



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO PARA LAS CLASIFICADORAS DE CAMARÓN DE UNA  
EMPACADORA EN GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Industrial

**Autores:** Samuel Isaac Guevara Gonzalez

Byron Samuel Naranjo Soriano

**Tutor:** Ing. Luis Daniel Caamaño Gordillo, MSc.

Guayaquil-Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotros, Samuel Isaac Guevara Gonzalez con documento de identificación N° 0932186539 y Byron Samuel Naranjo Soriano con documento de identificación N° 2450224916; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

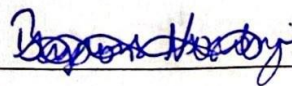
Guayaquil, 27 de febrero del año 2024

Atentamente,



Samuel Isaac Guevara Gonzalez

C.I 0932186539



Byron Samuel Naranjo Soriano

C.I 2450224916

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Samuel Isaac Guevara Gonzalez con documento de identificación No. 0932186539 y Byron Samuel Naranjo Soriano con documento de identificación No. 2450224916 , expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: “ Diseño de un sistema de Gestión de mantenimiento preventivo para las clasificadoras de camarón de una empacadora en Guayaquil ”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: ingeniero industrial en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de febrero del año 2024.

Atentamente,



Samuel Isaac Guevara Gonzalez

0932186539



Byron Samuel Naranjo Soriano

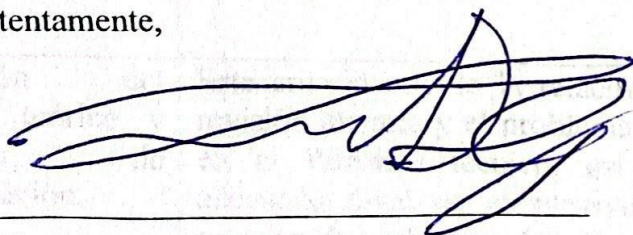
2450224916

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Luis Daniel Caamaño Gordillo con documento de identificación N°0922618079, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS CLASIFICADORAS DE CAMARÓN DE UNA EMPACADORA EN GUAYAQUIL, realizado por Samuel Isaac Guevara Gonzalez con documento de identificación N° 0932186539 y por Byron Samuel Naranjo Soriano con documento de identificación N° 2450224916, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Luis Daniel Caamaño Gordillo, MSc.

0922618079

### **Dedicatoria**

Le dedico el resultado de este trabajo en especial a mi padre y a mi abuela quienes han sido mi fuente constante de apoyo, aliento y amor incondicional a lo largo de este proceso universitario, su dedicación y sacrificio han sido el faro que me ha guiado en los momentos más desafiantes. También a mi madre que ya no está físicamente conmigo pero que siempre permanecerá en mi corazón y en cada logro que alcance, aunque ya no estés aquí para presenciar este logro, sé que desde algún lugar, estás orgullosa de mí. A mi familia y amigos, por su comprensión, paciencia y motivación constante. A mis profesores por su invaluable orientación y sabios consejos que han enriquecido mi aprendizaje, y finalmente a mí mismo por la perseverancia, determinación y dedicación que he invertido en este proyecto.

Samuel Isaac Guevara González

Este proyecto de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios por brindarme la sabiduría y las fuerzas para enfrentar cada obstáculo que se pudo haber atravesado en mi camino durante este proceso, a mi madre quien ha estado desde el inicio de la carrera dándome su apoyo y amor para continuar con mis estudios y en especial a mi padre ya que él ha sido mi motivo de superación para seguir adelante, gracias a sus esfuerzos y constante apoyo he podido realizar este proyecto. Finalmente se lo dedico a mis hermanas porque ellas siempre me han dado consejos y me han brindado su apoyo para la culminación de mi carrera.

Byron Samuel Naranjo Soriano

## **Agradecimiento**

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme vivir una buena experiencia dentro de mi universidad, quiero extender a mi gratitud a mi tutor de tesis, por su sabiduría, orientación y apoyo constante a lo largo de este proceso. También quiero agradecer a mi familia por su amor incondicional, paciencia y aliento constante durante esta travesía. Su apoyo incondicional ha sido un faro de esperanza y motivación para mí. Agradezco sinceramente a mis amigos y seres queridos que me brindaron su apoyo emocional y aliento en cada etapa de este camino académico.

Samuel Isaac Guevara González

Agradezco a Dios, a mis seres queridos y a mis profesores por brindarme un apoyo invaluable que ha sido fundamental para culminar la carrera de ingeniería. Su respaldo ha sido una fuente constante de inspiración y fortaleza a lo largo de este significativo proceso. Así mismo agradezco a la empresa empacadora y a sus jefes de áreas por habernos dado la oportunidad de realizar este proyecto de investigación en sus instalaciones.

Byron Samuel Naranjo Soriano

## Resumen

El presente trabajo de titulación "Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para las clasificadoras de camarón de una empacadora en Guayaquil" se enfocó en identificar los principales problemas del sistema de gestión de mantenimiento que se realizaba en la empresa empacadora con el fin de identificar las principales áreas a tratar para llevar a cabo la realización del plan de mantenimiento.

Para llevar a cabo este proyecto, se utilizó una encuesta para recopilar información valiosa de los operadores y personal técnico. Posteriormente, se aplicó un diagrama de Ishikawa, identificando de manera sistemática los principales fallos de las máquinas. Este análisis permitió comprender las raíces de los problemas y establecer áreas de mejora.

Con base en los resultados obtenidos, se desarrolló un Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) que proporcionó una evaluación detallada de los riesgos potenciales y las consecuencias de los fallos en las clasificadoras de camarón. Este análisis sirvió como base para realizar el diseño del plan de mantenimiento preventivo, orientado a mitigar y prevenir los problemas identificados.

**Palabras claves:** Mantenimiento preventivo, encuesta, diagrama de Ishikawa, AMEF, plan de mantenimiento.

### **Abstract**

This degree project "Design of a preventive maintenance management system for the shrimp classifier machines of a packing plant in Guayaquil" focused on identifying the main problems of the maintenance management system in the packing company to identify the principal areas to conduct the maintenance plan.

