días, provocando que los clientes pierdan la confianza de la organización, lo que implica que obtengan menos ingresos. Es fundamental mencionar que esta clase de inconvenientes se dan una y otra vez, lo que viene a ser un problema preocupante puesto que la organización para llevar a cabo la demanda de los consumidores debería producir 3 600 000 kilogramos a lo largo de un semestre, de los cuales la empresa solo ha producido 3 093 750 kilogramos de los diferentes tipos de alimento balanceado, obteniendo pérdidas de 506 250 kilogramos, esto equivale a S/ 65 812.5 soles de pérdidas semestrales. Por lo mencionado anteriormente, este problema conlleva a que incumpla con la demanda de los consumidores. Este problema se debe a los paros no programados de 162 horas en los últimos 6 meses; así mismo el 100% del personal no está capacitado en manipulación de maquinaria como molinos y mezcladoras, falta de limpieza de los equipos y tiempos de espera de 1 a 2 días por averías de la maquinaria.

Asimismo, la maquinaria presenta fallas en sus componentes como fajas desgastadas de los elevadores y martillos en mal estado, lo cual provoca fuertes ruidos y rodillos desgastados, ocasionando paros de 1 a 5 horas al día o incluso cuando el problema es más grave puede conllevar hasta una semana. Todo esto genera interrupción en la disponibilidad del 100% del funcionamiento y eficiencia de la maquinaria para poder realizarle un mantenimiento correctivo, siendo el motivo suficiente para que la producción se vea afectada hasta que las maquinarias sean reparadas por algún técnico especialista. Además, que genera gastos en los repuestos necesarios para las máquinas, así como también, los costos de mano de obra de los técnicos externos generan pérdidas económicas, siendo éstas de S/ 65 812.5 como utilidades no percibidas, S/ 11 137.5 costos de mano de obra ociosa, S/ 10 270 costos por contratación a terceros y S/ 6 633 costos de los repuestos del mantenimiento correctivo realizado, siendo un total de los costos de S/ 93 853 en los últimos seis meses, así como ingresos no percibidos de S/962 191 , esto se debe por falta de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo .

Por lo manifestado anteriormente, la empresa no cumple con indicadores de mantenimiento tales como la disponibilidad, siendo estas un promedio de 86% en el trimestre de marzo a agosto del año 2022 y la confiabilidad de 22.5 horas anteriormente mencionadas; lo cual, la vida útil

de cada máquina va a reducir notoriamente como resultado de la falta de estos indicadores de mantenimiento. Por consiguiente, para seguir estando en un mundo competitivo es fundamental desarrollar tácticas que lleven a proporcionar ventajas en frente de la competencia para satisfacer las necesidades de los consumidores y de esta forma poder seguir estando en el mercado.

Tomando en cuenta lo fundamental que es el hecho de contar con maquinaria eficiente para poder llevar en funcionamiento todo el proceso productivo de la empresa se planteó como formulación del problema ¿En qué medida la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L. influye en los ingresos no percibidos?

El objetivo general de la investigación es elaborar la gestión de mantenimiento en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L. para reducir los ingresos no percibidos, teniendo como objetivos específicos: diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento de la empresa consorcio Villegas E.I.R.L., proponer un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L. para reducir ingresos no percibidos y analizar económicamente la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L.

En síntesis, el proyecto pretende mejorar los ingresos no percibidos de la empresa consorcio Villegas E.I.R.L.; es por ello que, la organización será la principal beneficiaria, puesto que se reducirán los problemas de las maquinarias y con ello los costos que estos implican, con la elaboración propuesta se desarrollará las actividades en óptimas condiciones, evitando los inconvenientes de paros no programados, deterioro de la infraestructura, así como asegurarse de que no existan inconvenientes que afecten a la producción y por ende cumplir con la demanda de los consumidores; es por ello que, la investigación tiene un gran aporte a las industrias.

Revisión de literatura

Zhang T y Chin J [4], en su estudio tuvieron como objetivo proponer un modelo de TPM ligero dirigido a la Pyme donde se desarrolló un modelo de mantenimiento productivo total para pequeñas y medianas compañías donde se evaluó a sus empleados quienes fueron evaluados por un cuestionario, los resultados mostraron que el equipo general de eficacia mejoró un 12,65% y se mostró una mejora en Quench-A y Quench-B del 65% y el Mantenimiento productivo total una mejora del 1,39%. Concluyendo que implementar el mantenimiento productivo total en las Pymes de acuerdo con el modelo puede mejorar el valor de la eficacia general del equipo para ser más competitivos en el mercado.

Estrada k [5], en su propuesta tuvo como objetivo aplicar mantenimiento preventivo durante un tiempo de 30 días donde la investigación fue de manera experimental. Mediante datos de

observación dicha investigación mejoró su productividad en un 18,18% aplicando el mantenimiento preventivo resolviendo las problemáticas de la empresa por paros inesperados. La metodología utilizada en la empresa mejoró la eficacia de la empresa en un 8,20% y una eficiencia de un 9,27%, lo cual es de mucha importancia realizar el mantenimiento preventivo además que los costos reducen considerablemente.

Requejo J [6], En su investigación, el enfoque principal fue la disminución de los ingresos no generados en la línea de producción de conservas. Para lograr este objetivo, se llevó a practica un análisis de diagnóstico que identificó un total de 68,77 horas de paradas debidas a fallos, lo que representó una pérdida de ingresos por valor de \$29,291. Asimismo, se diseñó una matriz de ponderación para priorizar la resolución de los problemas más significativos. En el proceso de investigación, se aplican diversas herramientas, incluyendo el análisis de criticidad, que permitió identificar las máquinas más críticas, y, en consecuencia, examinar las causas subyacentes de las paradas debidas a fallos. Además, se implementaron los tres pilares de la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) con el propósito de reducir los períodos de inactividad. Los resultados obtenidos fueron destacables, ya que se logró una disminución del 48,7 % en las horas no planificadas y del 52,9 % en los ingresos no generados. Esto, a su vez, se tradujo en una mejora del 5,85 % en la Eficiencia General de los Equipos (OEE). Además, el proyecto demostró ser altamente rentable, con un beneficio neto de S/0,27 por cada sol invertido.

Ñique R [7], En la investigación realizada a cabo, se planteó la mejora de la productividad mediante la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en los indicadores de eficiencia general del equipo. La metodología utilizada adoptó un enfoque descriptivo no experimental, incluyendo un diagnóstico para comprender la situación actual de la empresa. Durante este análisis, se identifican las paradas asociadas a modos de falla y fallos funcionales de las máquinas, generando un impacto negativo en la disponibilidad y producción. En total, se registraron 2.619 paradas, con una duración acumulada de 2.218,22 horas entre enero y junio de 2019. La propuesta del sistema de gestión de mantenimiento sugiere que la productividad total de la empresa podría mejorar en un 31,86%, lo que se traduce en un incremento de la producción diaria de sacos de polipropileno de 179.903 a 237.714. Además, se optimizó el plan de mantenimiento existente, reduciendo el tiempo diario dedicado a las actividades de los mecánicos a 120 minutos distribuidos simultáneamente. El diseño de este sistema de gestión de mantenimiento se fundamentó en el ciclo de mejora continua de Deming, y los resultados obtenidos indican un beneficio de 14.43 soles por cada sol invertido en la mejora.

González et al. [8], en su investigación mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMEF, donde la integración del mantenimiento industrial en planos específicos ha sido esencial en diversos ámbitos académicos e industriales es por ello que en su investigación resalta que la técnica fundamental en este contexto es el Análisis de Modo y

Efecto de Fallas (AMEF), diseñado para optimizar los tiempos de mantenimiento al abordar situaciones críticas en productos o sistemas. Este enfoque implica la justificación de mejoras e implica a un mayor número de personas que interactúan en áreas industriales, colaborando estrechamente con los equipos de mantenimiento. Es por ello que los resultados derivados de la aplicación del AMEF permitieron identificar las partes o secciones que requieren mantenimiento correctivo de manera recurrente. Como resultado se tiene que la estrategia consecuente incluye la implementación de mantenimientos preventivos y predictivos con el propósito de mejorar las condiciones o prolongar el ciclo de vida de una máquina herramienta.

Alvarado C [9], en el transcurso de su investigación, se planteó el objetivo de proponer un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para la empresa PROCODE S.A.C. Dado que durante sus operaciones se experimentaban de manera recurrente fallas y averías, principalmente debido a la ejecución exclusiva de mantenimiento correctivo, se generaban paradas no programadas, resultando en pérdidas económicas de S/ 101 897,08. Estas pérdidas se originaron a partir de un total de 16 678 fallas, con una duración acumulada de 17 236 horas. Mediante el análisis de criticidad, la construcción de un árbol de fallas y el análisis de modo y efecto de fallas, se llevó a cabo la formulación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad según la metodología RCM. Con la implementación de este nuevo plan, se logró reducir significativamente las horas de parada a 1 733 y las pérdidas económicas asociadas a utilidades no percibidas disminuyeron a S/ 5 241,95. Para culminar, se llevó a cabo un análisis costo-beneficio de la propuesta, revelando que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/ 1,58.

Timoteo [10], en su estudio se enfoca en desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para una empresa molinera con el fin de reducir pérdidas en producción y utilidades económicas. En la primera fase, se realizó un diagnóstico exhaustivo centrado en las pérdidas causadas por fallos en equipos, identificando que en 2018 se dejaron de producir 57,172 sacos de arroz debido a estos fallos, con 544.5 horas de paradas y pérdidas económicas de S/ 857,587.50. La segunda etapa empleó herramientas como el análisis de criticidad para desarrollar planes de mantenimiento específicos, proyectando un aumento anual de 57,173 sacos de arroz y mayores ingresos. La implementación la disponibilidad aumento en un 5.5%, la confiabilidad a 48.2 y las horas de parada se redujeron de 544.5 a 220.5 horas con la

implementación de la propuesta se reveló un Valor Actual Neto de S/ 2,257,567.66, Tasa Interna de Retorno del 811%, un período de recuperación de la inversión de 0.1 años y un índice Beneficio/Costo de S/ 2.8, respaldando la viabilidad y Rentabilidad de la propuesta de implementar el plan de mantenimiento preventivo.

Geldres R [11],. En su investigación, se propuso mejorar la disponibilidad del mezclador de dosificación en una empresa de alimentos balanceados acuícola mediante la optimización del sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). Se identificó que el mezclador experimentó 504.3 horas de parada en 2018, generando pérdidas significativas y presentando una disponibilidad del 92.9%. Esta cifra se comparó con las 467.6 horas de paros no programados y una disponibilidad del 93.5% registradas en 2017, evidenciando que la empresa no estaba cumpliendo con la demanda de los clientes. Para abordar este problema, se implementó la metodología RCM, que se basa en el análisis de modos y efectos de falla. Esta estrategia permitió la identificación anticipada de problemas potenciales, lo que, junto con el RCM, elevó la disponibilidad del mezclador al 96%. Esta mejora resultó en un ahorro anual de 972,853 soles. Además de los beneficios económicos, la optimización del sistema de gestión no solo satisfizo las expectativas de los clientes, sino que también mejoró la eficiencia operativa de la empresa. la implementación exitosa de la metodología RCM no solo solucionó el problema inicial, sino que también condujo a mejoras sustanciales en la disponibilidad del mezclador, generando beneficios tanto económicos como operativos para la empresa.

Iparraguirre C [24] , En el estudio mencionado, cuyo objetivo consistía en evaluar los efectos de introducir mejoras en las áreas de producción y logística de un molino para reducir costos, se llevó a cabo un análisis exhaustivo a partir de un diagnóstico inicial. Durante este análisis, se identificaron pérdidas sustanciales equivalentes a S/1 168.9 en las áreas mencionadas. La estrategia de mejora se enfocó en la aplicación de herramientas de ingeniería industrial con el propósito de eliminar o disminuir las tareas que no aportaban valor al proceso. Como consecuencia de la implementación de estas mejoras, se registró una ganancia total de S/132404. La evaluación económica de la propuesta reveló indicadores positivos, destacando un Valor Actual Neto (VAN) de S/17,727 y una Tasa Interna de Retorno (TIR). del 52,88%. El Beneficio-Costo fue de 1,71 y se estimó que el Periodo de Retorno de Inversión (PRI) sería de 6 meses. Estos indicadores resaltan la factibilidad y conveniencia de la propuesta de mejora, respaldando la eficacia de la aplicación de herramientas de ingeniería industrial para optimizar procesos y reducir costos en el molino objeto de estudio

Coronel J. [12], el objetivo principal de la investigación fue proponer un sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en una industria dedicada a la transformación de plásticos. El enfoque metodológico utilizado fue de tipo descriptivo, y la recopilación de datos se llevó a cabo mediante un registro de fallas. Como parte de los resultados obtenidos, se identificaron los equipos con mayor impacto, y se elaboró una base de datos de fallas. Se realizó un análisis exhaustivo de la industria y se introdujeron los datos en un sistema de evaluación de confiabilidad. Entre los equipos de la planta, se consideran que las extrusoras 1 130 y 1 206 presentan una criticidad elevada en comparación con otros equipos, registrando 18 fallas, 35 modos de fallas y 174 causas de fallas, entre otros datos. La confiabilidad al finalizar 250 horas de operación fue del 45%, disminuyendo al 17% a las 750 horas. Además, se calculó que el Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF) fue de 406,8 horas. La conclusión principal señala que la extrusora fue el equipo crítico en la industria, afectando directamente el 100% de la producción.

El mantenimiento es un conjunto de actividades cuya ejecución permite conservar y mantener una situación determinada para evitar su deterioro y lograr una mayor confiabilidad de los equipos, máquinas realizando tres tipos de tareas que ayudan a que la degradación no se presente en los equipos, existiendo dos tipos de mecanismos que encontramos en degradaciones en la maquinaria, la corrección por el paso de tiempo y por las degradaciones que se producen por el uso de la maquinaria; es por ello que, es muy importante el mantenimiento ya que con ello reducimos la cantidad de accidentes y compensamos la degradación, compensando el uso que se da a las componentes mediante el mantenimiento buscando la reducción de costos por paros improductivos, así como también el alto rendimiento de las maquinarias. [13]

Por otra parte, la gestión de mantenimiento comprende la combinación de actividades hacia un objetivo colectivo, mediante ello pueden lograr a incrementar las utilidades y la satisfacción de los clientes, su propósito es garantizar la disponibilidad, funcionalidad y conservación de los equipos los cuales se ven involucrados en los procesos incrementando la confiabilidad de ellos ya que permite controlar la capacidad requerida y reducir los tiempos ociosos de la maquinaria o equipos. [14]. Asimismo, tiene como objetivo principal garantizar la producción necesaria para maximizar la producción; es decir, que se debe tomar en cuenta de realizar intervenciones con mínimo de tiempo y costo para que no se vea afectada la producción, también tener a disposición las instalaciones constantemente, alargar la vida útil de la maquinaria empleada, preservar la energía, conservar el medio ambiente evitando las fallas de la maquinaria, tener mayor higiene y seguridad, capacitando a los colaboradores sobre el buen funcionamiento de la maquinaria y los peligros que tendrían si no está en óptimas condiciones. [15]

Es por ello que, el mantenimiento preventivo es aquel que puede reducir los inconvenientes inesperados en una planta por daños o averías que estas tengan debido a que este tipo de mantenimiento se encarga de planificar las actividades con anticipación lo cual no afecta a producción ya que son realizadas en tiempos pre establecidos donde la maquinaria no está en funcionamiento ya que tienen un plan previsto, con la finalidad de evitar el mantenimiento correctivo puesto que este genera pérdidas si comparamos con el preventivo que es más beneficioso ya que este incrementa las ganancias ya que las maquinarias trabajan con los tiempos previstos. [16]

Además, tenemos al mantenimiento predictivo que determina que planificación, el método de destinar, coordinar y sincroniza completamente los recursos necesarios para realizar un trabajo determinado en el momento preciso y el lugar apto para realizar cualquier tipo de trabajo, teniendo el acceso necesario para completar el trabajo con el mínimo tiempo de retraso y costos. esto se realiza en base a una fecha establecida con el presupuesto establecido lo cual no intervine en el momento de la producción [17]. El mantenimiento autónomo surgió en los años 70 buscando involucrar sistemas de dirección en donde busca que la empresa se involucre en ello ya que es de suma importancia pues los trabajadores de la empresa se ven involucrado en ello. Busca mejorar la productividad a través de los operarios y es importante que ellos estén capacitados y tengan el conocimiento adecuado para que puedan interferir en cualquier momento para dar mantenimiento rápido y eficaz [18]; sin embargo, el de mantenimiento productivo total se basa en conceptos japoneses, los cuales son utilizadas por muchas empresas en todas las partes del mundo, teniendo en cuenta que este busca mediante estrategias e implementaciones reducir las mermas en la producción de las empresas basándose en que el operador realiza operaciones pequeñas como ajuste, inspección entre otras operaciones necesarias para el mantenimiento. [19]

Así mismo, la disponibilidad es el tiempo donde una maquinaria está operativa, mide el tiempo total de funcionamiento real respecto al tiempo programado, es decir, en otros términos, la disponibilidad es la relación del tiempo operativo de la maquinaria entre el tiempo que toma reparar la maquinaria. [20]

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas De Parada}}{\text{Horas Totales}}$$

Otro indicador, es la confiabilidad, puede ser definida como la “confianza” que debe tener un equipo o sistema para poder cumplir con su trabajo en un tiempo y periodo establecido bajo condiciones estándares de operación. En otras palabras, la confiabilidad es el tiempo total que la maquinaria está operando sin paros de una determinada maquinaria o equipo. [20]

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\sum \text{TBF}}{n}$$

TBF= tiempo de buen funcionamiento

La disponibilidad por averías se debe tomar en cuenta solo las horas que la maquinaria o equipo están con fallos y tiene paradas por mantenimiento, la fórmula es similar a disponibilidad total.

$$\text{Confiabilidad por averías} = \frac{\text{Horas totales de trabajo} - \text{Horas deparada por avería}}{\text{horas totales de trabajo}}$$

Por otro lado, la capacidad ociosa, esta nos permite calcular la capacidad no utilizada en proceso productivo del producto.

$$\text{Capacidad ociosa} = \left[1 - \frac{\text{cantidad real de produccion}}{\text{cantidad ideal de produccion}} \right]$$

Las utilidades no percibidas representan el porcentaje económico que una organización deja de percibir. Para calcular estas utilidades, se considera la diferencia entre las utilidades totales esperadas en condiciones óptimas y las utilidades efectivas, teniendo en cuenta las paradas de producción.

$$\text{Utilidades no percibidas (\%)} = \frac{\text{Utilidades no percibidas}}{\text{Utilidades totales esperadas}} \times 100$$

Materiales y métodos

El estudio presentó un tipo de investigación aplicada, puesto que se utilizó toda la información recogida para realizar la propuesta de diseño y solucionar el problema identificado en la investigación. A su vez, el nivel de la investigación fue cuantitativo [21], ya que se utilizó herramientas estadísticas y matemáticas, para cuantificar, expresar en cifras, los parámetros estudiados de la población.