To conduct this project, tools such as surveys were used to gather valuable information from operators' personnel. Subsequently, an Ishikawa diagram was applied, systematically identifying the main failures of the machines. This analysis made it possible to understand the roots of the problems and establish areas for improvement.

Based on the results obtained, a Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) was developed, which provided a detailed assessment of the potential risks and consequences of failures in the shrimp graders. This analysis served as the basis for the design of the preventive maintenance plan, aimed at mitigating and preventing the problems identified.

**Key words:** Preventive maintenance, survey, Ishikawa diagram, AMEF, maintenance plan.



## Índice de contenido

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	IV
Dedicatoria .....	V
Agradecimiento .....	VI
Resumen .....	VII
Abstract .....	VIII
Introducción .....	1
Capítulo I.....	3
Problemática .....	3
Antecedentes del problema.....	3
<i>La empresa</i> .....	3
<i>Misión</i> .....	3
<i>Visión</i> .....	3
<i>Política de calidad</i> .....	3
<i>Estructura organizacional de la empresa</i> .....	4
<i>Productos que ofrece la empresa</i> .....	4
<i>Flujograma del proceso de la clasificadora de camarón</i> .....	5
Ficha técnica de la maquina clasificadora .....	6

Importancia .....	9
Alcance .....	10
Delimitación .....	10
<i>Delimitación temporal</i> .....	10
<i>Delimitación espacial</i> .....	10
<i>Delimitación académica</i> .....	10
Formulación del problema.....	10
Grupo objetivo beneficiario.....	12
Objetivo general .....	13
Objetivos específicos.....	13
Capitulo II .....	14
Marco teórico .....	14
Antecedentes de la investigación.....	14
Mantenimiento preventivo.....	17
Objetivos del mantenimiento preventivo.....	18
Tipos de mantenimiento preventivo .....	18
<i>Mantenimiento de uso</i> .....	18
<i>Mantenimiento cero horas</i> .....	19
Etapas para elaborar un plan de mantenimiento preventivo.....	20
Tipos de empresas que necesitan de un mantenimiento preventivo .....	20
Maquinas clasificadoras balzo.....	21

Capítulo III .....	23
Marco metodológico .....	23
Fuentes y técnicas para la recolección de la información.....	23
Encuestas al personal operativo.....	23
Elaboración del diagrama de ISHIKAWA .....	24
Elaboración de un AMEF .....	25
Listado de los repuestos a utilizar.....	30
Definición de actividades de mantenimiento.....	30
Creación del plan de mantenimiento preventivo .....	30
Capítulo IV .....	32
Resultados y propuesta.....	32
Tabulación de datos de la encuesta.....	32
Diagrama de Ishikawa .....	36
Análisis de modo y efecto de fallas .....	37
Lista de repuestos a usar .....	40
Costos de mantenimiento repuestos .....	42
Creación del calendario de mantenimiento.....	43
<i>Periodo diario</i> .....	43
<i>Periodo semanal</i> .....	46
<i>Periodo Mensual</i> .....	48
<i>Periodo Trimestral</i> .....	51

<i>Periodo Anual</i> .....	53
Conclusiones .....	56
Recomendaciones.....	57
Bibliografía.....	58
Anexos.....	62

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Estructura organizacional de la empresa .....	4
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo del proceso del camarón .....	6
<b>Figura 3.</b> Etapas para un mantenimiento preventivo.....	20
<b>Figura 4.</b> Máquina clasificadora Balzo .....	22
<b>Figura 5.</b> Escala para medir la severidad de los efectos .....	27
<b>Figura 6.</b> Escala para medir la probabilidad de ocurrencia del fallo .....	28
<b>Figura 7.</b> Escala para medir la detección del fallo .....	29
<b>Figura 8.</b> Diagrama de pastel de la primera pregunta .....	32
<b>Figura 9.</b> Diagrama de barras pregunta dos .....	33
<b>Figura 10.</b> Diagrama circular pregunta tres .....	33
<b>Figura 11.</b> Respuesta a la pregunta cuatro.....	34
<b>Figura 12.</b> Diagrama de pastel de la pregunta cinco.....	35
<b>Figura 13.</b> Diagrama de Ishikawa causa y efecto.....	36
<b>Figura 14.</b> Plan de mantenimiento preventivo diario.....	45
<b>Figura 15.</b> Plan de mantenimiento preventivo semanal.....	47
<b>Figura 16.</b> Plan de mantenimiento preventivo mensual .....	50
<b>Figura 17.</b> Plan de mantenimiento preventivo trimestral.....	52
<b>Figura 18.</b> Plan de mantenimiento preventivo anual.....	55

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Productos que ofrece la empresa.....	4
<b>Tabla 2.</b> Ficha técnica de la máquina clasificadora.....	7
<b>Tabla 3.</b> Gastos de la empresa asociados al mantenimiento correctivo.....	8
<b>Tabla 4</b> Total de pérdidas por horas paralizadas de la máquina.....	12
<b>Tabla 5.</b> Análisis de modo y efecto de fallos.....	38
<b>Tabla 6.</b> Ficha técnica de los repuestos.....	40
<b>Tabla 7.</b> Costo de los repuestos a adquirir.....	42

## **Introducción**

En el entorno dinámico industrial de la ciudad de Guayaquil, donde la producción y exportación de productos marinos desempeñan un papel importante en la economía local, las empresas de empaqueo de camarones enfrentan constantes desafíos para optimizar sus procesos operativos. Una de las áreas principales que requiere atención especial es el mantenimiento de las clasificadoras de camarón,

Históricamente, la empresa empacadora ha experimentado desafíos significativos relacionados con el mantenimiento correctivo de sus clasificadoras de camarón. La falta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo ha llevado a interrupciones no planificadas en la producción, costosos tiempos de inactividad y gastos excesivos en reparaciones urgentes. Conscientes de la importancia de abordar estos problemas de manera proactiva, la empresa ha decidido embarcarse en el proyecto "Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo para las Clasificadoras de Camarón de una Empacadora en Guayaquil".

El propósito fundamental de este proyecto es mitigar los desafíos asociados con el mantenimiento correctivo, estableciendo un enfoque sistemático y preventivo para garantizar el funcionamiento óptimo de las clasificadoras de camarón. La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo no solo tiene como objetivo reducir los costos asociados con las reparaciones imprevistas, sino también incrementar la eficiencia operativa, minimizar el tiempo de inactividad y mejorar la confiabilidad de las clasificadoras.

Este proyecto se erige como una respuesta estratégica para fortalecer la competitividad de la empresa empacadora en el mercado, al tiempo que contribuye al desarrollo sostenible de la industria de empaqueo de camarones en Guayaquil. A través de la planificación proactiva y la implementación de prácticas de mantenimiento

preventivo, se busca no solo optimizar los recursos financieros, sino también consolidar la reputación de la empresa como un actor confiable y eficiente en el sector.

Este proyecto está estructurado en cuatro capítulos, cada uno destinado a abordar aspectos específicos con el objetivo de proporcionar una solución integral a la problemática identificada.

El primer capítulo aborda la introducción de la problemática actual que enfrenta la empresa empaedora en relación con el mantenimiento de sus clasificadoras de camarón. Se presentará una justificación detallada del problema, destacando la relevancia de adoptar un enfoque preventivo para contrarrestar los costos y las interrupciones asociadas con el mantenimiento correctivo. Además, se establecerán los objetivos específicos que persigue el proyecto, así como los alcances que delimitarán su implementación.

El segundo capítulo se enfocará en los antecedentes investigativos y el marco teórico que respalda la necesidad de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo. Se explorarán estudios previos, prácticas industriales destacadas y teorías relevantes para proporcionar un fundamento sólido y contextualizar la importancia de la propuesta.

En el tercer capítulo, se detallará la metodología utilizada para abordar la problemática planteada. Se explicarán los pasos, herramientas y enfoques adoptados para diseñar e implementar el sistema de gestión de mantenimiento preventivo, brindando una visión clara de la estrategia empleada.

Finalmente, el cuarto capítulo presentará los resultados de la investigación y el plan de mantenimiento preventivo diseñado específicamente para las clasificadoras de camarón de la empresa. Se detallarán los procedimientos, frecuencias y responsabilidades asociadas con la implementación de este plan.



## **Capítulo I**

### **Problemática**

#### **Antecedentes del problema**

##### ***La empresa***

La empresa empacadora de camarones se especializa en la preparación y empaquetado de camarones para su exportación. Aunque su escala es más reducida en comparación con instalaciones más grandes, desempeña un papel fundamental en la cadena de suministro de productos marinos. La empacadora está estratégicamente ubicada en una región costera que facilita el acceso a las fuentes de camarones frescos. Su proximidad a los centros de captura permite una logística eficiente para el procesamiento y la exportación.

##### ***Misión***

Ser ejemplo de consolidar y hacer prevalecer una empresa de talla mundial desde su origen, con disciplina, humildad y compromiso generando un impacto social.

##### ***Visión***

Posicionarse dentro del top 10 de las mejores empresas exportadoras de productos marinos del Ecuador para el año 2023 con una mejor estructura organizacional siendo un referente para otras empresas del sector industrial.

##### ***Política de calidad***

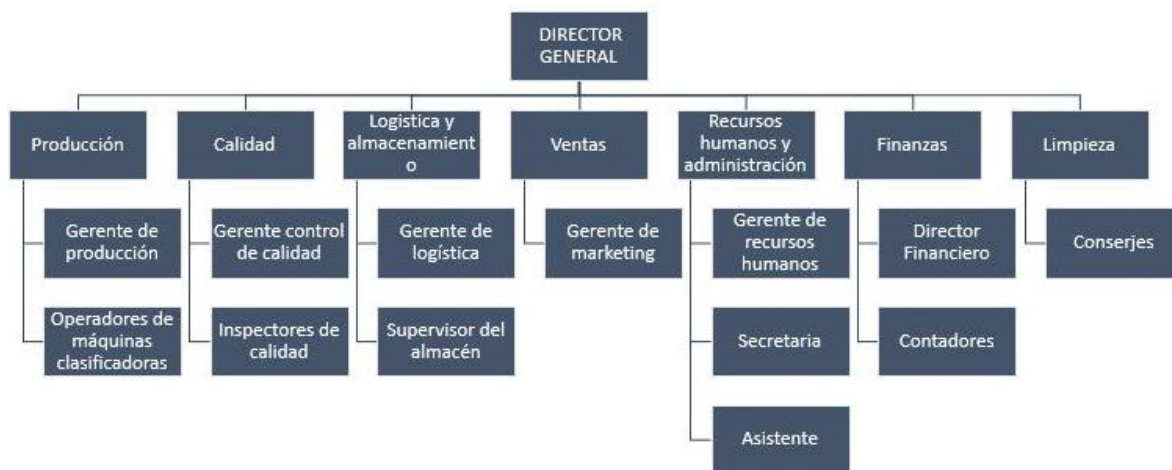
La empresa está comprometida con la excelencia y la satisfacción del cliente en la producción y exportación de camarones. Nuestra política de calidad refleja nuestro compromiso con estándares elevados, sostenibilidad y responsabilidad social. salvaguarda un óptimo nivel en el desarrollo y mejoramiento de sus procesos de transformación del camarón.

### *Estructura organizacional de la empresa*

La empresa consta de un total de 54 trabajadores distribuidos de la siguiente manera:

**Figura 1**

### *Estructura organizacional de la empresa*



En la figura 1 se evidencia que no existe un departamento dedicado al área de mantenimiento esto debido a que la empresa se ha mantenido bajo un sistema de mantenimiento correctivo por lo cual, cada vez que existe un imprevisto o fallo se tiene que llamar a una empresa externa que ofrece servicios de mantenimiento a maquinarias de producción.