Objetivo 1: Diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento de la empresa consorcio Villegas E.I.R.L.

El estudio de la investigación involucró la descripción detallada del proceso productivo de molido y mezcla a través de diagramas de análisis. El objetivo principal fue cuantificar el tiempo empleado en dicho proceso. Para evaluar el nivel del sistema de gestión de mantenimiento, se administró un cuestionario de auditoría de gestión de mantenimiento a los 11 empleados. Además, se recopiló información sobre las maquinarias, incluyendo las averías experimentadas, los tipos de mantenimiento realizados por la empresa, y se examinaron las utilidades no percibidas. Este último aspecto implicó el análisis de la producción, las fallas de las máquinas y el tiempo de paro de las mismas, los cuales se atribuyeron a las fallas recurrentes. También se llevó a cabo la elaboración de un diagrama de Ishikawa. [22], Se llevó a cabo la

identificación de las causas y subcausas principales del problema, junto con la descripción detallada de las máquinas utilizadas por la empresa en la producción de alimento balanceado. Se examinaron las fichas técnicas para determinar la vida útil de la maquinaria y se registraron las horas de paradas, así como las razones de los fallos de cada máquina. Además, se realizó un análisis de criticidad para evaluar los niveles de criticidad de cada equipo. A través del uso de un árbol de fallos, se identificaron las principales fallas de cada una de las máquinas, permitiendo así la identificación de aquellas con mayores problemas. Finalmente, se desarrollaron indicadores de mantenimiento y se analizaron las utilidades no percibidas, utilizando el método AMMEF. [23]

Objetivo 2: Proponer un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L. para reducir ingresos no percibidos

Para proponer un diseño de gestión de mantenimiento, se realizó una revisión bibliográfica, se realizó la documentación cuyo contenido resalta el tipo de mantenimiento con los objetivos de cada uno de ellos, además, que se propone mejoras de acuerdo con los indicadores, planificaciones preventivas y registros obligatorios, según el análisis de riesgos con el objetivo de disminuir los ingresos no percibidos; además, que reducir las averías de las máquinas, la estimación de resultados fue comparada con otras investigaciones a fin de descubrirlos.

Objetivo 3: Analizar económicamente la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L.

Para analizar económicamente la propuesta, se utilizó como guía la investigación de Requejo [6], se realizó las cotizaciones de los costos de capacitaciones al personal encargado de la manipulación de la maquinaria y todas las herramientas empleadas en dicha propuesta con la finalidad de determinar el beneficio económico; además, se registró los ingresos, costos operativos, el costo de mantenimiento para la maquinaria; finalmente, se calculó indicadores como el TIR, VAN, TMAR, B/C, que permitirá conocer la viabilidad del proyecto.

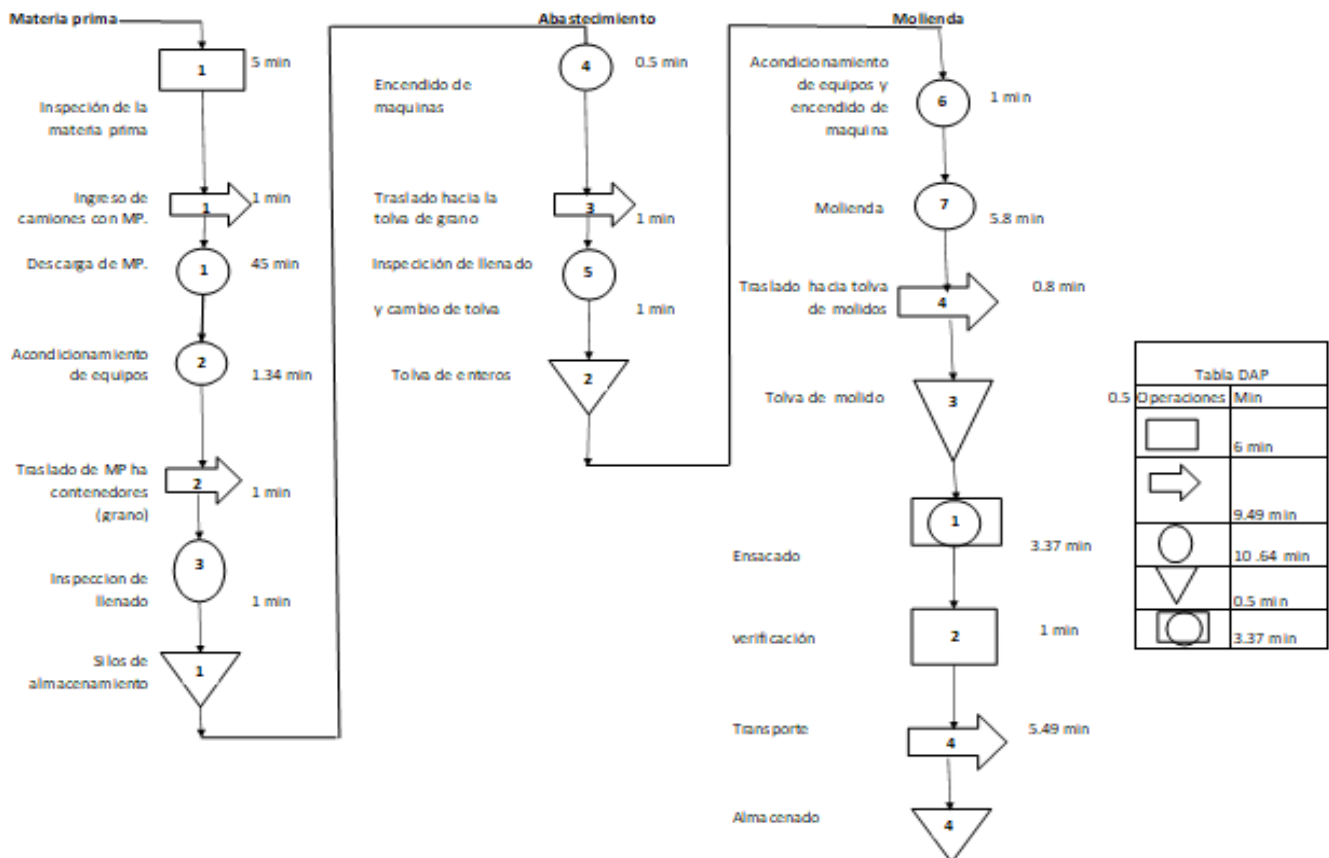
Resultados y discusión

Objetivo 1: Diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento de la empresa consorcio Villegas E.I.R.L.

1. Diagramas del proceso productivo

Para la humanidad contemporánea, el maíz comenzó a ser esencial por su fácil obtención para la alimentación de las diferentes especies. Como el maíz es de granos duros y casi imposible tritularlos con la dentadura, el ser humano se vio en la necesidad de desarrollar herramientas para molerlo tal como es el caso del molino industrial, el cual sufre averías en sus diferentes componentes tales como el elevador, tornillo sin fin, motor, clasificadora, fajas transportadoras entre otras averías, lo cual genera una serie de consecuencias en la producción.

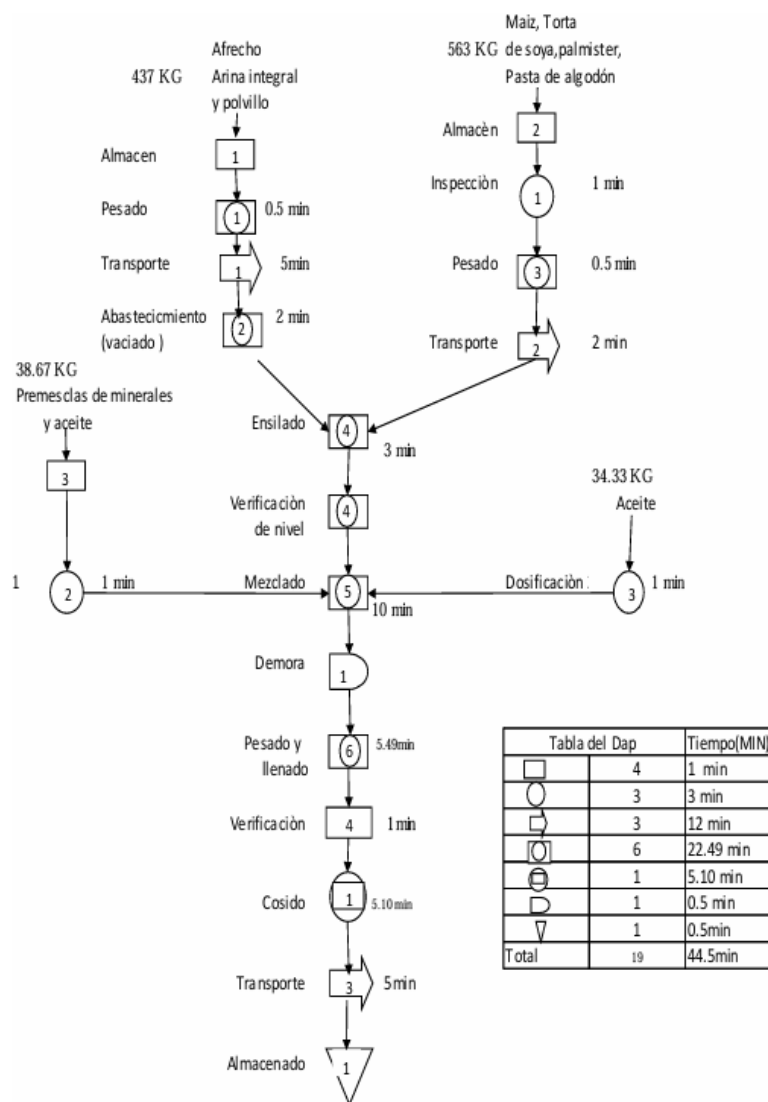
Figura 1: Diagrama de Análisis de molienda de alimentos balanceados en el consorcio Villegas E.I.R.L



Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L

El mezclado es una de las operaciones más importantes del proceso de elaboración de alimentos para animales en el cual para realizar dichas tareas se requieren de maquinaria que se encuentre en óptimas condiciones para realizar dicha actividad; sin embargo, estas mismas pueden sufrir averías en sus componentes como es el elevador, y máquina mezcladora lo que implica que la elaboración de alimentos balanceados se vea perjudicada ya que no va a cumplir con la cantidad requerida.

Figura 2: Diagrama de Análisis de mezclado de alimentos balanceados en el consorcio Villegas E.I.R.L



Fuente Consorcio Villegas E.I.R.L

2. Auditoría de mantenimiento

En la siguiente tabla muestra los resultados que se realizaron a los 11 trabajadores a través de un cuestionario anexo N°1 de auditoría de mantenimiento.

Tabla 1: Resumen de resultados de mantenimiento

Resumen de resultados de mantenimiento	
Puntos analizados con graves deficiencias	68
Puntos analizados con diferencias importantes	25
Puntos analizados susceptibles de mejora	5
Puntos analizados con resultados excelentes	8
Indice obtenido en mantenimiento	105

Elaboración propia

En la tabla N°1 se observa que de acuerdo con las 105 preguntas de la auditoría realizada a los trabajadores los puntos con mayor deficiencia de acuerdo al promedio es de 68 y los puntos con deficiencias importantes es de 25 los cuales con la auditoría se han podido evidenciar.

3. AMEF y reporte de fallos

Para tener un conocimiento sobre el historial de fallos, es importante crear un historial del mismo, para tener un conocimiento de todos los fallos que se dieron durante el periodo analizado (Ver Anexo 3). Asimismo, se ha realizado el AMEF (Ver Anexo 4-18), para analizar las fallas que se vienen presentado, así como el NPR que se presenta. Para realizar dicha escala de NPR se tiene la investigación que nos brinda [1], dicha escala ubica en un rango del 1 al 10 a los tres criterios a evaluar. Asimismo, para el cálculo del NPR se tiene el que nos brinda [2], en el cual afirma que para un NPR mayor a 300 requiere de acciones inmediatas. Para un NPR entre los valores de 200-125 se requiere una reducción y para los valores menores a 125 se considera aceptable.

4. Producción de alimento balanceado

La empresa consorcio Villegas en los últimos 6 meses elaboro 16 tipos de alimentos balanceado las cuales para vacunos se tiene (alta, media, parto, crecimiento y estándar), para porcinos (crecimiento, inicio, engorde, gestante, mantenimiento y gestante) y para aves (crecimiento, engorde, inicio, postura y maíz molido), para poder cubrir con las necesidades de los consumidores la cuales se muestran en la tabla 1.

Tabla 2: Producción de alimento balanceado de 50 kg entre el periodo marzo-agosto 2022 en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L

VARIETADES DE ALIMENTO BALANCEADO			
Periodo	Producto	Cantidad kg	Cantidad en sacos
Alimento balanceado vacuno	Alta Vacuno	423200	8464
	Media Vacuno	716000	14320
	Parto Vacuno	36050	721
	Crecimiento Vacuno	114400	2288
	Estándar vacuno	311000	6220
	Vacuno total	1600650	32013
	Alimentos balanceados Porcinos	Crecimientos cerdos	159000
Engordes cerdos		13050	261
Inicios cerdos		12000	240
Manteniendo cerdos		2050	41
Lactantes cerdos		24000	480
Gestante cerdos		31000	620
Cerdos totales		241100	4822
Alimentos balanceados aves	Postura aves	9000	180
	Crecimiento aves	17000	340
	Engorde aves	24000	480
	Inicio aves	2000	40
	Maíz molido	1200000	24000
	Aves total	1252000	25040
Total		3093750	61875

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L.

5. Estudio de tiempos y tipo de mantenimiento

5.1. Tiempo de averías de las maquinas

Como se evidencia en la tabla N°3 el tiempo de que la maquinaria no labora es de 162 horas en los meses de marzo a agosto las cuales no laboran en la empresa por lo que hay tiempos improductivos y los trabajadores dejan de trabajar puesto que la empresa solo realiza mantenimiento correctivo tal como se evidencia; es decir, no tienen tiempos establecidos para realizar mantenimiento. Es por ello, en el mes de marzo y agosto son los tiempos donde más tiempos de espera por averías se evidenció.

Tabla 3: Historial de fallas de la maquinaria en el periodo Marzo-Agosto2022 en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L.

Mes	Tiempo De Reparación (horas)	Fallas (Cantidad)	Adicción
Marzo	40	5	Correctivo No Planificado
Abril	28	7	Correctivo No Planificado
Mayo	15	10	Correctivo No Planificado
Junio	10	7	Correctivo No Planificado
Julio	27	11	Correctivo No Planificado
Agosto	42	4	Correctivo No Planificado
Total	162	44	

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L.

5.2. Fichas de maquinaria y sus especificaciones

Por otro lado, en la tabla N. °4 se muestra que solo realizan mantenimiento correctivo no planificado es decir que solo se realizan cuando hay averías lo cual afecta de manera directa a la producción ya que al no estar planificado genera que la empresa tenga que dejar de laborar por el fallo de laguna de estas máquinas.