### *Productos que ofrece la empresa*

La empresa oferta varios productos que se detallan a continuación:

**Tabla 1**

### *Productos que ofrece la empresa*

PRODUCTO	TAMAÑO	EMPAQUE
CABEZA DE CAMARON	20/30 – 50/60 – 80/100	Semi IQF – BRINE IQF
COLA DE CAMARON	21/25 – 36/40 – 61/70	Semi IQF – BRINE IQF
P&D TAIL-OFF	21/25 – 36/40 – 61/70	BLOQ – IQF

P&D TAIL-ON	21/25 – 36/40 – 61/70	BLOQ – IQF
PUD TAIL-OFF	21/25 – 36/40 – 61/70	BLOQ – IQF
PUD TAIL-ON	21/25 – 36/40 – 61/70	BLOQ – IQF
PEELEP PULL VEIN	21/25 – 36/40 – 61/70	BLOQ – IQF
BUTTERFLY	21/25 – 36/40 – 61/70	BLOQ – IQF

*Nota: Información obtenida de parte de la administración de la empresa*

Como se puede observar en la tabla 1, la empresa ofrece una variedad de productos desde el camarón entero, hasta las cabezas y colas de camarón. La clasificadora los distribuye conforme al peso que tengan y la capacidad de producto en el empaque.

Las manera en la que se clasifican los camarones depende de la capacidad en una libra por eso se tienen las denominaciones 20/30 que especifica la cantidad de camarones por libras, es decir, de 20 a 30 camarones por libra, así mismo 50/60, o sea, de 50 a 60 camarones por libra y así sucesivamente con las demás denominaciones que se muestran en la tabla.

### ***Flujograma del proceso de la clasificadora de camarón***

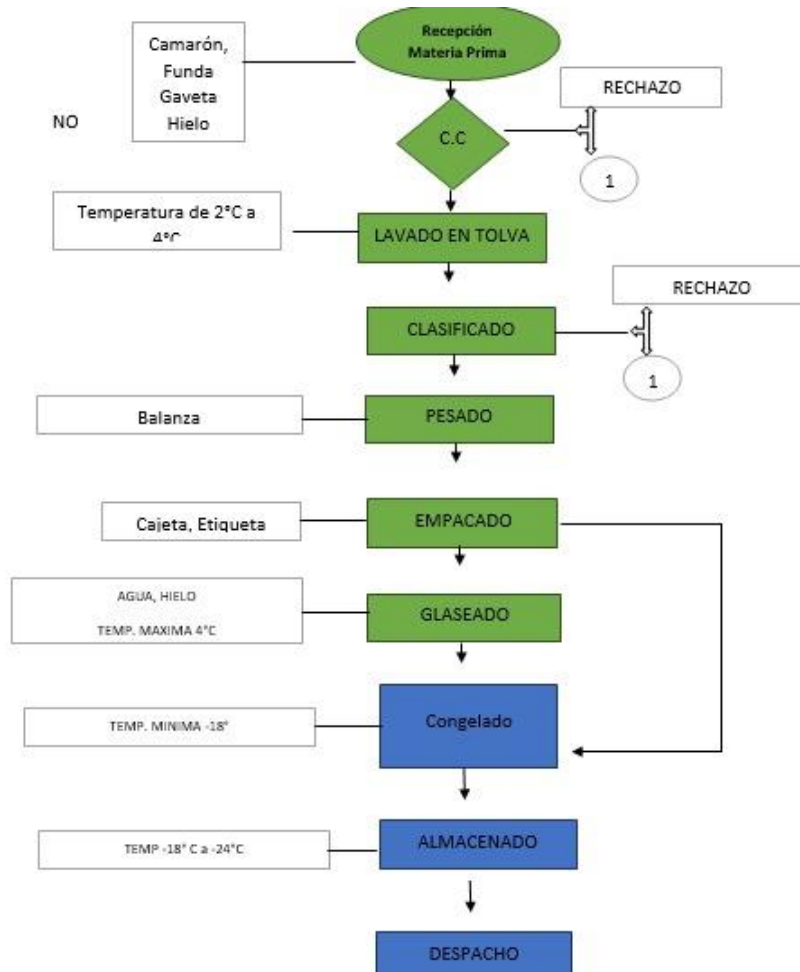
Según (Ekon, 2023) un diagrama de procesos representa la secuencia y la interrelación de las acciones de un procedimiento mediante el uso de símbolos gráficos, lo cual mejora la claridad en la comprensión del funcionamiento del proceso. Este enfoque visual e intuitivo facilita la descripción del proceso de manera más accesible y comprensible.

Para la obtención del diagrama de flujos del proceso de selección del camarón se hicieron las respectivas observaciones en el área de producción con el fin de identificar las etapas más importantes por las cuales pasa el camarón antes de ser empacado. El

proceso es detallado de la siguiente manera:

**Figura 2**

*Diagrama de flujo del proceso del camarón*



*Nota:* Diagrama del proceso de empaque de camarón de la empresa, información adaptada mediante la investigación de campo.

En la figura 2 se evidencia el proceso por el que pasa el camarón antes de ser despachado a los proveedores. Este flujograma da a entender las diferentes etapas por la que el camarón es sometido para llegar al producto final.

### **Ficha técnica de la maquina clasificadora**

La empresa empacadora cuenta con tres máquinas clasificadoras de camarón de la marca Balzo. La ficha técnica se la obtuvo a través del manual de usuario de la clasificadora incluido en la misma.

**Tabla 2***Ficha técnica de la máquina clasificadora*

<b>Características técnicas de la maquina</b>	Caja de cambios totalmente cerrada con sistema de lubricación centrífuga. Tanque de aceite aislado en el interior para evitar posible contaminación con agua. Sistema mecánico de ajuste de las aperturas superior e inferior del rodillo en el proceso de calibración.
<b>Tanque de recepción y banda transportadora elevador</b>	Pequeño tanque receptor de acero inoxidable, plegable para facilitar su limpieza. Elevador transportador con cinta que transporta camarones hasta la máquina.
<b>Transportadores transversales</b>	Consta de 4 transportadores transversales fijos con dispositivos de envasado directo. Los modelos de 4000 y 5000 lb/h añaden un transportador móvil con unidades dobles de embalaje directo.
<b>Tanque de lavado con banda de inspección</b>	Depósito de capacidad entre 800 y 2900 litros, según modelo, fabricado íntegramente en acero inoxidable, diseñado y construido mediante soldadura tig. Todo el sistema hidráulico consta de un sistema de circulación de agua. Mecanismo de paleta ajustable para controlar la cantidad de camarones.

En la tabla 2 se observa la ficha técnica de la máquina clasificadora, en este caso solo se presenta una ficha técnica ya que al ser tres máquinas de la misma marca todas tienen la misma información. En esta se puede observar que la maquina clasificadora consta de tres partes principales de los cuales derivan los componentes y repuestos para tener en cuenta.

La empresa empacadora tiene como objetivo el procesado y empacado de camarón para su respectiva exportación. En el proceso de empacado los camarones se someten a distintas etapas con el fin de que el producto sea de calidad para sus compradores. Una de estas etapas es la clasificación del camarón según su tamaño, para esto la empresa cuenta con tres máquinas clasificadoras de la marca Balzo. Estas máquinas son operadas por un total de seis personas, dos por cada máquina, las cuales están calificadas únicamente para el trabajo de operar las máquinas, cuando estas sufren de algún daño imprevisto se ve forzada su paralización para realizar el respectivo mantenimiento.

Los antecedentes revelan que la empacadora ha dependido predominantemente de intervenciones de mantenimiento correctivo en sus respectivas clasificadoras para abordar las averías y problemas operativos en lugar de adoptar un enfoque preventivo. Este patrón ha resultado en costos significativos asociados con la reparación y sustitución de las clasificadoras, así como en posiblemente pérdidas de producción debido a tiempos de inactividad no planificados. La necesidad de una revisión en la estrategia de mantenimiento se hace evidente, con el objetivo de optimizar los recursos, mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados al mantenimiento correctivo.

La empresa indica que no existe un departamento dedicado al área de mantenimiento esto debido a que la empresa se ha mantenido bajo un sistema de mantenimiento correctivo por lo cual, cada vez que existe un imprevisto o fallo se tiene que llamar a una empresa externa que ofrece servicios de mantenimiento a maquinarias de producción. Durante el año 2022 resultó necesario adquirir el servicio de esta empresa en varias ocasiones debido a las fallas de las máquinas clasificadoras, a continuación, se presenta una tabla en la cual se detalla el capital que gastó la empresa realizando las labores de mantenimiento.

**Tabla 3**

Gastos de la empresa asociados al mantenimiento correctivo

<b>MÁQUINA</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	<b>MANTENIMIENTOS AL AÑO</b>	<b>TOTAL</b>
MÁQUINA 1	Cambio de aceite	\$300	5	\$1.500
MÁQUINA 1	Cambio de sprokets	\$200	5	\$1.000
MÁQUINA 1	Cambio de bandas	\$200	4	\$800
MÁQUINA 1	Actualización del software	\$250	2	\$500

MÁQUINA 2	Mantenimiento en cabezal superior e inferior	\$550	4	\$2.200
MÁQUINA 2	Cambio de retenedores, empaques, rodamientos de chumaceras.	\$250	3	\$750
MÁQUINA 2	Cambio de filtros de aire y aceite	\$250	4	\$1.000
MÁQUINA 2	Mantenimiento del moto-reductor de los rodillos	\$550	4	\$2.200
MÁQUINA 2	Actualización del software	\$250	2	\$500
MÁQUINA 3	Cambio de engranajes	\$250	4	\$1.000
MÁQUINA 3	Cambio de bandas	\$250	4	\$1.000
MÁQUINA 3	Mantenimiento del moto-reductor de los rodillos	\$550	5	\$2.750
MÁQUINA 3	Mantenimiento en cabezal superior e inferior	\$550	5	\$2.750
MÁQUINA 3	Actualización del software	\$250	2	\$500
TOTAL				\$18.450

*Nota: Tabla elaborada a partir de información obtenida por la empresa empaedora*

En esta tabla se puede evidenciar el gasto anual que tiene la empresa empaedora en darle mantenimiento correctivo a sus equipos. Este valor se pretende reducir significativamente implementando el sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

### **Importancia**

Al estar ubicada en la ciudad de Guayaquil la empresa empaedora tiene una tendencia de crecimiento debido a la demanda del consumo del producto por lo que la importancia de este proyecto radica en la necesidad de mejorar sus procesos de producción utilizando la optimización de recursos, ya que al reducir costos aumenta de la eficiencia operativa contribuyendo a mantener los equipos en condiciones óptimas alargando su vida útil y así mismo ofreciendo una mejor calidad del producto final para ser reconocida como una de las mejores empaedoras de la ciudad.

**Alcance**

El presente proyecto tiene como alcance la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo el cuál será usado por la empresa empacadora de camarones para mejorar su producción.

**Delimitación*****Delimitación temporal***

El presente proyecto tiene una duración de seis meses en los cuales se buscará obtener la mayor cantidad de información a través de las respectivas investigaciones. Este tiempo estará establecido para realizar la investigación literaria, posteriormente se realizará la investigación de campo para finalizar con la realización del programa de mantenimiento

***Delimitación espacial***

El proyecto por realizar se dará sitio en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil dirección: Km. 9.5 Vía a Daule - Palmeras S/N Casuarinas.

***Delimitación académica***

La delimitación académica de este proyecto se basa en la intersección de tres disciplinas clave que han sido estudiadas durante la carrera de Ingeniería Industrial:

- Gestión de mantenimiento
- Ingeniería de la producción
- Ingeniería de métodos

Estas materias han sido estudiadas a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial por lo que su aplicación es necesaria para la realización de este proyecto.

**Formulación del problema**

La empresa empacadora de camarones a lo largo de sus años funcionando se ha visto en la necesidad de implementar un programa de mantenimiento especialmente a



las clasificadoras de camarón ya que se ha identificado que esta es el área en que más averías y paralizaciones se tiene, el problema es que la empresa se ha enfocado en un mantenimiento correctivo lo que ha ocasionado paradas no planificadas, pérdida de producción, costos elevados de reparación, desgaste adicional de las máquinas, impacto en la calidad del producto y riesgo de daños secundarios. Durante las intervenciones de mantenimiento correctivo, la clasificadora queda fuera de servicio, lo que puede resultar en pérdida de producción y retrasos en la entrega de pedidos. La justificación de este proyecto radica en la necesidad de garantizar un mantenimiento preventivo adecuado con el objetivo de preservar la calidad del producto, reducir costos y mantener la competitividad en el mercado.

La empresa parece depender exclusivamente de un enfoque reactivo para el mantenimiento, abordando problemas solo después de que han ocurrido. Esta dependencia del mantenimiento correctivo está generando paralizaciones no planificadas y afectando la continuidad de la producción. El mantenimiento correctivo, al abordar problemas después de que se han manifestado, puede implicar costos significativos.