Tabla 4: Maquinaria y o equipos en la etapa de molido

Área o etapa	Maquinaria	Función de la maquinaria	Fallas 2022	Tiempo de inactividad (horas)	Modelo y especificaciones				Mantenimiento brindado
					Marca:	Wuhan Augus Imp & Exp Trading Co. Ltd.	Capacidad de diseño:		
MOLIDO	Elevador I	Transporta los granos de maíz a la tolva	2	11	Motor:	Eléctrico	Potencia	24 kW	correctivo
					Años de antigüedad:	9	Cantidad:	1	
					Modelo:			SMAZI-3	
					Marca:	Wuhan Augus Imp & Exp Trading Co. Ltd.	Capacidad de diseño:	(250kg/hora)Partido (700kg/h)	
	molino	muele los granos de maíz	10	31	Motor:	Eléctrico	Potencia	24 kW	correctivo
					Años de antigüedad:	9	Cantidad:	196Kg	
					Modelo:			MM4-INOX	
					Marca:	Peruminov SV-100-COM	Capacidad de diseño:	400-600t/h	
	clasificadora	se encarga de separ las impurezas	4	14	Motor:	Eléctrico	Potencia	1.5 HP	correctivo
					Años de antigüedad:	9	Cantidad:	1	
					Modelo:			CVG 40-50 AC	
					Marca:	Penagos	Capacidad de diseño:	8 t/h	
	transportador de tornillo sin fin	transporta los granos de maíz	2	12	Motor:	Eléctrico	Potencia	1,5 kW	Correctivo
					Años de antigüedad:	1	Cantidad:	1	
					Modelo:			SNF-TRA	
					Marca:	Wuhan Augus Imp & Exp Trading Co. Ltd.	Capacidad de diseño:	10 t/h	
	Elevador II	Transporta el maíz molido a contenedores	3	10	Motor:	Eléctrico	Potencia	24 kW	Correctivo
					Años de antigüedad:	9	Cantidad:	1	
Modelo:					SMAZI-3				
Marca:					Wuhan Augus Imp & Exp Trading Co. Ltd.	Capacidad de diseño:	10 t/h		
Elevador III	Transporta los granos de maíz hacia el molino	3	8	Motor:	Eléctrico	Potencia	24 kW	correctivo	
				Años de antigüedad:	9	Cantidad:	1		
				Modelo:			SMAZI-3		
				Marca:	Wuhan Augus Imp & Exp Trading Co. Ltd.	Capacidad de diseño:	10 t/h		

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L.

En la tabla N°5 se muestra las fichas técnicas del área de mezclado con melaza, en esta etapa se describe la maquinaria utilizada para la elaboración de alimentos balanceados.

Tabla 5: Maquinaria y o equipos en la etapa de mezclado con melaza

Área o etapa	Maquinaria	Función de la maquinaria	Fallas 2022	Tiempo de inactividad (horas)	Modelo y especificaciones				Mantenimiento brindado
					Marca:	Wuhan Augus Imp & Exp Trading Co. Ltd.	Capacidad de diseño:		
mezclado I	Elevador Iv	transportar los insumos a las tovas	4	10	Motor:	Eléctrico	Potencia	24 kW	correctivo
					Años de antigüedad:	9	Cantidad:	1	
					Modelo:			SMAZI-3	
					Marca:	meelko	Capacidad de diseño:	1 t/h	
	mezcladora	se encarga de mezclar alimnetos para porcinos , esta mezcladora trabaja con melasa	2	12	Motor:	Eléctrico	Potencia	7.5kw	correctivo
					Años de antigüedad:	9	Cantidad:	1	
					Modelo:			L500 Motorr	
					Marca:	Wuhan Augus Imp & Exp Trading Co. Ltd.	Capacidad de diseño:	10 t/h	

Fuente 1: Consorcio Villegas E.I.R.L.

En la tabla N°6 se muestra las fichas técnicas del área de mezclado con melaza, en esta etapa se describe la maquinaria utilizada para la elaboración de alimentos balanceados.

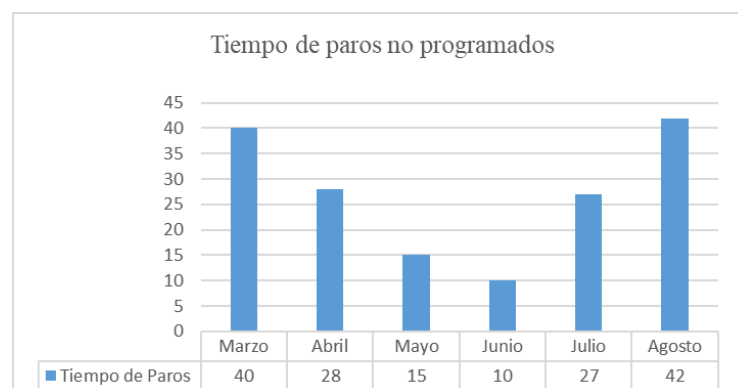
Tabla 6: Maquinaria y o equipos en la etapa de mezclado con aceite

Área o etapa	Maquinaria	Función de la maquinaria	Fallas 2022	Tiempo de inactividad (horas)	Modelo y especificaciones				Mantenimiento brindado
					Marca:	Wuhan Augus Imp & Exp Trading Co. Ltd.	Capacidad de diseño:	10 t/h	
Mesclado II	Elevador VI	transportar los insumos a las tovas	6	14	Motor:	Eléctrico	Potencia:	24 kW	correctivo
					Años de antigüedad:	9	Cantidad:	1	
					Modelo:		SMAZI-3		
					Marca:	meelko	Capacidad de diseño:	1 t/h	
	mescladora	se encarga de mezclar alimnetos para porcinos , esta mecladora trabaja con aceite	5	12	Motor:	Eléctrico	Potencia:	7.5kw	correctivo
					Años de antigüedad:	9	Cantidad:	1	
					Modelo:		L500 Motorr		
					Marca:	meelko	Capacidad de diseño:	1 t/h	

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L.

En la figura N°3, se muestra que los meses más críticos por paros no programados son los meses de marzo y agosto donde más pérdidas se obtuvieron; además, de pago y tiempo ocioso para los trabajadores e incumplimiento de los pedidos.

Figura 3: Tiempos de paros no programados entre el periodo Marzo-agosto 2022



Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L.

6. Ambiente

En el anexo 2, se observa un desorden en el área de producción, debido a ello, la maquinaria se ve afectada; además, causa grandes problemas al producto final ya que puede contaminarlo y el nivel de calidad de la empresa; además, que esto causa el deterioro de más máquinas.

En el anexo 2, se muestra el desorden en el área del molido por falta de mantenimiento; lo cual, puede causar que la vida útil de dicha maquinaria se vea afectada; además, que va a causar tiempos improductivos ya que el personal tendrá pérdida de tiempo al trasladarse para realizar sus actividades.

En el anexo 2, se muestra que las máquinas se encuentran en mal estado debido a que, tienen acumulación de polvo lo cual afecta a la maquinaria conllevando a causar paros por averías.

7. Análisis de criticidad de las máquinas

Se desarrolló la evaluación del análisis de criticidad teniendo en cuenta las maquinarias que hacen posible el proceso de elaboración de alimentos balanceado, la lista de máquinas sometida a evaluación es la siguiente:

Tabla 7: Máquinas presentes en el proceso de elaboración de alimentos balanceados.

	MÁQUINA	Tiempo de uso (h/d)
M1	Elevador 1	8
M2	Molino	8
M3	Clasificadora	8
M4	Transportador de tornillos sin-fin	8
M5	Elevador 2	8
M6	Elevador 3	8
M7	Elevador 4	8
M8	Mezcladora 1	8
M9	Elevador 5	8
M10	Mezcladora 2	8

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación de la maquinaria de la empresa se necesitan datos correspondientes como el tiempo de uso, el registro de frecuencia de fallas, tiempo necesario para reparar, repuestos empleados, cantidad de repuestos, costo de repuesto, (anexo 5) .

Para poder realizar las ponderaciones de los parámetros del Análisis de criticidad es necesario utilizar la rúbrica de evaluación (anexo 3).

Los análisis de cada una de las maquinarias se encuentran en el anexo 19 quedando como resultado el resumen identificando los niveles de criticidad.

Obteniendo como resultado las máquinas más críticas a evaluar, que son las que obtuvieron un puntaje mayor de criticidad, dentro de ellas tenemos, elevador 1, elevador 3 y mezcladora 2. (Ver anexo 4)

Figura 4: Clasificación de la segmentación de los niveles de criticidad

SEGMENTACIÓN DE LOS NIVELES DE CRITICIDAD DE MÁQUINAS								
MÁQUINA	Elevador	Molino	Clasificadora	Transportador	Elevador	Elevador	Elevador	Mezclador
	1			de tornillos sin-fin	2	3	4	1
Puntuación	70	100	70	106	105	70	70	115

Elaboración propia

se muestra cada una de las máquinas con su porcentaje y la acumulación donde 7 máquinas son las que están representando menor de 100 % de criticidad las cuales son el molino, mezcladora 1, mezcladora 2 clasificadora, transportador de tornillos sin-fin y el elevador 5 e 1.

Así también, los árboles de fallos se pueden ver en el anexo 3.

8. Ingresos no percibidos

8.1. Unidades no procesadas

En la tabla N.º 8, se determinó las unidades no procesadas teniendo en cuenta la máxima capacidad de producción en un día que son 25 toneladas en una jornada de 8 horas diarias y el total de horas perdidas por paros inesperados en los últimos 6 meses de los periodos Marzo-Agosto.

Tabla 8: Unidades no procesadas en el periodo Marzo-Agosto2022

	Máxima producción en el día	Tiempo de producción diaria (Horas)	Unidades (sacos/Hora)	Tiempo de paro (Hora)	Unidades no procesadas
Alimento balanceado en sacos (50kg)	500	8	62.5	162	10 125

Fuente 2: Consorcio Villegas E.I.R.L.

8.2. Precio de venta por variedades de producto

En la tabla N.º 9 se determinó los costos de cada tipo de productos balanceados para así determinar los ingresos no percibidos de la empresa.

Tabla 9: Precio por cada una de las variedades de comida balanceada de 50kg

Producto	Peso (kg)	Precio de producción (S/.)	Precio de venta (S/.)
Alta Vacuno	50	68.5	75
Media Vacuno	50	63.5	70
Preparto Vacuno	50	71.5	78
Crecimiento Vacuno	50	61.5	68
Estándar vacuno	50	58.5	65
Crecimientos cerdos	50	106	112.5
Engordes cerdos	50	98.5	105
Inicios cerdos	50	133.5	140
Manteniendo cerdos	50	93.5	100
Lactantes cerdos	50	98.5	105
Gestante cerdos	50	93.5	100
Postura aves	50	98.5	105
Crecimiento aves	50	98.5	105
Engorde aves	50	93.5	100
Inicio aves	50	108.5	115
Maíz molido	50	70.5	77

Fuente 3: Consorcio Villegas E.I.R.L.

8.3. Ingresos mensuales no percibidos

En la tabla N.º 10: se determinó los ingresos no percibidos, mediante los 6 meses, asimismo se calculó la utilidad bruta por unidades no procesadas de cada uno de los meses. En la cual se observa que existe un total de S/962 191,00 de ingresos no percibidos, así como un total de S/65 812.50 de utilidades brutas que la empresa no percibe.

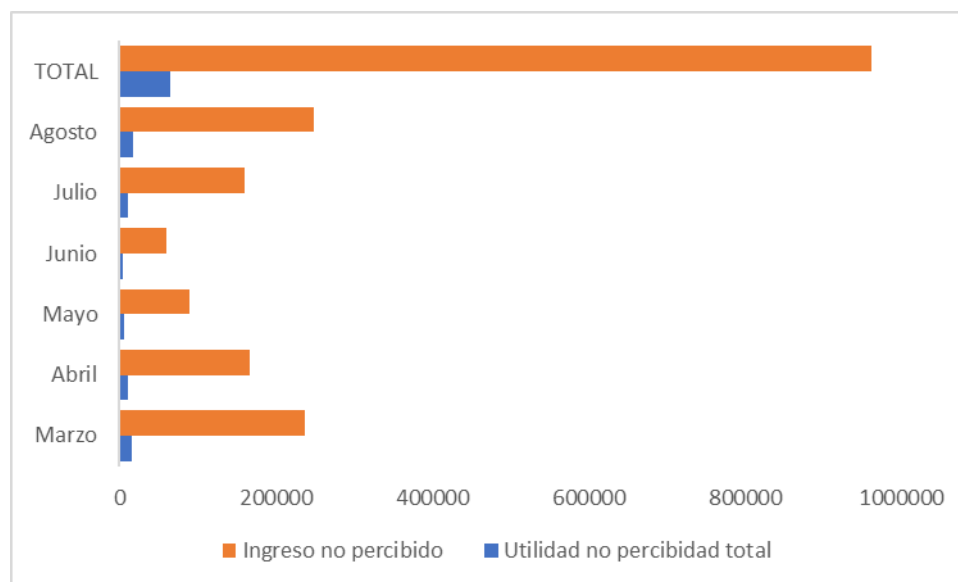
Tabla 10: Ingresos y utilidades no percibidas de los meses de marzo- agosto 2022

MES	Tiempo de Paros (horas)	Cantidad de paradas	Pérdida de producción	Ingreso no percibido por saco	Utilidad bruta por saco	Utilidad no percibida total	Ingreso no percibido
Marzo	40	5	2500	95	6,5	16250	237578
Abril	28	7	1750	95	6,5	11375	166305
Mayo	15	10	937,5	95	6,5	6094	89092
Junio	10	7	625	95	6,5	4063	59395
Julio	27	11	1687,5	95	6,5	10969	160365
Agosto	42	4	2625	95	6,5	17063	249457
TOTAL	162	44	10125	570,2	39	65813	962191

Fuente 4: Consorcio Villegas E.I.R.L.

En la figura se muestran los picos más altos de los ingresos no percibidos en el mes marzo y agosto, puesto que en esos meses se tuvo el mayor índice de fallas en la maquinaria lo cual la producción se vio afectada por dichas inconvenientes.

Figura 5: Ingresos y utilidades no percibidas entre los periodos marzo-agosto2022



Fuente 5: Consorcio Villegas E.I.R.L.

8.4. Costos de mano de obra improductiva

En la tabla N.º 11 se muestra las pérdidas causadas por los tiempos improductivos causados por las máquinas que se malogran o sufren algún daño mediante los tiempos de producción causando así una pérdida de S/11137.50.

Tabla 11: costos de producción por mano de obra improductiva

Mes	N° operarios	Total, de Horas por mes	Tiempos muertos por parada de maquinaria	Costos de operario por mes	Costos de operarios por hora	Total, de perdidas por operario no activo por hora	Costo total por paradas improductivas
Marzo	11	192	40	1,200	6.25	250	2,750
Abril	11	192	28	1,200	6.25	175	1,925
Mayo	11	192	15	1,200	6.25	93.75	1,031.25
Junio	11	192	10	1,200	6.25	62.50	687.50
Julio	11	192	27	1,200	6.25	168.75	1,856.25
Agosto	11	192	42	1,200	6.25	262.50	2,887.50
Total	66	1 152	162	7,200	37.5	1,012.50	11,137.50

Fuente 6: Consorcio Villegas E.I.R.L.

8.5. Costos por contratación a terceros

En la tabla N.º 12 se presenta los costos por mano de obra de los trabajadores técnicos especialistas contratados para realizar las reparaciones respectivas a la maquinaria debido a que la empresa no cuenta con un especialista en mantenimiento o técnico para realizar las intervenciones a lo que conlleva que la empresa tenga costos extras.

Tabla 12: Costos de mano de obra por terceros en el periodo Marzo-agosto 2022

Mes	Personal encargado de la maquinaria	costo mensual de mano de obra (s)
Marzo	Técnico especialista	1,000
Abril	Técnico especialista	4,050
Mayo	Técnico especialista	870
Junio	Técnico especialista	400
Julio	Técnico especialista	2,150
Agosto	Técnico especialista	1,800
Total		10,270

Fuente 7: Consorcio Villegas E.I.R.L.

8.6. Costo de materiales

En la tabla N.º 13: se especifican los costos de los materiales y/o repuestos necesarios para realizar la reparación de la maquinaria, realizando mantenimiento correctivo y dejando a la maquinaria en su correcto funcionamiento.

Tabla 13: Costo de repuestos en el periodo Marzo-Agoato2022

Mes	Cantidad De Fallas	Costo Total De Repuestos
Marzo	6	S/ 750
Abril	7	S/ 300
Mayo	5	S/ 260
Junio	2	S/ 587
Julio	3	S/ 3,201
Agosto	6	S/ 1,53 5
Total		S/ 6,633

Fuente 8: Consorcio Villegas E.I.R.L.

En la tabla N.º 14 se muestran los costos totales que la empresa enfrenta al no contar con un plan de mantenimiento, siendo un total de S/ 93 853 lo que consorcio Villegas estaría perdiendo por los paros inesperados que mes a mes ha venido teniendo.

Tabla 14: Resumen de los costos totales del diagnóstico

Item	Total (S/)
Utilidades no percibidas	65812,5
Costo de mano de obra	11113,5
Costo total de mantenimiento:	16903
-Costo de mano de obra por terceros	10270
-Costo total de repuestos	6633
Total	93853

Fuente 9: Consorcio Villegas E.I.R.L.

8.7. Productividad

Para poder determinar la productividad se tiene en cuenta la producción real en sacos mensual de la elaboración de alimento balanceado y las horas reales de producción en ese tiempo. También se evidencia la producción esperada de un jornal de trabajo de 8 horas en 24 días sabiendo que por cada hora la producción máxima es de 62.5 sacos

Tabla 15: Producción real y producción esperada

Mes	Producción esperada (sacos)	Producción real (sacos)	Horas programadas	Tiempos muertos	Horas reales
Marzo	12000	9500	192	40	152
Abril	12000	10250	192	28	164
Mayo	12000	11062.5	192	15	177
Junio	12000	11375	192	10	182
Julio	12000	10312.5	192	27	165
Agosto	12000	9375	192	42	150
Total	72000	61875	1152	162	990

Fuente 10: Consorcio Villegas E.I.R.L.

8.8.MTBF = Tiempo de actividad total / # de averías

Tabla 16: Tiempo entre falla de los equipos en el periodo de marzo-Agosto2022

ETAPA	TIEMPO DE REPARACIÓN(h)	FALLOS	MTBF	
Marzo	40	5	8.0	6.0
Abril	28	7	4.0	4.3
Mayo	15	10	1.5	3.0
Junio	10	7	1.4	4.3
Julio	27	11	2.5	2.7
Agosto	42	4	10.5	7.5

Fuente 11: Consorcio Villegas E.I.R.L.