Debido a que estos años la empresa ha mantenido un sistema de mantenimiento correctivo se ha visto en la necesidad de realizar paralizaciones en sus máquinas que generan pérdidas en la producción de la empresa. Los empleados han manifestado que en ciertas ocasiones hay retrasos de hasta un día en la máquina clasificadora de camarón que está siendo sometida a la respectiva reparación. Así mismo el mantenimiento correctivo no es conveniente realizarlo en este aspecto de la industria ya que las maquinas suelen ser muy costosas y al ocurrir un fallo puede producirse una avería de importante gravedad que en el peor de los casos termina con el completo funcionamiento de la máquina clasificadora

Se ha pedido al área de producción que se facilite información acerca de las pérdidas ocasionadas durante el último año debido a la paralización de las máquinas clasificadoras.

**Tabla 4**

*Total de perdidas por horas paralizadas de la máquina*

MÁQUINA	TOTAL HORAS PARALIZADAS	LIBRAS PROCESADAS POR HORA	LIBRAS PERDIDAS	COSTO DE LIBRA PRODUCCIÓN	SUBTOTAL PÉRDIDA
MÁQUINA 1	100	2000	200000	\$2,75	\$550.000,00
MÁQUINA 2	150	2000	300000	\$2,75	\$825.000,00
MÁQUINA 3	125	2000	250000	2,75	\$687.500,00
TOTAL PÉRDIDA AÑO 2022			750000		\$2.062.500

*Nota:* Obtenido de la administración de la empresa.

En la tabla 4 se evidencia que en el año 2022 la empresa tuvo un total de 375 horas paralizadas en sus máquinas clasificadoras lo que representa un total de \$2.062.500 de pérdidas.

Al realizar el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo que resulte positivo, la empresa camaronera podrá optimizar su producción, reducir los tiempos de paros y ofrecer productos con alta calidad de manera consistente. A través de la realización de este plan de mantenimiento se busca un desarrollo en el proceso de mejora continua en la gestión de mantenimiento de las empacadoras de la ciudad.

### **Grupo objetivo beneficiario**

Este proyecto tiene como principal beneficiario la empresa empacadora de Guayaquil ya que al implementar el sistema de mantenimiento correctivo esta mejorará su productividad logrando posicionarse de una mejor manera dentro del mercado alimenticio. Así mismo constará en su registro con un plan de mantenimiento el cual podrá ser usado durante el tiempo que la empresa lo considere necesario, así mismo si

la empresa lo desea podrá realizar una mejora en el plan conforme este lo requiera.

Los autores de este trabajo serán beneficiados al contar con un proyecto aplicable valido para la obtención del título de Ingeniero Industrial en donde los responsables de la investigación utilizarán los conocimientos aprendidos durante periodo de formación como profesional.

### **Objetivo general**

- Realizar el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para las clasificadoras de camarón de una empacadora de Guayaquil.

### **Objetivos específicos**

- Analizar y clasificar las actividades de mantenimiento requeridas para las clasificadoras de camarón, priorizando aquellas críticas para la operación eficiente.
- Identificar las principales fallas que ocurren en las clasificadoras de camarón que hacen que la empresa tenga pérdidas en su producción
- Definir las acciones de mantenimiento preventivo que se deben realizar regularmente en las clasificadoras, estableciendo la frecuencia y los procedimientos específicos para cada actividad.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### Antecedentes de la investigación

Campos (2018) llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual del mantenimiento aplicado a la flota de volquetes de una empresa transportista. La evaluación reveló un decrecimiento en las ventas de la empresa en los últimos años. Mediante indicadores de mantenimiento, se identificó que algunos volquetes presentan baja disponibilidad, mientras que otros muestran alta disponibilidad. Se destacan los costos del mantenimiento correctivo, que ascienden a S/ 197,020.88.

Así mismo, Timoteo (2022) diseñó un plan de mantenimiento examinando actividades programadas a nivel semanal, quincenal y mensual con el propósito de asegurar el óptimo desempeño de las máquinas que fueron evaluadas y seleccionadas. Este enfoque condujo a un aumento en la producción de 57,173 sacos de arroz de 50 kg, generando ingresos adicionales promedio valuados en S/. 857,587.50 anuales. Además, se logró mejorar la disponibilidad en un 5.5%, aumentar la confiabilidad a un 48.2%, reducir la mantenibilidad en 0.8 horas y disminuir las horas de parada de 544.5 a 220.5 horas.

En la universidad privada del norte Rodríguez (2020) propuso un plan de mantenimiento preventivo que logró conseguir una reducción del 94% en los gastos asociados con el mantenimiento correctivo, generando un ahorro anual de S/.67,780.77. Esto se logró a través de la mejora en el rendimiento de los equipos y una utilización más eficiente de los recursos humanos. Asimismo, se obtuvo una disminución de los tiempos de demora en el proceso de reencauche y en los costos operativos derivados de las horas en las que el equipo permanece inactivo.

Pesantez y Sarzosa (2009) realizaron una investigación que tuvo como objetivo

brindar orientación confiable sobre los tipos de mantenimiento de los equipos más críticos en el proceso productivo de una empresa empaedora de camarón que operaba de manera informal y con muy poca atención a registros confiables. En este estudio examinaron el estado actual de los bienes de capital de la empresa y la información actual que maneja el departamento de mantenimiento, determinando qué etapa del proceso productivo es más importante; mediante el cual se elaboró un plan de mantenimiento anual de los equipos en los que se incluye, basado en los manuales técnicos de cada equipo, las recomendaciones de los técnicos especialistas de la empresa.

Los autores Yagual y Acosta (2022) propusieron la gestión de un plan de mantenimiento preventivo, dando como resultado que la empresa de productos de limpieza redujo la incidencia del mantenimiento correctivo que representaba atrasos en la productividad afectando la calidad de los productos finales y deteriorando significativamente las maquinarias.