En la tabla N.º 16 nuestro el tiempo entre falla del periodo marzo a agosto donde se puede evidenciar que el mes que tuvo más averías fue el mes de julio con 11 fallas.

8.9. Disponibilidad

Finalmente, se tiene detallado la disponibilidad de la maquinaria en lo periodo de marzo-agosto del año 2022.destando que el mes que tuvo menos disponibilidad es el mes agosto con un 74%.

Tabla 17: Disponibilidad total de los equipos en el periodo de marzo-Agosto2022

Mes	Horas programas	Horas de paro	Disponibilidad (%)
Marzo	192	40	75%
Abril	192	28	83%
Mayo	192	15	91%
Junio	192	10	94%
Julio	192	27	83%
Agosto	192	42	74%
total	1152	162	

Fuente 12: Consorcio Villegas E.I.R.L.

8.10. Indicadores del mantenimiento

Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) para lo cual se considera el tiempo entre fallas (TBF) y el número de fallas durante el periodo.

Tiempo Medio Para Reparar (MTTR) para lo cual se considera el tiempo para reparar (TTR) y el número de fallas durante el periodo.

Tabla 18: Confiabilidad y Mantenibilidad Marzo - agosto 2022

Maquina	Tiempo programado	ΣTTR (h)	ΣTBF (h)	Nº de Fallas (n)	MTBF (h)	MTRR (h)
Elevador 1	1152	11	1141	2	576	5,5
Molino	1152	31	1121	10	115,2	3,1
Clasificadora	1152	14	1138	4	288	3,5
Transportador de tornillos sin-fin	1152	12	1140	2	576	6
Elevador 2	1152	10	1142	3	384	3,3
Elevador 3	1152	8	1144	3	384	2,7
Elevador 4	1152	10	1142	4	288	2,5
Mezcladora 1	1152	12	1140	2	576	6
Elevador 5	1152	14	1138	6	192	2,3
Mezcladora 2	1152	12	1140	5	230,4	2,4

Fuente 13: Consorcio Villegas E.I.R.L.

En la tabla N.º 18 se observa que el tiempo programado para cada máquina es de 1152 horas con un tiempo promedio para reparar de 3.73 horas. también se observa que el que con más tiempo que tarda para estar en condiciones operativas es de 31 horas lo cual es el molino.

8.11. Indicadores de productividad

Tabla 19: Productividad horas - hombre de la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L

Mes	Producción (Kg)	Producción(sacos)	Producción qq*50	Mano de Obra (h)	Productividad M.O
Marzo	475 000	9 500	475 000	152	31,25
Abril	512 500	10 250	512 500	164	31,25
Mayo	553 125	11 062,5	5 531,25	177	31,25
Junio	568 750	11 375	5 687,50	182	31,25
Julio	515 625	10 312,5	5 156,25	165	31,25
Agosto	468 750	9 375	4 687,50	150	31,25
PROMEDIO	515 625	10312,5	5 1562 5	165	31,25

Elaboración propia

En la tabla N.º 19 se muestra la producción mensual con un promedio de 10312,5 sacos mensuales y una productividad de 31,25 mensualmente.

PRODUCTIVIDAD=producción total horas de mano de obra

PRODUCTIVIDAD=5156,25/165

PRODUCTIVIDAD=31,25 qqh=h

Tabla 20: Productividad de la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L.

Mes	Producción esperada (Sacos)	Producción real (kg)	Horas programadas (h)	Horas reales (h)	Productividad (%)
Marzo	12 000	475 000	192	152	50%
Abril	12 000	512 500	192	164	50%
Mayo	12 000	553 125	192	177	50%
Junio	12 000	568 750	192	182	50%
Julio	12 000	515 625	192	165	50%
Agosto	12 000	468 750	192	150	50%
TOTAL	72 000	61 875	1 152	990	50%

Elaboración propia

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{tiempo de trabajo}}$$

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = 990 / 1152 \cdot 61875 / 2000$$

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = 50\%$$

Contamos con una eficiencia de 90% y una eficacia de 73%, lo que nos genera una productividad del 66%.

Objetivo 2: Proponer un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa consorcio Villegas E.I.R.L. para reducir ingresos no percibidos.

Capacitaciones al personal

1.1. Objetivos

- a) Adquirir conocimientos teóricos y prácticos sobre temas de equipos en planta y mantenimiento.
- b) Desarrollar habilidades técnicas o profesionales necesarias para realizar tareas específicas.
- c) Mejorar la eficiencia y la productividad en el desempeño laboral.
- d) Actualizar y mantener actualizados los conocimientos en máquinas y mantenimiento.
- e) Fomentar el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades de comunicación.
- f) Promover la adopción de nuevas tecnologías o prácticas innovadoras.
- g) Cumplir con los requisitos legales o normativos.

1.2. Cronograma de capacitaciones

Es esencial contar con un personal capacitado y eficiente que pueda llevar a cabo las actividades de mantenimiento de manera rápida y sin comprometer la calidad. Por lo tanto,

resulta imprescindible que la empresa cuente con un plan que promueva el desarrollo de habilidades necesarias para la correcta realización de las tareas de mantenimiento.

El diseño de un plan de capacitación para los trabajadores tendrá un impacto efectivo en el desempeño de la empresa, ya que permitirá mejorar las habilidades no desarrolladas, aumentar la eficiencia en el trabajo y adquirir nuevos conocimientos. Además, es recomendable que los colaboradores cuenten con un manual formal que establezca los procedimientos para llevar a cabo sus actividades, y posteriormente se implemente un plan en el cual los especialistas compartan sus conocimientos con los empleados a su cargo.

Los temas de capacitación se pueden ver en el anexo 7. Asimismo, se llevarán a cada con cada uno de los trabajadores, es por ello por lo que, destacaremos cada uno de los temas de capacitación claves, los objetivos que buscamos alcanzar y cómo estas capacitaciones pueden contribuir al crecimiento de la empresa. Por otro lado, estas capacitaciones se darán mensualmente durante el año 2024 desde los meses de enero a diciembre. (anexo 8)

1.3. Cronograma de mantenimiento

mantenimiento eficiente conlleva la salvaguarda y conservación de las inversiones, la garantía de la productividad y la seguridad en la prestación del servicio.

Discusión De Resultados

Al realizar un diagnóstico con técnicas y herramientas, como el análisis de árbol de falla, AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Falla), y el diagrama Ishikawa, además de una auditoría. El primer objetivo es identificar problemas en la empresa, incluyendo las utilidades no percibidas y los altos costos de mantenimiento correctivo, lo cual se debió a la falta de un sistema de gestión de mantenimiento, sin embargo, también en la investigación se menciona que la empresa sufre continuamente averías con una frecuencia significativa de 1 a 5 averías diarias en los últimos meses lo que afecta la producción y la confianza de los clientes. También se menciona una brecha entre la producción esperada y la producción real de alimentos balanceados de 3 600 000 kilogramos lo que se desea producir y lo que la empresa produce es de 3 093 750 kilogramos de los diferentes tipos de alimento balanceado, obteniendo pérdidas de 506 250 las cuales se puede solucionar con la aplicación de sistema de gestión de mantenimiento por otro lado tenemos la investigación de Zhang T y Chin J [4], este estudio se basa en un enfoque descriptivo no experimental que busca evaluar la situación actual de la empresa y proponer un sistema de gestión de mantenimiento basado en los indicadores de Overall Equipment Effectiveness (OEE) obteniendo como resultado mejora del 31,86% en la productividad de la empresa, con una producción diaria proyectada de sacos de polipropileno. Además, se menciona un beneficio financiero estimado de 14,43 soles por cada sol invertido en la mejora.

Del estudio investigado de Geldres R [11], donde se utiliza el enfoque del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad del mezclador de dosificación, el cual aplica el análisis de modos y efectos de falla para identificar problemas antes de que ocurran con lo cual se logra aumentar la disposición del mezclador de dosificación del 92.9% al 96% mediante la implementación del RCM. Esto demuestra que el enfoque RCM puede tener un impacto positivo en la disponibilidad de estos. Por otro lado, si realizamos una comparación con la investigación con un diagnóstico de árbol de fallas, análisis de modo y efecto y otras herramientas con la aplicación de estas se logra identificar a la maquinaria que se encuentra en estado más críticas con las fallas en componentes como las fajas desgastadas de los elevadores, martillos en mal estado y rodillos desgastados son claramente problemas recurrentes. Estas fallas no solo causan interrupciones en la producción, sino que también pueden aumentar los costos de reparación y los gastos en repuestos, como se refleja en los datos cuantitativos de S/ 68 540,50 soles en los últimos seis meses. La aplicación de mantenimiento

preventivo no solo reducirá los costos asociados con estas fallas, sino que también aumentará la producción, como evidencian los datos cuantitativos de reducción de costos en los últimos seis meses.

El segundo objetivo en la presente investigación tiene como objetivo proponer un sistema de gestión de mantenimiento ante la presencia de fallas y horas de parada en el proceso de producción, donde se propone la implementación de mantenimiento preventivo, donde no solo reducirá los costos, sino que también mejorará la competitividad de la empresa al garantizar una producción más constante y la satisfacción del cliente con una disponibilidad de 95% y confiabilidad de 48 % y una confiabilidad de , asemejándose a la solución brindada por Timoteo [10], donde se enfocó en la implementación de planes de mantenimiento preventivo, utilizando herramientas como el análisis de criticidad para priorizar acciones en el que presenta mejoras significativas en la disponibilidad, confiabilidad y reducción de horas de parada. La implementación del plan condujo a un aumento del 5.5% en la disponibilidad, una confiabilidad del 48.2% y una reducción de las horas de parada de 544.5 a 220.5 horas. Cabe recalcar que para complementar se elaboraron instructivos de mantenimiento para cada máquina.

Al analizar el tercer objetivo se tuvo que en la investigación de Iparraguirre C [24], donde se utilizando herramientas de ingeniería industrial para eliminar o reducir tareas que no generan valor, lo cual al implementar el mantenimiento preventivo se tiene una ganancia total significativa de S/132,404, un Valor Actual Neto (VAN) de S/17,727, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 52.88%, un Beneficio-Costo de 1.71 y un Periodo de Retorno de Inversión (PRI) de 6 meses en la investigación. En comparación con el estudio realizado donde aplicando las herramientas de manteamiento se obtuvo una ganancia significativa donde evaluación económica realizada con el consorcio Villegas indica un beneficio adicional de S/0.46 por cada sol invertido, con un resultado de S/1.46 en términos de costo-beneficio y una tasa de retorno de 2,46 meses.

Implementación de equipos y herramientas para mantenimiento

En la Tabla 56, se detalla el costo que se tendría que realizar para comprar los materiales y equipos, para tener stock de seguridad poder ejecutar el plan de mantenimiento preventivo para la empresa consorcio Villegas.

Tabla 24: Costo anual de los repuestos y materiales para la gestión de mantenimiento preventivo

Equipos y herramientas para el área de mantenimiento	Cantidad (Unid)	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Trapo industrial	12	6,00	72.00
Taladro Bosch Percutor 650W + Set X-Line 34 Piezas GS...	1	200.00	200.00
Kit de herramientas	1	700.00	700.00
EPP'S(guantes)	8	27.90	223.20
Lubricante	6	97.50	585.00
Barniz	1	125.00	125.00
Cuchillas	1	72.90	72.90
Rodamientos	4	270.90	1 083.60
Cangilones	4	120.00	480.00
Grasa Amalie	2	22.20	44.40
zaranda	2	5.00	10.00
Martillos	2	55.00	110.00
Fajas	2	50.00	100.00
Rodajes	10	17.00	170.00
Cadena	2	158.70	317.40
Máquina soldar Esab SKU:288637-5	1	1 200.00	1 200.00
Esmeril DeWalt Angular Industrial DWE	1	450.00	450.00
COSTO TOTAL			5 943.50

Elaboración propia

Costo de capacitaciones para el personal

Todo el personal recibirá capacitación en sus responsabilidades relacionadas con temas de mantenimiento. Además, se llevará a cabo un programa de formación para los encargados de la maquinaria, con el objetivo de mejorar sus habilidades y competencias, de manera que puedan mantener niveles óptimos de eficiencia en el área de producción. Estas capacitaciones serán impartidas por un especialista altamente calificado en el tema y se llevarán a cabo de manera regular, con sesiones programadas cada dos meses de manera presencial.

Tabla 25: Costo de capacitaciones presencial

TEMAS	COSTO
MEJORA CONTINUA	500
Herramientas básicas de calidad	
Habilidades blandas	
Planificación e implementación de mejora	
SEGURIDAD	500
Equipos y disposición de seguridad	
Seguridad y productividad	
Llenado de documentos ATS, check list de equipos	
MANTENIMIENTO	500
Locación e identificación de fallas	
Reconocimiento de equipos y componentes.	
Simbología de hojas de decisión	
Entrenamiento en la calibración y mantenimiento de equipos de medición	
Identificación y resolución de problemas frecuentes en los Equipos de producción de alimento balanceado	
Gestión eficiente de inventarios de repuestos y materiales, técnicas de almacenamiento y control de stock, y seguimiento de proveedores para garantizar la disponibilidad oportuna de repuestos críticos	
MOTIVACION	500
Solución efectiva de problemas	
Trabajo en equipo	
COSTO TOTAL, DE CAPACITACIÓN	2000

Elaboración propia

En la tabla 57 se muestra que el costo total de los 11 operarios de producción la capacitación será de S/ 3 000 a lo largo de los 12 meses con respecto a la planificación de los temas con respecto al cronograma.

Resultados del análisis costo beneficio para la propuesta

Los valores del TIR, VAN, y B/C de la propuesta del mantenimiento preventivo en los generadores de la empresa se revisan a continuación, los cálculos se encuentran en el anexo 13.

Tabla 26: Personal calificado para la ejecución del mantenimiento preventivo

Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	MONTO
Cálculo del VAN	S/17 582.38
Costo de oportunidad del capital (COK)	13%
Cálculo del TIR	43. 35%
Cálculo del Beneficio/costo	S/ 1.45
PRI	2. 28 Meses

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La investigación se centra en la implementación de una eficiente gestión de mantenimiento en la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L. con el propósito claro de reducir los ingresos no percibidos, lo que conlleva a una disminución de los tiempos de inactividad lo que con ello genera la productividad y la rentabilidad de la empresa incremente. Al aplicar prácticas de mantenimiento efectivas, la empresa puede prevenir averías, mejorar la confiabilidad de los equipos y prolongar su vida útil. Esto se traduce directamente en una disminución de las pérdidas financieras debidas a tiempos muertos no planificados y a la necesidad de reparaciones costosas.

Se diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento, identificando una falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado genera un promedio de 8 fallas mensuales en el área de producción, lo cual ocasiona una pérdida económica significativa. Durante el período marzo-agosto de 2022, se registraron ingresos no percibidos de S/ 68,540.5, lo que representa el 73% de las pérdidas totales de la empresa en ese período. Además, se evidenció que la disponibilidad de la maquinaria se mantiene en un promedio del 86%, mientras que la confiabilidad de los equipos es de solo 22.5 horas, valores que están por debajo de los estándares deseables en el sector industrial.

Se realizó la identificación de las máquinas más críticas mediante la aplicación del método de criticidad. Mediante la aplicación del método de criticidad, se identificaron tres máquinas clave con puntajes superiores a 100, consideradas las más críticas por su alta frecuencia de fallas y tiempos prolongados de inactividad: el elevador 1, la sin fin y la mezcladora 2. La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo permitió reducir en un 60% las horas de parada no planificadas, pasando de 162 horas a 108 horas semestrales, lo cual impacta directamente en la continuidad operativa y la productividad de la empresa. Asimismo, es importante mencionar que el programa de capacitación aumento la eficiencia en el desempeño laboral en un 95%.

La propuesta fue analizada económicamente mediante la evaluación del costo y el beneficio, evidenciando que, por cada sol invertido en la implementación del sistema de mantenimiento

preventivo, se obtiene un retorno de S/ 1.45. Este indicador demuestra la viabilidad y rentabilidad del proyecto, generando un beneficio adicional de S/ 0.45 por cada sol invertido, lo cual fortalece la estabilidad financiera de la empresa y optimiza el uso de recursos.

Recomendaciones

Se sugiere a futuras investigaciones que adopten el plan de mejora propuesto, además que implemente las metodologías de TPM (Mantenimiento Productivo Total) y 5S en el área de producción.

Se recomienda a futuras investigaciones explorar estrategias que incluyan la reducción de gastos, el aumento del volumen de ventas y la eliminación de acciones innecesarias, con el objetivo de potenciar el incremento de las utilidades en una empresa.

Se recomienda que futuras investigaciones se centren en el desarrollo de manera más específica de un sistema de gestión de mantenimiento con el objetivo principal de prevenir posibles retrasos en las actividades operativas y minimizar las incidencias de fallos en la maquinaria.