El autor Padilla (2021) llevó a cabo un análisis cuantitativo de la gestión de mantenimiento que incluye la evaluación de criticidad para identificar el sistema más importante. Se seleccionaron los tipos de mantenimiento de acuerdo con la norma UNE-EN 13306, alineándolos con los objetivos de la empresa. Se realiza un análisis de la frecuencia de mantenimiento y, finalmente, propuso un plan de mantenimiento destinado a mantener operativos los procesos en la planta de tratamiento de materiales inorgánicos, contribuyendo así a prolongar la vida útil del relleno sanitario.

Yparaguirre (2018) realizó un trabajo de investigación utilizando como información un reporte de mantenimiento diario, a través de la tabla de fallas donde se contabilizaron los tiempos de inactividad de la máquina (horas), tiempos de falla de la unidad, fallas de control, etc., y se establecieron tablas y cuadros estadísticos que

reflejan el estado actual de la máquina, utilizando métodos descriptivos y métodos cuantitativos. Con base en los resultados el plan de mantenimiento preventivo se desarrolla en base a, plan de lubricación, plan de reposición de repuestos y plan de inspección. Con esta implementación la empresa aumentó la utilización de la máquina al 93 % y redujo el tiempo de inactividad en un 75 %.

El autor Chuquimbalqui (2018) elaboró una “Propuesta de Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para aumentar la productividad laboral en el sitio de producción de una empresa Metalmecánica” en la cual se propuso mejorar el plan de mantenimiento preventivo. La muestra estuvo compuesta por 35 trabajadores de la empresa Metal mecánica. Se utilizó un cuestionario utilizando Escala Likert. Para este estudio, el principal problema fue la baja productividad de la zona de producción. Al mismo tiempo, hubo un aumento de la productividad del 21% y de la eficiencia del 14%. Y 12% en términos de eficiencia, con tales resultados del análisis lógico de la variable dependiente, productividad, se ha demostrado un comportamiento normal mediante la prueba de Shapiro Wilk y estudiantes, la hipótesis se confirmó aprobando las hipótesis del investigador con el nivel significancia 0.00

En la ciudad de guayaquil, Quirumbay (2018) propuso desarrollar un “Plan de Mantenimiento Preventivo de una Empacadora de Camarón” con el objetivo de disminuir las interrupciones en los equipos de producción, que es el tema más crítico. El autor utilizó herramientas de ingeniería como lo son el Diagrama de Pareto y el Diagrama Causa Efecto (Ishikawa) para determinar los problemas de mantenimiento que tiene la empresa. La información obtenida fue través de la recopilación de datos, entrevistas con personal relevante e investigación directa. El resultado que obtuvo fue la implementación del plan de mantenimiento preventivo que reduce las pérdidas por tiempos de inactividad.

De igual manera Percy (2020) diseñó un plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia de las máquinas y equipos de la empresa Rocagu s.r.l. Pacasmayo en el que se identificó que la compañía carecía un plan de gestión de mantenimiento preventivo que pueda ayudar a mejorar el rendimiento de las máquinas y sus equipos y a partir de un breve panorama de la situación problemática se detectaron problemas entre la gestión y operación, paros inesperados y productos defectuosos. El autor elaboró un Plan de Gestión del Mantenimiento Preventivo para mejorar la eficiencia de máquinas y equipos, teniendo en cuenta la Norma UNE-EN 13460:2009 como base de investigación.

### **Mantenimiento preventivo**

Según López (2020) el mantenimiento preventivo es aquel que se lleva a cabo mediante un cronograma de actividades planificado. Consiste en revisiones e inspecciones que están programadas y pueden o no resultar en la realización de tareas correctivas o de cambio. En otras palabras el mantenimiento preventivo se refiere a un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que se llevan a cabo con el objetivo de evitar o reducir el deterioro, el desgaste y las fallas de los equipos, máquinas o sistemas. Su propósito principal es prevenir problemas y mantener el funcionamiento óptimo de los activos, en lugar de esperar a que ocurran fallas y luego realizar reparaciones o reemplazos costosos.

El mantenimiento preventivo se basa en revisiones regulares, ajustes, limpieza, engrasado y otras tareas de rutina que se realizan de manera regular de acuerdo con un calendario predefinido o siguiendo pautas específicas del fabricante. Estas acciones se llevan a cabo antes de que aparezcan problemas evidentes o se produzcan fallos, lo que permite identificar y corregir fallos incipientes o condiciones que puedan llevar a un mal funcionamiento en el futuro.

## **Objetivos del mantenimiento preventivo**

El autor Olives (2021) nos indica que los objetivos principales del mantenimiento preventivo son:

- Proteger la seguridad del personal y de los equipos o instalaciones.
- Minimizar la severidad de las averías.
- Prevenir la interrupción de la producción.
- Optimizar los recursos para disminuir los costos derivados del mantenimiento.
- Preservar la seguridad y eficiencia de los equipos.
- Extender la vida útil de infraestructura y maquinarias.
- Mejorar los procesos operativos.

Estos objetivos se combinan para formar un enfoque integral que busca no solo corregir problemas existentes, sino también prevenir futuras complicaciones, promoviendo así un entorno de trabajo seguro, eficiente y económicamente sostenible.

## **Tipos de mantenimiento preventivo**

### ***Mantenimiento de uso***

Según (García, 2020) el mantenimiento de uso es el elemental de un equipo que puede llevar a cabo el propio usuario del equipo. Se centra en la realización de tareas simples, como la toma de datos, una inspección visual o la lubricación. En todos los casos, se trata de actividades sencillas que no demandan una formación especializada.

El mantenimiento de uso (MUS) se destaca como una modalidad rentable y económica de mantenimiento. Enclavado en el marco del TPM (Mantenimiento Productivo Total), el MUS implica la delegación de la responsabilidad de la conservación y mantenimiento en servicio, así como de pequeñas reparaciones, de los propios usuarios, principalmente los operarios, que gestionan los equipos e



instalaciones pertinentes. (Pinzón, 2022)

En este enfoque de mantenimiento, se asigna a los operarios de las máquinas la responsabilidad del primer nivel de mantenimiento. Este nivel implica llevar a cabo una serie de tareas básicas, como la toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación y apriete de tornillos. Estas actividades no requieren una extensa formación, sino más bien un breve entrenamiento.