Referencias

- [1] C. Espinoza and I. Quispe, “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Curahuasi,” 2018. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1295>
- [2] PROMPERÚ, “Ganadería en el Perú: El importante desarrollo ganadero en el Perú.” Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: <https://peru.info/es-pe/inversiones/noticias/5/23/el-importante-desarrollo-ganadero-en-el-peru>
- [3] SENASA, “Lambayeque: Identificación de porcinos y bovinos registra un avance de más del 70%,” Aug. 2021.
- [4] Z. Tian and J. Chin, “Implementing Total Productive Maintenance in a Manufacturing Small or Medium-Sized Enterprise.” Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: <chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/https://www.jiem.org/index.php/jiem/article/download/3286/957>
- [5] K. Estrada, “APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS DE LA EMPRESA DICOVENT S.R.LTDA, PUENTE PIEDRA,” 2017. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12666/Estrada_CKJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [6] J. Requejo, “MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LA LÍNEA DE CONSERVA DE LA EMPRESA PROCESADORA PERÚ SACPARA MINIMIZAR LOS INGRESOS NO PERCIBIDOS,” 2021. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4058/1/TL_RequejoRodriguezJackeline.pdf
- [7] R. Nique, “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LOS INDICADORES DE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA ATLANTICA SRL,” Chiclayo, 2021. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4424/1/TL_%c3%91iqueDavilaRoberto.pdf

- [8] J. González, J. Quijada, M. López, P. Montoya, and A. Hernández, “Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE,” *Ingeniería Industrial*, 2018.
- [9] M. Galarreta, “PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN CONFIABILIDAD EN LA EMPRESA PROCODE S. A. C. PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS,” Chiclayo, 2019. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2624/1/TL_GalarretaCabanillasMaria.pdf
- [10] D. Timoteo, “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa molinera para reducir pérdidas,” USAT, Chiclayo, 2022. Accessed: Nov. 16, 2023. [Online]. Available: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USAT_c7580e8ed493b99e0144b830a4d09625
- [11] R. Geldres, “PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM, PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DEL MEZCLADOR DE DOSIFICACIÓN DE UNA EMPRESA DE ALIMENTOS BALANCEADOS ACUÍCOLA,” Lima, 2019. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23416/Geldres%20Marchena%20Ronald%20Ra%c3%bal.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- [12] J. Coronel, “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la utilidad en la empresa G&B Molinos SAC,” USAT, Chiclayo, 2023. Accessed: Nov. 16, 2023. [Online]. Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/6086/1/TL_CoronelPasaperaJanicke.pdf
- [13] S. Fuentes, “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LOS INDICADORES DE OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA HILADOS RICHARD’S S.A.C.,” Chiclayo, 2015. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/497/TL_Fuentes_Zavala_SebastianMoises.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [14] M. Pérez, “Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento de equipos de soporte de instalación en una empresa que produce y comercializa gas natural,” 2023. Accessed:

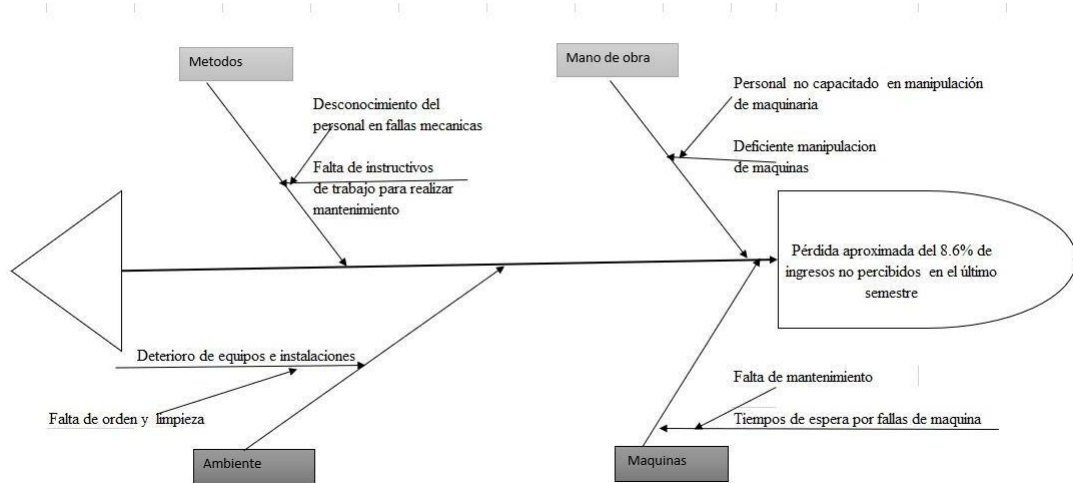
- Sep. 28, 2023. [Online]. Available: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/346806/Tesis%20P%C3%A9rez%20Tello.pdf?sequence=1>
- [15] Si. Vasquez, “Plan de gestión de mantenimiento para reducir los costos operativos de la empresa CORPAMG E.I.R.L. Cajamarca,” Chiclayo, 2019. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46159/Vasquez_PSA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [16] H. Cantoral, “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ QUETZAL,” Guatemala, 2009. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0579_M.pdf
- [17] J. Gonzales, “GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA MECÁNICA DE LA EMPRESA GUVI SERVIS E.I.R.L.,” Pimentel, 2020. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7588/Gonzales%20Grand%20Jorge%20Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [18] R. Farfán, “Propuesta de un plan de mantenimiento autónomo para una Etiquetadora F45 de Envasado PET,” Piura, 2016. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2604/ING_566.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [19] J. Valdivieso, “Diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza S. A. C.,” *Universidad privada del norte*, 2018.
- [20] R. Astete and F. Palomino, “PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS EN LAS UNIDADES CRÍTICAS DEL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO,” 2016. Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: https://www.academia.edu/26478416/TESIS_DE_MANTENIMIENTO
- [21] E. Del Canto and A. Silva, “METODOLOGIA CUANTITATIVA: ABORDAJE DESDE LA COMPLEMENTARIEDAD EN CIENCIAS,” *Rev Cienc Soc*, vol. 3, pp. 25–34, 2013.

- [22] R. Mendoza, “El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado,” *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, vol. 26, pp. 13–21, 2021.
- [23] E. Montalbán, “Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz,” *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, vol. 2, pp. 230–240, 2015.

Anexos

ANEXO 1

Figura 6: Diagrama Ishikawa



Fuente 14: Consorcio Villegas E.I.R.L.

ANEXO 2

Figura 9: Desorden en planta en la máquina mezcladora



Fuente: Consorcio Villegas

Figura 7: Ambiente desordenado en el área de molido



Fuente: Consorcio Villegas

Figura 8: Hacinamiento los motores



Fuente: Consorcio Villegas

ANEXO 3

Figura 10. Reporte de fallas

Número	Mes	Máquina o Equipo	Fallo	Tipo de mantenimiento	Tiempo de parada en producción
1	Marzo	Elevador de transmisión	Sobrecalentamiento de la bobina	Correctivo	6h
2	Marzo	Elevador tubular	Desgaste prematuro de rodamiento del eje motriz	Correctivo	7h
3	Marzo	Mezclador	Alineación incorrecta de la correa	Preventivo	3,5h
4	Marzo	Elevador de transmisión	Fallo en el aislamiento de la bobina	Correctivo	6h
5	Marzo	Elevador tubular	Vibración excesiva en el sistema de soporte	Correctivo	3h
6	Marzo	Mezclador	Acumulación de residuos en el ventilador	Preventivo	3,5h
7	Marzo	Elevador de transmisión	Rodamientos desgastados en el motor	Correctivo	5h
8	Marzo	Elevador tubular	Desalineación del eje	Correctivo	3h
9	Marzo	Mezclador	Lubricación deficiente en el sistema de control de flujo	Preventivo	3h
10	Abril	Elevador de transmisión	Tensión incorrecta en la cadena	Correctivo	10h
11	Abril	Elevador tubular	Suciedad acumulada en el eje motriz	Preventivo	3h
12	Abril	Mezclador	Desgaste de la hélice helicoidal	Correctivo	15h
13	Mayo	Elevador de transmisión	Desgaste de la cadena	Correctivo	14h

14	Mayo	Elevador tubular	Rodamientos con fricción excesiva	Correctivo	30min
15	Mayo	Mezclador	Desalineación de los rodamientos	Correctivo	30min
16	Junio	Elevador de transmisión	Desgaste del aislamiento en la bobina	Correctivo	2h
17	Junio	Elevador tubular	Fallo en el alineador del sin fin	Correctivo	2h
18	Junio	Mezclador	Fallo en el cambio de compuerta	Correctivo	3h
19	Julio	Elevador de transmisión	Rodamientos mal alineados	Correctivo	3h
20	Julio	Elevador tubular	Rediseño deficiente del sistema de transporte	Correctivo	7h
21	Julio	Mezclador	Desgaste en el sistema de transmisión	Correctivo	1h
22	Julio	Elevador de transmisión	Alineación incorrecta del sin fin	Correctivo	1h
23	Julio	Elevador tubular	Cambio ineficiente de las hélices	Correctivo	2h
24	Julio	Mezclador	Rediseño del sistema de enfriamiento	Correctivo	6h
25	Julio	Elevador de transmisión	Limpieza deficiente de la bobina	Preventivo	1h
26	Julio	Elevador tubular	Fallo en el cambio de rodamiento	Correctivo	2h
27	Julio	Mezclador	Acumulación de suciedad en la brida	Preventivo	1h
28	Julio	Elevador de transmisión	Desgaste acelerado de los rodamientos	Correctivo	2h

29	Julio	Elevador tubular	Rediseño ineficiente del sistema de soporte	Correctivo	3h
30	Julio	Mezclador	Fallo en la alineación de la brida	Correctivo	1h
31	Agosto	Elevador de transmisión	Vibración en el motor	Correctivo	2h
32	Agosto	Elevador tubular	Desgaste del alineador del eje	Correctivo	1h
33	Agosto	Mezclador	Falta de lubricación en el sistema de transmisión	Preventivo	1h
34	Agosto	Elevador de transmisión	Desalineación de la cadena	Correctivo	4h
35	Agosto	Elevador tubular	Ruido excesivo en el sistema de transmisión	Correctivo	1h
36	Agosto	Mezclador	Correa desgastada	Correctivo	3h
37	Agosto	Elevador de transmisión	Sobrecalentamiento del motor	Correctivo	4h
38	Agosto	Elevador tubular	Rediseño incorrecto del sistema de transporte	Correctivo	6h
39	Agosto	Mezclador	Cambio inadecuado de la hélice helicoidal	Correctivo	4h
40	Agosto	Elevador de transmisión	Rodamientos sin lubricación	Correctivo	2h
41	Agosto	Elevador tubular	Suciedad en el sistema de soporte	Preventivo	1h
42	Agosto	Mezclador	Falta de alineación en el sistema de unión	Correctivo	2h
43	Agosto	Elevador de transmisión	Desgaste del sistema de ventilación	Correctivo	4h
44	Agosto	Elevador tubular	Desalineación del sin fin	Correctivo	3h
45	Agosto	Mezclador	Fallo en el cambio de cuchillas	Correctivo	4h

ANEXO 4

Figura 11. AMEF Motor - Sistema de inducción

AMEF		Elemento		Motor							
		Componente		Sistema de inducción							
Función		Fallo función		Modo de fallo		Efectos de los fallos		Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1	Inducción de la corriente eléctrica para convertirla en energía mecánica	A	La corriente eléctrica no se convierte en energía mecánica	1	Humedad del ambiente	La humedad del ambiente genera sulfatación en la bobina, dando problemas de inducción.		4	2	7	56
1	Inducción de la corriente eléctrica para convertirla en energía mecánica	A	La corriente eléctrica no se convierte en energía mecánica	2	Falta de limpieza de la bobina	La falta de limpieza de la bobina provoca que haya sulfatación, dando problemas para la inducción.		4	3	7	84
1	Inducción de la corriente eléctrica para convertirla en energía mecánica	A	La corriente eléctrica no se convierte en energía mecánica	3	El aislamiento excedió su vida útil	El aislamiento excedió su vida útil por lo que ocasiona un daño en la bobina, dando problemas para la inducción.		4	3	7	84

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5

Figura 12. AMEF Motor - Sistema de soporte

AMEF		Elemento		Motor							
		Componente		Sistema de soporte							
Función		Fallo función		Modo de fallo		Efectos de los fallos		Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1	Soporte para permitir el movimiento rotativo	A	No se da el movimiento rotativo	1	Rodamientos desalineados del eje	La desalineación de los rodamientos con respecto al eje ocasiona el desgaste de los mismos y dan problemas de soporte.		3	5	7	105
1	Soporte para permitir el movimiento rotativo	A	No se da el movimiento rotativo	2	Rodamientos excedieron su vida útil	Los rodamientos que excedieron su vida útil ocasionan el desgaste de los mismos, dando problemas de soporte.		3	4	7	84

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6

Figura 13. AMEF Cadena – Sistema de transmisión

AMEF		Elemento		Cadena							
		Componente		Sistema de transmisión							
Función		Fallo función		Modo de fallo		Efectos de los fallos		Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1	Transmisión de movimiento para que la cadena gire permitiendo la elevación del polvillo, harina integral y afrecho	A	La cadena no gira elevando la materia prima	1	Exceso de tensión en la cadena	El exceso de tensión en la cadena ocasiona su ruptura dando problemas para la transmisión		3	4	7	84
1	Transmisión de movimiento para que la cadena gire permitiendo la elevación del polvillo, harina integral y afrecho	A	La cadena no gira elevando la materia prima	2	Desalineación de la cadena	La desalineación de la cadena ocasiona su ruptura y genera problemas para la transmisión.		2	5	7	70
1	Transmisión de movimiento para que la cadena gire permitiendo la elevación del polvillo, harina integral y afrecho	A	La cadena no gira elevando la materia prima	3	La cadena excedió su vida útil	La cadena que excedió su vida útil provoca su ruptura y genera problemas para la transmisión.		2	5	7	70

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7

Figura 14. AMEF Sinfín – Sistema de protección

AMEF	Elemento	Sinfín						
	Componente	Sistema de protección						
Función	Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR	
1	Protección para que el sinfín gire y transporte el maíz, torta de soya, palmister y pasta de algodón	El sinfín presenta problemas para girar y elevar la materia prima	Desviación del eje	La desviación del eje ocasiona que el sinfín roce con la estructura, dando problemas de protección.	2	4	7	56

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8

Figura 15. AMEF Sinfín – Sistema de soporte

AMEF	Elemento	Sinfín						
	Componente	Sistema de soporte						
Función	Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR	
1	Soporte para el eje permitiendo que el sinfín gire y transporte el maíz, torta de soya, palmister y pasta de algodón	El eje no tiene un soporte para que el sinfín gire y eleve la materia prima	Desalineación del eje	La desalineación del eje ocasiona el desgaste de rodamientos y fallos en la chumacera, generando problemas de soporte.	2	3	7	42
1	Soporte para el eje permitiendo que el sinfín gire y transporte el maíz, torta de soya, palmister y pasta de algodón	El eje no tiene un soporte para que el sinfín gire y eleve la materia prima	Los rodamientos excedieron su vida útil	Los rodamientos que excedieron su vida útil provocan fallos en la chumacera, generando problemas de soporte.	2	2	7	28

Elaboración propia

ANEXO 9

Figura 16. AMEF Sinfín – Sistema de transmisión

AMEF	Elemento	Sinfín						
	Componente	Sistema de transmisión						
Función	Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR	
1	Sistema que permite transmitir movimiento al sinfín	No se puede transmitir movimiento al sinfín	Falta de limpieza del eje motriz	La falta de limpieza del eje motriz provoca la ruptura del eje motriz dando problemas en el sistema de transmisión	3	2	7	42
1	Sistema que permite transmitir movimiento al sinfín	No se puede transmitir movimiento al sinfín	El eje motriz excedió su vida útil	El eje motriz excedió su vida útil por lo que ocasiona la ruptura del eje motriz, dando problemas para el sistema de transmisión.	3	5	7	105

Elaboración propia

ANEXO 10

Figura 17.AMEF Sinfín – Sistema de transporte

AMEF	Elemento	Sinfín					
	Componente	Sistema de transporte					
Función	Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1 Transporte el maíz, torta de soya, palmister y pasta de algodón	A No se pudo transportar los componentes	1 Elevadas revoluciones	Las elevadas revoluciones provocan la ruptura de las hélices ocasionando problemas en el sistema de transporte	3	3	7	63
1 Transporte el maíz, torta de soya, palmister y pasta de algodón	A No se pudo transportar los componentes	2 Las hélices excedieron su vida útil	Las hélices que excedieron su vida útil provocan su ruptura generando problemas en el sistema de transporte	3	2	7	42

Elaboración propia

ANEXO 11

Figura 18.AMEF Motor - Sistema de inducción

AMEF	Elemento	Motor					
	Componente	Sistema de inducción					
Función	Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1 Inducción de la corriente eléctrica para convertirla en energía mecánica	A La corriente eléctrica no se convierte en energía mecánica	1 Variación en la tensión	El aislamiento expuesto a variaciones en la tensión ocasiona que la bobina se queme, generando problemas para la inducción.	4	2	7	56
1 Inducción de la corriente eléctrica para convertirla en energía mecánica	A La corriente eléctrica no se convierte en energía mecánica	2 Falta de limpieza de la bobina	La falta de limpieza de la bobina provoca que esta se queme, dando problemas para la inducción.	4	3	7	84
1 Inducción de la corriente eléctrica para convertirla en energía mecánica	A La corriente eléctrica no se convierte en energía mecánica	3 El aislamiento excedió su vida útil	El aislamiento excedió su vida útil por lo que ocasiona su ruptura, dando problemas para la inducción.	4	5	7	140
1 Inducción de la corriente eléctrica para convertirla en energía mecánica	A La corriente eléctrica no se convierte en energía mecánica	4 Alta tensión	La alta tensión en el aislamiento provoca la ruptura de este, generando así problemas en el sistema de inducción	4	2	7	56

Elaboración propia

ANEXO 12

Figura 19.AMEF Motor - Sistema de soporte

AMEF	Elemento	Motor					
	Componente	Sistema de soporte					
Función	Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1 Soporte para permitir el movimiento rotativo	A No se da el movimiento rotativo	1 Rodamientos desalineados del eje	La desalineación de los rodamientos con respecto al eje ocasiona el desgaste de estos y dan problemas de soporte.	3	4	7	84
1 Soporte para permitir el movimiento rotativo	A No se da el movimiento rotativo	2 Rodamientos excedieron su vida útil	Los rodamientos que excedieron su vida útil ocasionan el desgaste de estos, dando problemas de soporte.	3	2	7	42

Elaboración propia

ANEXO 13

Figura 20.AMEF Motor - Sistema de enfriamiento

AMEF		Elemento	Motor							
		Componente	Sistema de enfriamiento							
Función		Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR		
1	Enfriamiento del motor para mantener la temperatura en niveles adecuados	A	El motor no es enfriado	1	Falta de limpieza del ventilador	La falta de limpieza provoca la obstrucción del ventilador, generando problemas de enfriamiento.	4	4	7	112
1	Enfriamiento del motor para mantener la temperatura en niveles adecuados	A	El motor no es enfriado	2	Sobrecalentamiento	El sobrecalentamiento en el ventilador genera problemas en el sistema de enfriamiento.	4	3	7	84

Elaboración propia

ANEXO 14

Figura 21.AMEF Compuerta de salida – Sistema de control de flujo

AMEF		Elemento	Compuerta de salida							
		Componente	Sistema de control de flujo							
Función		Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR		
1	Regulación del flujo de salida de la mezcla	A	No se puede regular el flujo de salida de la mezcla	1	La compuerta excedió su vida útil	La compuerta que excedió su vida útil ocasiona la obstrucción de esta y da problemas en el sistema de control de flujo.	4	3	7	84
1	Regulación del flujo de salida de la mezcla	A	No se puede regular el flujo de salida de la mezcla	2	Falta de lubricación	La falta de lubricación genera la obstrucción de la compuerta y da problemas en el sistema de control de flujo.	4	2	7	56

Elaboración propia

ANEXO 15

Figura 22.AMEF Correa – Sistema de transmisión

AMEF		Elemento	Correa							
		Componente	Sistema de transmisión							
Función		Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR		
1	Transmisión de movimiento a la hélice helicoidal	A	No hay movimiento de la hélice helicoidal	1	Falta de alineación de la correa	La desalineación de la correa ocasiona su ruptura, dando problemas de transmisión.	4	2	7	56
1	Transmisión de movimiento a la hélice helicoidal	A	No hay movimiento de la hélice helicoidal	2	La correa excedió su vida útil	La correa que excedió su vida útil provoca su ruptura, dando problemas de transmisión.	4	2	7	56

Elaboración propia

ANEXO 16

Figura 23. AMEF Hélice – Sistema de soporte

AMEF	Elemento		Hélice				
	Componente		Sistema de soporte				
Función	Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1 Soporte para permitir el movimiento rotativo	A No se da el movimiento rotativo	1 Los rodamientos excedieron su vida útil	Los rodamientos que excedieron su vida útil ocasionan el desgaste de estos, dando problemas de soporte.	3	5	7	105

Elaboración propia

ANEXO 17

Figura 24. AMEF Hélice – Sistema de mezclado

AMEF	Elemento		Hélice				
	Componente		Sistema de mezclado				
Función	Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1 Mezclado de los componentes para el alimento balanceado	A No se da el mezclado de los componentes	1 La hélice helicoidal excedió su vida útil	La hélice helicoidal que excedió su vida útil genera su ruptura, dando problemas de mezclado.	4	4	7	112

Elaboración propia

ANEXO 18

Figura 25. AMEF Brida – Sistema de unión

AMEF	Elemento		Brida				
	Componente		Sistema de unión				
Función	Fallo función	Modo de fallo	Efectos de los fallos	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
1 Unión de las tuberías para el pase de los componentes	A No hay pase de los componentes para el mezclado	1 Falta de limpieza de la brida	La falta de limpieza de la brida ocasiona su obstrucción, dando problemas de unión	2	5	7	70
1 Unión de las tuberías para el pase de los componentes	A No hay pase de los componentes para el mezclado	2 La brida excedió su vida útil	La brida que excedió su vida útil ocasiona su obstrucción, dando problemas de unión.	2	2	7	28

Fuente: Elaboración propia

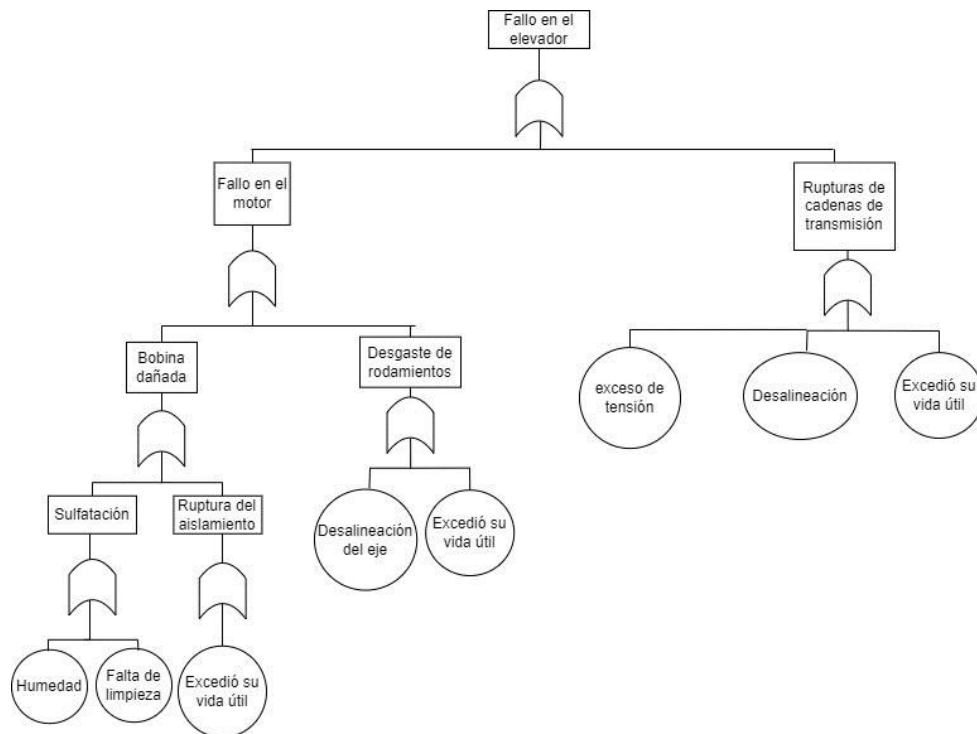
ANEXO 19

Figura 26: Resultados de criticidad

Producción	HOJA RESUMEN DE VALORACIÓN DE PARÁMETROS DE CRITICIDAD									
PARÁMETROS DE CRITICIDAD	Elevador 1	Molino	Clasificadora	Transportador de tornillos sin-fin	Elevador 2	Elevador 3	Elevador 4	Mezcladora 1	Elevador 5	Mezcladora 2
1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA										
No más de 4 horas por día	2	2	2		2	2	2		2	2
Entre 5 y 8 horas por día				3				3		
Entre 9 y 12 horas por día										
Entre 13 y 16 horas por día										
Entre 17 y 24 horas por día										
A	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)										
No más de 1 por año										
Entre 2 y 15 por año	2		2			2	2		2	2
Entre 16 y 30 por año		3		3	3			3		
Entre 31 y 50 por año										
Más de 50 por año										
B	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)										
Menos de 4 horas										
Entre 4 y 8 horas										
Entre 8 y 24 horas	3				3	3				
Entre 24 y 48 horas			4	4			3	4	4	4
Más de 48 horas		5								
C	3	5	4	4	3	3	3	4	4	4
4. IMPACTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
No afecta la producción										
25 % de impacto										
50 % de impacto										
75 % de impacto										
100 % de impacto										
D	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS										
Stock propio										
Local										
Departamental	3				3	3	3	3	3	3
Nacional		4	4	4						
Extranjero										
E	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)										
No origina ningún costo										
Menos de mil		3						3		
Entre mil y 3 mil	5		5	5	5	5	5		5	5
Entre 3 y 5 mil										
Más de 5 mil										
F	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5
7. IMPACTO AMBIENTAL										
No origina ningún impacto ambiental										
Contaminación ambiental baja	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta										
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios										
G	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL										
No origina heridas ni lesiones	0	0	0	0	0	0	0		0	
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes								5		5
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días										
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente										
H	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL										
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)										
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles										
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
I	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
10. ASISTENCIA TÉCNICA										
Si existe										
Regular	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Escasa										
No existe										
J	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS										
Si existe										
Regular	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Escasa										
No existe										
K	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Puntaje Total	48.05	50	50	52	49	48	48	54	49	54
Aplicación de fórmula de CRITICIDAD	70	100	70	106	105	70	70	115	70	80

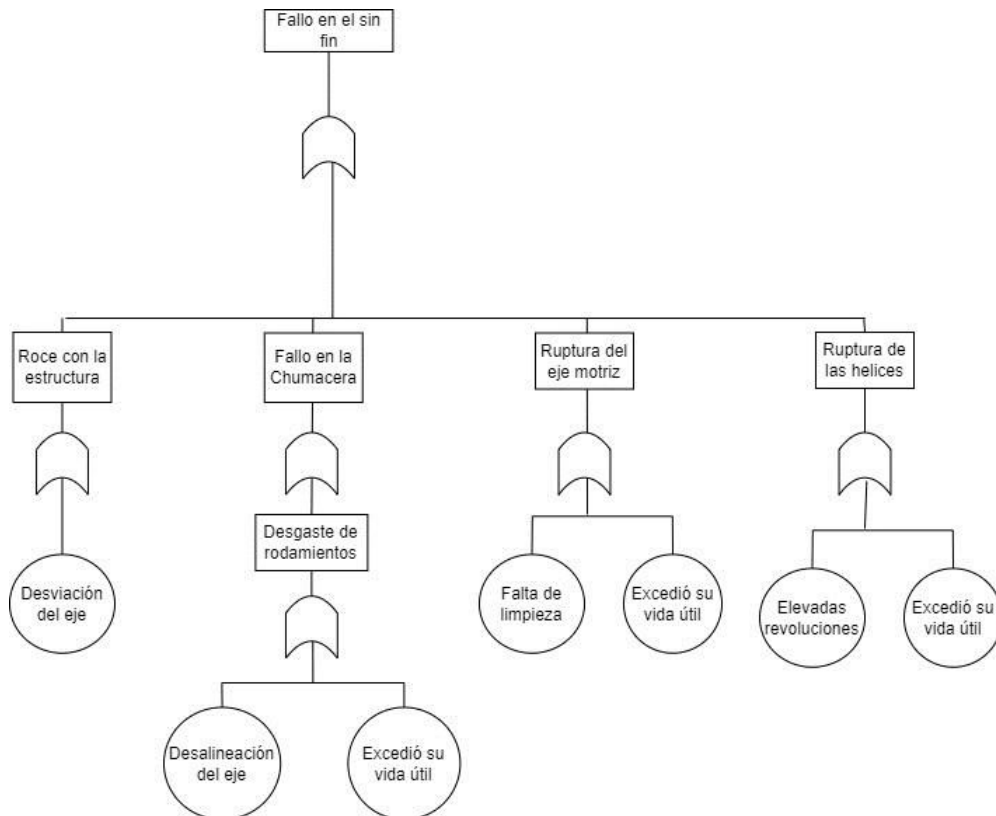
ANEXO 20

Figura 27: Árbol de fallo del elevador



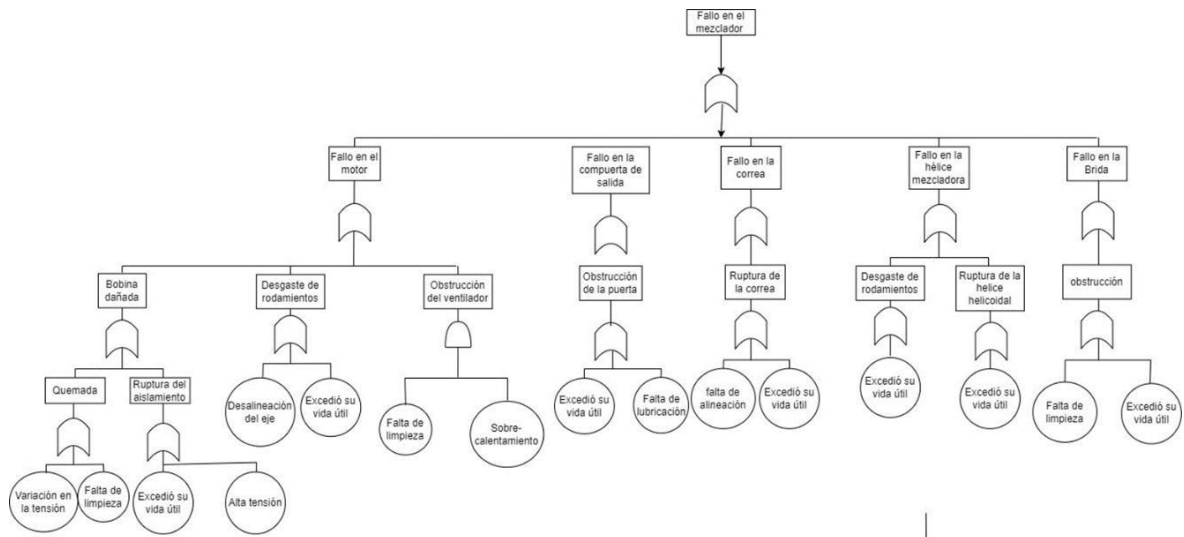
Elaboración propia

Figura 28: Árbol de fallo de el sin fin



Elaboración propia

Figura 29: Árbol de falla de la mezcladora



Elaboración propia

ANEXO 21

Tabla 27: Costo de repuestos y repuestos atizados en el periodo Marzo- Agosto2022

Área o etapa	Maquinaria	Repuestos	Cantidad	Costo unitario	Costo total de repuestos	Costo total
MOLIDO	Elevador I	Cangilones	1	S/ 120.00	S/ 120.00	S/ 594.40
		Faja transportadora	2	S/ 215.00	S/ 430.00	
		Grasa Amalie	2	S/ 22.20	S/ 44.40	
	molino	zaranda	16	S/ 5.00	S/ 80.00	S/ 2,120.00
		martillos	28	S/ 55.00	S/ 1,540.00	
		fajas	10	S/ 50.00	S/ 500.00	
	tornillo sin fin	Falla motora	2	S/ 250.00	S/ 500.00	S/ 500.00
	Elevador II	Cangilones	2	S/ 120.00	S/ 240.00	S/ 411.60
		Faja transportadora	3	S/ 35.00	S/ 105.00	
		Grasa Amalie	3	S/ 22.20	S/ 66.60	
	Elevador III	Cangilones	3	S/ 120.00	S/ 360.00	S/ 798.80
		Faja transportadora	10	S/ 35.00	S/ 350.00	
Grasa Amalie		4	S/ 22.20	S/ 88.80		
Mesclado 1	mescladora	rodajes	10	S/ 17.00	S/ 170.00	S/ 487.40
		cadena	2	S/ 158.70	S/ 317.40	
	Elevador VI	Cangilones	2	S/ 120.00	S/ 240.00	S/ 561.00
Faja transportadora		6	S/ 35.00	S/ 210.00		
Grasa Amalie		5	S/ 22.20	S/ 111.00		
Mesclado 2	mescladora	rodajes	10	S/ 10.00	S/ 100.00	S/ 536.00
		cadena	4	S/ 109.00	S/ 436.00	
	Elevador V	Cangilones	3	S/ 120.00	S/ 360.00	S/ 623.80
		Faja transportadora	5	S/ 35.00	S/ 175.00	
		Grasa Amalie	4	S/ 22.20	S/ 88.80	
						S/ 6,633.00

Fuente 15: Consorcio Villegas E.I.R.L.

ANEXO 23

Tabla 28: Tema de capacitaciones

Tema	Contenido
Mejora continua	<ul style="list-style-type: none"> - Herramientas básicas de calidad - Habilidades blandas - planificación e implementación de mejora
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos y disposición de seguridad - Seguridad y productividad - Llenado de documentos ATS, check list de equipos
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Locación e identificación de fallas - Reconocimiento de equipos y componentes. - Simbología de hojas de decisión - Entrenamiento en la calibración y mantenimiento de equipos de medición - Capacitación en la identificación y resolución de problemas frecuentes en los equipos de producción de alimento balanceado. - Gestión eficiente de inventarios de repuestos y materiales, técnicas de almacenamiento y control de stock, y seguimiento de proveedores para garantizar la disponibilidad oportuna de repuestos críticos
Motivación	<ul style="list-style-type: none"> - Solución efectiva de problemas - Trabajo en equipo

Elaboración propia

ANEXO 24

Tabla 29: Cronograma de capacitaciones Enero a diciembre

CRONOGRAMA PLAN DE CAPACITACIONES		2024	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
N°	TEMAS	DURACCION	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22	SEM 23	SEM 24
1	MEJORA CONTINUA	2 horas																								
1.1	Herramientas básicas de calidad	30 min																								
1.2	Habilidades blandas	30 min																								
1.3	Planificación e implementación de mejora	1 hora																								
2	SEGURIDAD	3 horas																								
2.1	Equipos y disposición de seguridad	1 hora																								
2.2	Seguridad y productividad	1 hora																								
2.3	Llenado de documentos ATS, check list de equipos	1 hora																								
3	MANTENIMIENTO	3 horas																								
3.1	Locación e identificación de fallas	30 min																								
3.2	Reconocimiento de equipos y componentes.	30 min																								
3.3	Simbología de hojas de decisión	30 min																								
3.4	Entrenamiento en la calibración y mantenimiento de equipos de medición	30 min																								
3.5	Identificación y resolución de problemas frecuentes en los Equipos de producción de alimento balanceado	30 min																								
3.6	Gestión eficiente de inventarios de repuestos y materiales, técnicas de almacenamiento y control de stock, y seguimiento de proveedores para garantizar la disponibilidad oportuna de repuestos críticos	30 min																								
4	MOTIVACION																									
4.1	Solución efectiva de problemas	1																								
4.2	Trabajo en equipo	1																								

CRONOGRAMA PLAN DE CAPACITACIONES		2024	Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
N°	TEMAS	DURACCION	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22	SEM 23	SEM 24
1	MOTIVACION	2 horas																								
1.1	Solución efectiva de problemas	1 hora																								
1.2	Trabajo en equipo	1 hora																								
2	SEGURIDAD	3 horas																								
2.1	Equipos y disposición de seguridad	1 hora																								
2.2	Seguridad y productividad	1 hora																								
2.3	Llenado de documentos ATS, check list de equipos	1 hora																								
3	MANTENIMIENTO	3 horas																								
3.1	Locación e identificación de fallas	30 min																								
3.2	Reconocimiento de equipos y componentes.	30 min																								
3.3	Simbología de hojas de decisión	30 min																								
3.4	Entrenamiento en la calibración y mantenimiento de equipos de medición	30 min																								
3.5	Identificación y resolución de problemas frecuentes en los Equipos de producción de alimento balanceado	30 min																								
3.6	Gestión eficiente de inventarios de repuestos y materiales, técnicas de almacenamiento y control de stock, y seguimiento de proveedores para garantizar la disponibilidad oportuna de repuestos críticos	30 min																								

Elaboración propia

ANEXO 25

Tabla 30: Diseño del plan de mantenimiento

Máquina	Componente	Tareas de mantenimiento	Trabajo a realizar	Material	Herramienta	Período	Personal requerido	T. Requerido
Elevador de transmisión	Sistema de inducción del motor	Limpieza en la bobina	Limpieza con disolvente dialéctico	Limpia contacto, brocha, trapo industrial, guantes y lubricante	Trapo industrial	Semana 1	Mecánico	15'
Elevador de transmisión	Sistema de inducción del motor	Cambio de aislamiento	Retirar aislamiento dañado Aplicar barniz dialectico	Barniz, guantes	Taladro industrial	Bimestral	Mecánico	30'
Elevador de transmisión	Motor	Alineación de los rodamientos	Realizar ajuste de alineación de rodamientos	Alineador	Kit de herramientas	Semana 1	Operario	30'
Elevador de transmisión	Motor	Cambio de rodamientos	Realizar ajuste de alineación de rodamientos	Trapo industrial, guantes, rodamientos	Kit de herramientas	6-12 meses	Operario	30'
Elevador de transmisión	Cadena	Variación de la tensión que afecta a la cadena	cambiar y reemplazar rodamientos desgastados	Trapo industrial, guantes, rodamientos	Trapo industrial	6-12 meses	Operario	30'
Elevador de transmisión	Cadena	Alineación de la cadena	Corregir desviaciones de alineación de la cadena	Alineador	Trapo industrial	Anual	Mecánico	30'
Elevador de transmisión	Cadena	Cambio de la cadena	Desmontar y montar nueva cadena en el sistema	Trapo industrial, guantes, cadena	Kit de herramientas	Anual	Mecánico	12h
Elevador de transmisión	Motor	Inspección de vibraciones	Medir vibraciones anómalas en el motor	Sensor de vibración, guantes	Kit de herramientas	Mensual	Técnico de mantenimiento	1h
Elevador de transmisión	Cadena	Lubricación de eslabones	Aplicar lubricante en eslabones para reducir desgaste	Lubricante industrial, trapo industrial	Lubricante	Trimestral	Operario	30'
Elevador de transmisión	Sistema de soporte	Verificación de fijaciones	Inspeccionar y ajustar fijaciones críticas	Llave de torque, guantes	Kit de herramientas	Bimestral	Mecánico	45'

Elevador de transmisión	Motor	Inspección de conexiones eléctricas	Medir continuidad y condiciones de conexiones eléctricas	Multímetro, guantes	Kit de herramientas	Trimestral	Técnico de mantenimiento	1h
Elevador de transmisión	Cadena	Revisión de desgaste de eslabones	Inspeccionar eslabones para identificar desgaste	Calibrador, guantes	Kit de medición	Semestral	Técnico de mantenimiento	1h
Elevador de transmisión	Cadena	Verificar el estado de los piñones de la cadena	Inspeccionar los dientes de los piñones	Brocha, guantes, disolvente industrial	Kit de medición	Anual	Técnico de mantenimiento	1h
Elevador tubular	Sin fin	Alineación del eje	Ajustar el eje asegurando su correcta alineación	Alineador	Trapo industrial	Trimestral	Técnico de mantenimiento	15'
Elevador tubular	Sistema de soporte	Alineación del eje	Verificar y corregir desviaciones en la alineación del eje	Alineador	Trapo industrial	Trimestral	Técnico de mantenimiento	30'
Elevador tubular	Sistema de soporte	Cambio de rodamientos	Retirar rodamientos dañados y reemplazar por nuevos	Trapo industrial, guantes, rodamientos	Kit de herramientas	Semana 1	Técnico de mantenimiento	15'
Elevador tubular	Sistema de transmisión	Limpieza del eje motriz	Retirar residuos del eje motriz utilizando solventes dieléctricos	Limpia contacto, trapo industrial, guantes y lubricante	Trapo industrial	Bimestral	Técnico de mantenimiento	20'
Elevador tubular	Sistema de transmisión	Cambio del eje motriz	Desmontar y reemplazar el eje motriz por uno nuevo	Trapo industrial, guantes	Trapo industrial	6-12 meses	Técnico de mantenimiento	2h
Elevador tubular	Sistema de transmisión	Ajuste de tensores	Ajustar la tensión de los elementos del sistema motriz	Llave ajustable, guantes	Kit de herramientas	Semestral	Técnico de mantenimiento	1h
Elevador tubular	Sistema de transporte	Revisión de soldaduras	Inspeccionar y reparar defectos en las soldaduras estructurales	Máscara de soldar, guantes	Equipo de soldadura	Anual	Técnico de mantenimiento	2h
Elevador tubular	Sistema de transmisión	Lubricación de cojinetes	Aplicar lubricante a los cojinetes para asegurar su	Lubricante industrial,	Lubricante	Semestral	Operario	45'

			correcto funcionamiento	trapo industrial				
Elevador tubular	Sistema de soporte	Inspección de anclajes	Verificar el estado y fijación de los anclajes de soporte	Llave de torque, guantes	Kit de herramientas	Anual	Técnico de mantenimiento	1h
Mezclador	Sistema de inducción	Limpieza de la bobina	Limpiar bobina eliminando polvo y residuos de manera segura	Limpia contacto, trapo industrial, guantes y lubricante	Trapo industrial	Semana 1	Operario	30'
Mezclador	Sistema de inducción	Cambio de aislamiento	Reemplazar aislamiento deteriorado en bobina	Trapo industrial, guantes, barniz	Trapo industrial	Bimestral	Operario	30'
Mezclador	Sistema de soporte	Alineación de los rodamientos	Verificar y corregir la alineación de los rodamientos	Alineador	Trapo industrial	Trimestral	Operario	30'
Mezclador	Sistema de soporte	Cambio de rodamientos	Sustituir rodamientos dañados por nuevos	Trapo industrial, guantes, rodamientos	Trapo industrial	6 meses	Mecánico	2h
Mezclador	Sistema de enfriamiento	Limpieza del ventilador	Retirar residuos de las aspas del ventilador	Limpia contacto, trapo industrial, guantes y lubricante	Trapo industrial	Trimestral	Operario	30'
Mezclador	Sistema de control de flujo	Cambio de la compuerta	Desmontar y colocar nueva compuerta de flujo	Trapo industrial, guantes, compuerta	Trapo industrial	2 años	Operario	2h
Mezclador	Sistema de control de flujo	Lubricación	Aplicar lubricante en puntos de fricción del sistema	Limpia contacto, trapo industrial, guantes y lubricante	Lubricante	Bimestral	Mecánico	30'
Mezclador	Sistema de transmisión	Alineación de la correa	Ajustar la correa asegurando correcta tensión y alineación	Alineador	Trapo industrial	Bimestral	Operario	30'
Mezclador	Sistema de transmisión	Cambio de la correa	Retirar correa desgastada y montar nueva	Trapo industrial, guantes, correa nueva	Trapo industrial	1 año	Operario	2h

Mezclador	Sistema de soporte	Cambio de rodamientos	Desmontar y cambiar rodamientos defectuosos	Trapo industrial, guantes, rodamientos	Kit de herramientas	1 año	Operario	2h
Mezclador	Sistema de mezclado	Cambio de la hélice helicoidal	Reemplazar hélice helicoidal por desgaste o daño	Trapo industrial, guantes, rodamientos	Kit de herramientas	1 año	Operario	2h
Mezclador	Sistema de unión	Limpieza de la brida	Limpiar residuos de la brida de unión	Limpia contacto, trapo industrial, guantes y lubricante	Trapo industrial	Semana 1	Mecánico	30'
Mezclador	Sistema de unión	Cambio de la brida	Sustituir brida desgastada o dañada	Cuchillas, guantes	Trapo industrial	1 año	Operario	2h
Mezclador	Sistema de inducción	Medición de temperatura de bobinas	Verificar temperatura de bobinas para detectar sobrecalentamientos	Termómetro industrial, guantes	Termómetro	Bimestral	Operario	1h
Mezclador	Sistema de control de flujo	Revisión de acoples	Inspeccionar acoples y conexiones de flujo	Llave inglesa, guantes	Kit de herramientas	Trimestral	Mecánico	1h
Mezclador	Sistema de transmisión	Verificación de alineación de poleas	Revisar y corregir la alineación de poleas de transmisión	Alineador, guantes	Kit de herramientas	Semestral	Técnico de mantenimiento	1h
Mezclador	Sistema de mezclado	Lubricación de hélice helicoidal	Aplicar lubricante en la hélice para facilitar movimiento	Lubricante industrial, trapo industrial	Lubricante	Trimestral	Operario	30'
Mezclador	Sistema de unión	Revisión de bridas	Verificar estado físico y fijaciones de bridas	Llave inglesa, guantes	Kit de herramientas	Bimestral	Mecánico	1h
Mezclador	Sistema de soporte	Ajuste de bases	Ajustar bases de soporte para evitar vibraciones	Llave ajustable, guantes	Kit de herramientas	Bimestral	Mecánico	1h
Mezclador	Sistema de enfriamiento	Verificación de flujo de aire	Comprobar flujo adecuado del aire en el sistema	Anemómetro, guantes	Kit de medición	Trimestral	Técnico de mantenimiento	1h
Mezclador	Sistema de control de flujo	Inspección de válvulas	Inspeccionar válvulas por desgaste o fugas	Llave inglesa, guantes	Kit de herramientas	Bimestral	Mecánico	1h
Mezclador	Sistema de mezclado	Limpieza de componentes internos	Limpiar interior del mezclador retirando	Trapo industrial, guantes	Trapo industrial	Semestral	Operario	1h

			residuos sólidos					
Mezclador	Sistema de transmisión	Cambio de poleas	Retirar y reemplazar poleas dañadas	Poleas nuevas, guantes	Kit de herramientas	3 años	Mecánico	2h
Mezclador	Sistema de unión	Verificación de ajustes	Comprobar que los ajustes y fijaciones estén en óptimas condiciones	Llave inglesa, guantes	Kit de herramientas	Bimestral	Técnico de mantenimiento	1h

Elaboración propia

ANEXO 27

Instrucciones de mantenimiento para el elevador de transmisión

1. Inspección Diaria:

- Se realizará una inspección visual del elevador, verificando el estado general de la máquina, incluyendo la carcasa, el motor, la cadena y los rodamientos.
- Se buscarán signos de desgaste, corrosión, grietas o daños que puedan afectar el rendimiento del elevador.
- Se asegurará que no haya obstrucciones en el sistema y que las partes móviles se desplacen sin restricciones.

2. Limpieza:

- Se limpiará a fondo el elevador para eliminar polvo, suciedad y residuos acumulados.
- Se prestará especial atención a la cadena y las áreas cercanas a los rodamientos.

3. Lubricación:

- Se lubricarán los puntos de lubricación designados según las especificaciones del fabricante.
- Se revisará el nivel de lubricante y se rellenará si es necesario para asegurar un funcionamiento eficiente.

4. Ajuste de la Cadena:

- Se verificará la alineación y tensión de la cadena.
- Se ajustará la cadena según las especificaciones para evitar deslizamientos o vibraciones.

5. Inspección del Sistema de Transmisión:

- Se inspeccionarán las poleas y correas para detectar signos de desgaste o daños.
- Se ajustará la tensión de las correas según sea necesario.

6. Inspección de Seguridad:

- Se verificará que todas las protecciones estén correctamente instaladas.
- Se asegurará que no haya riesgos de atrapamiento o accidentes.

7. Registro de Mantenimiento:

- Se documentarán todas las actividades de mantenimiento realizadas, con fechas y observaciones.

8. Reporte de Anomalías:

- El personal deberá informar cualquier falla detectada durante la inspección o el funcionamiento normal.

ANEXO 28

Instrucciones de mantenimiento para el molino

1. Inspección Diaria:

- Se realizará una inspección visual del molino, revisando la carcasa, el sistema de molienda y los rodamientos.
- Se buscarán signos de desgaste, corrosión o grietas que puedan afectar el proceso de molienda.
- Se asegurará que las partes móviles se desplacen sin restricciones.

2. Limpieza:

- Se limpiará a fondo el molino para eliminar polvo y residuos de molienda.
- Se prestará especial atención a las áreas cercanas a los rodillos y rodamientos.

3. Lubricación:

- Se lubricarán los puntos especificados por el fabricante.
- Se revisará y rellenará el nivel de lubricante si es necesario.

4. Ajuste de Rodillos:

- Se verificará la alineación y ajuste de los rodillos.
- Se asegurará un ajuste correcto para mantener una molienda uniforme.

5. Inspección del Sistema de Transmisión:

- Se inspeccionarán correas y poleas en busca de signos de desgaste.
- Se ajustará la tensión de las correas según sea necesario.

6. Inspección de Seguridad:

- Se verificarán las protecciones instaladas y su correcto funcionamiento.
- Se comprobará que no haya riesgos de atrapamiento.

7. Registro de Mantenimiento:

- Se llevará un registro detallado de las actividades realizadas.

8. Reporte de Anomalías:

- El personal deberá reportar cualquier falla detectada para su pronta solución.

ANEXO 29

Instrucciones de mantenimiento para la clasificadora

1. Inspección Diaria:
 - Se deberá realizar una inspección visual detallada de la clasificadora, verificando el estado general de la máquina, incluyendo la carcasa, las cribas, el sistema de vibración y los rodamientos.
 - Se buscarán signos de desgaste, corrosión, grietas u otros daños que puedan afectar la eficiencia de la clasificación.
 - Se asegurará que no haya obstrucciones en las cribas y que todas las partes móviles se desplacen sin restricciones.
2. Limpieza:
 - Se limpiará a fondo la clasificadora para eliminar el polvo, la suciedad y los residuos acumulados durante la operación.
 - Se prestará especial atención a las cribas y los alrededores de los rodamientos, eliminando cualquier partícula que pueda afectar la precisión en la clasificación del arroz.
3. Lubricación:
 - Se lubricarán los puntos designados siguiendo las especificaciones del fabricante.
 - Se revisará y rellenará el nivel de lubricante para garantizar un funcionamiento suave de las partes móviles.
4. Ajuste de Cribas:
 - Se verificará la alineación y ajuste de las cribas para evitar vibraciones irregulares.
 - Se asegurará que las cribas estén bien fijadas para garantizar una clasificación uniforme.
5. Inspección del Sistema de Vibración:
 - Se inspeccionará el sistema de vibración en busca de signos de desgaste, grietas o fallos en el mecanismo.
 - Se ajustará la tensión de los componentes según sea necesario.
6. Inspección de Seguridad:
 - Se verificará que todas las protecciones estén correctamente instaladas y funcionales.
 - Se asegurará que no haya riesgos de atrapamiento o cualquier otro peligro para el operador.
7. Registro de Mantenimiento:
 - Se documentarán todas las actividades de mantenimiento, con fechas y observaciones relevantes.
8. Reporte de Anomalías:
 - El personal deberá informar cualquier falla detectada durante la inspección o la operación normal.

ANEXO 30

Instrucciones de mantenimiento para el transportador de tornillos sin fin

1. Inspección Diaria:
 - Se realizará una inspección visual del transportador, revisando el estado general, el sinfín y los rodamientos.

- Se buscarán signos de desgaste, corrosión o daños en el sinfín y en las conexiones. }
- •Se verificará que no haya obstrucciones y que el sinfín gire libremente.

2. Limpieza:

- Se limpiará a fondo para evitar acumulación de residuos que puedan afectar el transporte.
- Se pondrá especial cuidado en la limpieza de los extremos del sinfín y el área de los rodamientos.

3. Lubricación:

- Se lubricarán los puntos especificados para evitar fricción excesiva.
- Se revisará el nivel de lubricante y se rellenará si es necesario.

4. Ajuste del Sinfín:

- Se verificará la alineación y ajuste del sinfín según las especificaciones del fabricante.
- Se asegurará un ajuste correcto para evitar vibraciones o desalineaciones.

5. Inspección del Sistema de Transmisión:

- Se revisarán las poleas y correas en busca de signos de desgaste.
- Se ajustará la tensión de las correas y se reemplazarán si presentan daños.

6. Inspección de Seguridad:

- Se verificará la instalación y funcionamiento de las protecciones de seguridad.
- Se comprobará que no haya riesgos de atrapamiento o accidentes durante el uso.

7. Registro de Mantenimiento:

- Se llevará un registro detallado de las actividades realizadas y observaciones.

8. Reporte de Anomalías:

- Cualquier falla detectada deberá ser reportada de inmediato para su pronta solución.

ANEXO 31

Instrucciones de mantenimiento para la mezcladora

1. Inspección Diaria:

- Se realizará una inspección visual de la mezcladora, revisando el estado de la carcasa, el sistema de mezcla y los rodamientos.

- Se buscarán signos de desgaste, corrosión o grietas que puedan afectar el proceso de mezclado.
 - Se asegurará que las partes móviles se muevan sin restricciones.
2. Limpieza:
- Se limpiará a fondo la mezcladora para eliminar residuos de materiales mezclados.
 - Se prestará especial atención a las hélices y áreas cercanas a los rodamientos.
3. Lubricación:
- Se lubricarán los puntos designados según las especificaciones del fabricante.
 - Se revisará el nivel de lubricante y se rellenará si es necesario.
4. Ajuste de la Hélice:
- Se verificará la alineación y ajuste de la hélice para asegurar un mezclado uniforme.
 - Se ajustará la presión para evitar desequilibrios.
5. Inspección del Sistema de Transmisión:
- Se revisarán las correas y poleas en busca de signos de desgaste.
 - Se ajustará la tensión y se reemplazarán elementos dañados.
6. Inspección de Seguridad:
- Se verificará la instalación correcta de las protecciones.
 - Se asegurará que no haya riesgos de atrapamiento.
7. Registro de Mantenimiento:
- Se documentarán todas las actividades realizadas.
8. Reporte de Anomalías:
- El personal deberá reportar cualquier anomalía detectada para su pronta solución.

ANEXO 32

Instructivos de mantenimiento

a) Procedimiento del mantenimiento preventivo

Establecer el procedimiento estandarizado para la ejecución del Mantenimiento Preventivo de los equipos productivos (elevadores de transmisión, elevadores tubulares y mezcladores), asegurando su correcto funcionamiento, prolongando su vida útil y reduciendo fallas inesperadas.

a)) Terminología

- ✓ **Mantenimiento:** Conjunto de acciones orientadas a preservar o restablecer las condiciones óptimas de funcionamiento de un sistema, mediante el análisis y la intervención técnica. Estas actividades incluyen la conservación, inspección y reparación.
- ✓ **Conservación:** Conjunto de tareas destinadas a sostener el buen estado de los componentes de un sistema. Ejemplo: realizar la lubricación de piezas.
- ✓ **Inspección:** Procedimientos enfocados en revisar y valorar el estado actual de los elementos de un sistema. Ejemplo: verificar parámetros específicos.
- ✓ **Reparación:** Actividades que buscan restaurar el estado óptimo de un sistema mediante el reemplazo o ajuste de sus componentes técnicos. Ejemplo: sustitución de piezas.

b) Ventajas del mantenimiento preventivo planificado en la maquinaria

Implementar un programa de mantenimiento preventivo a lo largo del tiempo permite obtener varios beneficios, entre ellos:

- a) Evitar fallas en equipos o instalaciones, reduciendo interrupciones y gastos inesperados.
- b) Disminuir la necesidad de sustituir equipos durante su vida útil.
- c) Minimizar la cantidad de repuestos que se deben almacenar.
- d) Asegurar el buen funcionamiento de los equipos e instalaciones a lo largo del tiempo.
- e) Optimizar el uso y la planificación del personal técnico.

c) Actividades de conservación

1.Limpieza de los equipos

- ✓ Aunque es una de las tareas de mantenimiento más simples y económicas, la limpieza resulta ser de las más eficaces.
- ✓ Es importante definir qué elementos limpiar, con qué periodicidad, qué insumos y herramientas se utilizarán, y quién será el encargado.
- ✓ Se debe establecer la capacitación necesaria para los operadores, organizarla y ejecutarla.
- ✓ Usualmente, las limpiezas programadas en intervalos largos (semanales o mensuales) son realizadas por el personal de mantenimiento.

2. Lubricación

- ✓ La lubricación constituye la segunda tarea más sencilla en mantenimiento, pero suele subestimarse su importancia.
- ✓ Es fundamental identificar qué componentes lubricar, cada cuánto tiempo, qué tipo de lubricantes utilizar y quién se encargará del proceso.
- ✓ Optimizar los equipos garantiza mayor confianza en dispositivos como visores, indicadores y tacómetros.

Formas de realizar la lubricación:

Responsabilidad del área de mantenimiento. (Realizada bajo solicitud o después de inspecciones)

- ✓ Las fallas son comunes debido a que la responsabilidad no está claramente asignada.
- ✓ Muchas veces se detectan problemas demasiado tarde, cuando el equipo ya ha sufrido daños por sobrecalentamiento.
- ✓ Las inspecciones suelen ser escasas o no se realizan a tiempo.

Implementación de rutas de lubricación. (Método altamente aconsejable)

- ✓ El personal de mantenimiento, provisto de los lubricantes y herramientas necesarios, recorre todos los equipos siguiendo un programa establecido, realiza la lubricación y documenta las actividades.

Responsabilidad de los operadores

- ✓ Método excelente e incluso menos costoso.
- ✓ Los operadores deben querer hacerlo (motivación).
- ✓ Deben saber cómo hacerlo (capacitación).
- ✓ Se les debe dar tiempo para efectuar la inspección y la lubricación (planificación y programación)

3. Inspección de la maquinaria

La inspección consiste en examinar los equipos para confirmar que funcionan conforme a las especificaciones de diseño, detectando posibles fallos y localizando componentes que podrían generar averías, además de predecir cuándo podría producirse una falla.

- ✓ Mientras más crítico sea un equipo, mayor será la frecuencia con la que debe ser revisado.
- ✓ La tarea de inspección puede ser realizada por cualquier persona capacitada, incluyendo operadores, personal de mantenimiento e ingenieros.

Tabla 31: Tipos de inspecciones en maquinaria

Tipos de inspección	Descripción	Concepto
Sensorial	Vista: Inspección visual directa.	<ul style="list-style-type: none"> - Suciedad, herrumbre, falta de lubricación, bajo nivel de aceite. - Piezas rotas, desgastadas o sueltas, desalineación, elementos de seguridad rotos. - Pérdidas hidráulicas. - Cables y correas deterioradas. - Lectura anormal.
	Oído: Identificación de ruidos anómalos.	<ul style="list-style-type: none"> - Ruidos excesivos, chirridos, golpes. - Pérdidas de aire o sonidos extraños. - Sonidos adicionales. - Funcionamiento lento (RPM).
	Olfato: Identificación de olores provocados por fallas.	<ul style="list-style-type: none"> - Olor por alta fricción. - Olor por calor excesivo debido a falta de lubricación.
	Tacto: Detección de vibraciones o piezas sueltas	<ul style="list-style-type: none"> - Vibraciones excesivas (cojinetes, ventiladores, fajas, componentes giratorios). - Piezas sueltas o rotas no visibles.
Herramientas e Instrumentos	Uso de instrumentos en inspecciones preventivas o predictivas.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar alineación. - Medir desgaste de componentes. - Probar circuitos eléctricos. - Medir temperatura. - Chequear tensión de sujetadores.

Elaboración propia 1


d) Procedimientos

1) Procedimiento del mantenimiento preventivo

El procedimiento de mantenimiento para el Consorcio Villegas consiste en realizar inspecciones periódicas a las instalaciones, equipos, con el fin de prevenir fallas, corregir desperfectos y asegurar el buen funcionamiento de todos los elementos, siguiendo un cronograma establecido y cumpliendo con las normas de seguridad y calidad requeridas.

2) Ficha técnica de mantenimiento

Tabla 32: Ficha técnica de mantenimiento

	FICHA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA			Proceso:	SGSMM
				Código:	VILLE0001
				Versión:	1
				Fecha:	14/08/2023
Nombre de la maquinaria		Vida útil del equipo	Años		
Fecha de compra de la maquinaria			Kms		
Modelo/Año		Cambio de lubricantes	Meses		
Periodo de mantenimiento preventivo			Kms		

Elaboración propia

3) Orden De Trabajo

ORDEN DE TRABAJO - MAQUINARIA INDUSTRIAL

Jefe de Mantenimiento: _____

Por este medio le solicito programar el mantenimiento:

Correctivo Preventivo de la máquina que se describe:

Fecha: _____

Nombre de la máquina: _____

Modelo/Año: _____

Serie de la carcasa: _____

Período de Mantenimiento Preventivo: _____ meses / _____ horas / _____ kms

Cambio de lubricantes: cada _____ meses

Descripción del Mantenimiento preventivo (si aplica):

Sin más que referirme, saludo atentamente.

Área de Mantenimiento: _____

Unidad Administrativa Solicitante: _____

Cargo a Proyecto: _____

4) Registro De Mantenimiento

Tabla 33: Registro de mantenimiento

		REGISTRO DE MANTENIMIENTO	
N° DE REGISTRO	MAQUINARIA	GODIGO	FECHA:
ACTIVIDAD A REALIZAR:	LUGAR DE ACTIVIDADES:	NOMBRE DEL JEFE DIRECTO:	HORA INICIO:
			HORA FIN:
FALLA	TIPO:		
	DIAGNÓSTICO:		
	PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN:		
	PROCEDIMIENTO DE SOLUCIÓN:		
SOLUCIÓN	HERRAMIENTAS		
	REPUESTOS Y MATERIALES:		
	PERSONAL DE MANTENIMIENTO:		
REVISADO POR:		FIRMA:	
OBSERVACIONES			

Elaboración propia

ANEXO 32

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA MAQUINARIA

Elevador 1:

1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA	Puntaje	4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	Puntaje	7. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje	10. ASISTENCIA TÉCNICA	Puntaje
No más de 4 horas por día	1	No afecta la producción	0.05	No origina ningún impacto ambiental	0	Si existe	1
Entre 5 y 8 horas por día	2	25 % de impacto	0.3	Contaminación ambiental baja	5	Regular	2
Entre 9 y 12 horas por día	3	50 % de impacto	0.5	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la plaza	10	Escasa	3
Entre 13 y 16 horas por día	4	75 % de impacto	0.8	Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25	No existe	4
Entre 17 y 24 horas por día	5	100 % de impacto	1				
2. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla)	Puntaje	5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS	Puntaje	8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL	Puntaje	11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS	Puntaje
No más de 1 por año	1	Stock propio	1	No origina heridas ni lesiones	0	Si existe	1
Entre 2 y 15 por año	2	Local	2	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5	Regular	2
Entre 16 y 30 por año	3	Departamental	3	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10	Escasa	3
Entre 31 y 50 por año	4	Nacional	4	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25	No existe	4
Más de 50 por año	5	Extranjero	5				
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MITR)	Puntaje	6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)	Puntaje	9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje		
Menos de 4 horas	1	No origina ningún costo	0	No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0		
Entre 4 y 8 horas	2	Menos de mil	1	Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5		
Entre 8 y 24 horas	3	Entre mil y 3 mil	3	Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10		
Entre 24 y 48 horas	4	Entre 3 y 5 mil	10	Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25		
Más de 48 horas	5	Más de 5 mil	25				

Elevador 3:

1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA	Puntaje
No más de 4 horas por día	1
Entre 5 y 8 horas por día	2
Entre 9 y 12 horas por día	3
Entre 13 y 16 horas por día	4
Entre 17 y 24 horas por día	5
2. FRECUENCIA DE FALLAS (Todo tipo de falla)	Puntaje
No más de 1 por año	1
Entre 2 y 15 por año	2
Entre 16 y 30 por año	3
Entre 31 y 50 por año	4
Más de 50 por año	5
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	Puntaje
Menos de 4 horas	1
Entre 4 y 8 horas	2
Entre 8 y 24 horas	3
Entre 24 y 48 horas	4
Más de 48 horas	5

4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	Puntaje
No afecta la producción	0.05
25 % de impacto	0.3
50 % de impacto	0.5
75 % de impacto	0.8
100 % de impacto	1
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS	Puntaje
Stock propio	1
Local	2
Departamental	3
Nacional	4
Extranjero	5
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)	Puntaje
No origina ningún costo	0
Menos de mil	3
Entre mil y 3 mil	5
Entre 3 y 5 mil	10
Más de 5 mil	25

7. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje
No origina ningún impacto ambiental	0
Contaminación ambiental baja	5
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL	Puntaje
No origina heridas ni lesiones	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25

10. ASISTENCIA TÉCNICA	Puntaje
Si existe	1
Regular	2
Escasa	3
No existe	4
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS	Puntaje
Si existe	1
Regular	2
Escasa	3
No existe	4

Mezcladora 2:

1. NIVEL DE USO DE LA MAQUINARIA	Puntaje
No más de 4 horas por día	1
Entre 5 y 8 horas por día	2
Entre 9 y 12 horas por día	3
Entre 13 y 16 horas por día	4
Entre 17 y 24 horas por día	5
2. FRECUENCIA DE FALLAS (Todo tipo de falla)	Puntaje
No más de 1 por año	1
Entre 2 y 15 por año	2
Entre 16 y 30 por año	3
Entre 31 y 50 por año	4
Más de 50 por año	5
3. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	Puntaje
Menos de 4 horas	1
Entre 4 y 8 horas	2
Entre 8 y 24 horas	3
Entre 24 y 48 horas	4
Más de 48 horas	5

4. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	Puntaje
No afecta la producción	0.05
25 % de impacto	0.3
50 % de impacto	0.5
75 % de impacto	0.8
100 % de impacto	1
5. DEPENDENCIA LOGÍSTICA CON RESPECTO A LOS REPUESTOS	Puntaje
Stock propio	1
Local	2
Departamental	3
Nacional	4
Extranjero	5
6. COSTOS DE REPARACIÓN (MILES DE NUEVOS SOLES)	Puntaje
No origina ningún costo	0
Menos de mil	3
Entre mil y 3 mil	5
Entre 3 y 5 mil	10
Más de 5 mil	25

7. IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje
No origina ningún impacto ambiental	0
Contaminación ambiental baja	5
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad, procesos sancionatorios	25
8. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL	Puntaje
No origina heridas ni lesiones	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 30 días	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25

10. ASISTENCIA TÉCNICA	Puntaje
Si existe	1
Regular	2
Escasa	3
No existe	4
11. REEMPLAZO DE EQUIPOS / ACCESORIOS	Puntaje
Si existe	1
Regular	2
Escasa	3
No existe	4

ANEXO 33

Resultado de análisis de criticidad

SEGMENTACIÓN DE LOS NIVELES DE CRITICIDAD DE MÁQUINAS										
MAQUINA	Elevador 1	Molino	Clasificadora	Transportador de tornillos sin-fin	Elevador 2	Elevador 3	Elevador 4	Mezcladora 1	Elevador 5	Mezcladora 2
Puntuación	70	100	70	106	105	70	70	115	70	80

Fuente: elaboración propia

ANEXO 34

Diseño de formato para programa de capacitaciones

Programa de capacitación								
Año.....								
N ^a	Nombre del curso	Objetivos	Fecha de realización	Lugar	N ^a horas por curso	Instructor	Dirigido a	Observaciones
Elaborado por			NOMBRE			FIRMA		FECHA
Aprobado Por								

Fuente:

ANEXO 35

Estado de Resultados Aplicando la Propuesta

MESES	MES 0	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06
Ingresos No Atendidas Según Nicho		S/10,400.00	S/10,400.00	S/10,400.00	S/11,375.00	S/11,375.00	S/11,375.00
Costos Operativos		S/3,014.00	S/2,064.00	S/2,524.00	S/2,351.00	S/5,465.00	S/3,299.00
Depreciación		S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
GAV		S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
utilidad Antes de Impuestos		S/7,386.00	S/8,336.00	S/7,876.00	S/9,024.00	S/5,910.00	S/8,076.00
Impuestos (29.5%)		S/2,178.87	S/2,459.12	S/2,323.42	S/2,662.08	S/1,743.45	S/2,382.42
Utilidad Después del impuestos		S/5,207.13	S/5,876.88	S/5,552.58	S/6,361.92	S/4,166.55	S/5,693.58

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja

MESES	MES 0	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06
utilidad después de impuestos		S/5,207.13	S/5,876.88	S/5,552.58	S/6,361.92	S/0.00	S/5,693.58
Inversión	S/10,753.60	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00

Mes	0	1	2	3	4	5	6
FNE	-S/10,753.60	S/5,207.13	S/5,876.88	S/5,552.58	S/6,361.92	S/0.00	S/5,693.58

Fuente: Elaboración propia

Egresos e ingresos

Año	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos		S/10,400.00	S/10,400.00	S/10,400.00	S/11,375.00	S/11,375.00	S/11,375.00
Egresos	S/10,753.60	S/5,192.87	S/4,523.12	S/4,847.42	S/5,013.08	S/7,208.45	S/5,681.42

Fuente: Elaboración propia