### ***Mantenimiento cero horas***

El mantenimiento cero horas implica examinar exhaustivamente el componente, pieza o conjunto en intervalos de tiempo preestablecidos con el fin de mantenerlo en condiciones óptimas para su funcionamiento. Esto se logra mediante una reparación completa o la sustitución por una nueva unidad (Pinzón, 2022). El Mantenimiento a Horas Totales (MHT) tiene como objetivo asegurar el rendimiento eficaz del elemento durante un período específico, determinado según su vida útil y hasta el inicio de la fase de envejecimiento, donde la confiabilidad del elemento disminuye y aumenta la posibilidad de fallos.

El mantenimiento cero horas se refiere al conjunto de actividades cuyo propósito es inspeccionar los equipos en intervalos planificados, ya sea antes de que se manifieste algún fallo o cuando la confiabilidad del equipo ha disminuido significativamente, lo que hace riesgoso prever su capacidad productiva. Durante esta revisión, se lleva al equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, se restaura a un estado similar al de un equipo nuevo. Durante este proceso, se reemplazan o reparan todos los elementos sujetos a desgaste. El objetivo es garantizar, con alta probabilidad, un período predeterminado de operación eficiente. (Garrido, 2020)

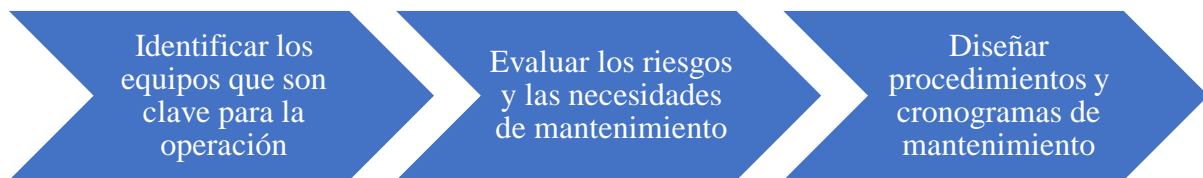
### **Etapas para elaborar un plan de mantenimiento preventivo**

Según (Maint, 2021) Para elaborar un programa de mantenimiento preventivo efectivo, es esencial conocer a fondo el activo que requiere mantenimiento y seguir con precisión las instrucciones proporcionadas en el manual correspondiente.

La implementación del mantenimiento preventivo garantiza que el equipo se mantenga en óptimas condiciones a lo largo de su ciclo de vida. Mediante una supervisión constante y eficiente, es posible preservar los equipos antes de que experimenten fallas, contribuyendo así a mejorar su confiabilidad.

### **Figura 3**

*Etapas para un mantenimiento preventivo*



*Nota:* Adaptado del artículo científico CMMSher “Tipos de mantenimiento” Pinzón (2022)

En la figura 3 se puede observar las diferentes etapas para la realización del plan de mantenimiento, es importante seguir este proceso para que el resultado sea el más óptimo posible.

### **Tipos de empresas que necesitan de un mantenimiento preventivo**

Para (Hernandez, 2023) el mantenimiento industrial encuentra aplicación en empresas de diversas dimensiones, desde pequeños emprendimientos hasta grandes corporaciones. Esta práctica resulta especialmente beneficiosa para aquellas empresas involucradas en la producción o manipulación de productos físicos. Su importancia se destaca especialmente en empresas que operan con maquinaria compleja, como aquellas dedicadas a la fabricación de automóviles, aviones, barcos y otros equipos de gran

envergadura.

Las compañías manufactureras, que se dedican a la producción de bienes materiales como mobiliario, alimentos y maquinaria, son un ejemplo claro de organizaciones que requieren mantenimiento industrial. Esta práctica es esencial para asegurar que los equipos y herramientas estén en óptimas condiciones, permitiendo la fabricación de productos de alta calidad. El mantenimiento industrial no solo contribuye a la reducción de los costos de producción, sino que también ayuda a prevenir el desperdicio.

Incluso las empresas de servicios pueden obtener beneficios del mantenimiento industrial. Estas organizaciones, que ofrecen servicios como entrega de alimentos, servicios de limpieza y reparación de equipos, también dependen de un mantenimiento efectivo para garantizar el funcionamiento adecuado de sus equipos y la prestación eficiente de servicios. Asimismo, el mantenimiento industrial puede disminuir los gastos asociados con las reparaciones y prevenir la pérdida de datos.

El ámbito de la seguridad no queda excluido de la importancia del mantenimiento industrial. Las empresas de seguridad, que emplean equipos sofisticados para vigilar y proteger a sus clientes, encuentran crucial mantener estos sistemas en condiciones óptimas a través del mantenimiento industrial.

### **Maquinas clasificadoras balzo**

(Balzo, 2017) La empresa empacadora cuenta con máquinas clasificadoras Balzo la está compuesta por:

- Cinco pares de rodillos clasificadores con una longitud total de 3.5 metros y un diámetro de 114 milímetros.
- Cinco pares de rodillos auxiliares con una longitud total de 3.5 metros y un diámetro de 90 mm, con superficie rectificadas.

- Cinco tamaños de clasificación, que incluyen cuatro tallas y una sobretalla.
- Cajas de engranajes completamente selladas, con un sistema de lubricación por centrifugación.
- Tanques de aceite aislados en una cámara para prevenir cualquier posible contaminación con el agua.
- Motorreductor de 2.5 HP.
- Tapas de los tanques de aceite y de las cámaras con una superficie de acrílico transparente, que permite la observación del trabajo interno de los engranajes.
- Variador de velocidad.
- Niveles de aceite y agua.
- Sistema mecánico para la regulación de las aberturas superior e inferior de los rodillos en el proceso de calibración, con tolerancias de calibración de más – menos 0.1 milímetros.
- Patas regulables.

#### **Figura 4**

*Maquina clasificadora balzo.*



*Nota:* Obtenido de la página web oficial de la clasificadora. [www.balzo.com](http://www.balzo.com)

## Capítulo III

### Marco metodológico

#### Fuentes y técnicas para la recolección de la información

Este proyecto emplea una metodología variada lo que implica la aplicación de un conjunto diverso de enfoques de investigación destinados a resolver la situación problemática. Se busca adquirir información de gran relevancia a través de la recopilación de datos mediante encuestas dirigidas a personal de carácter operativo. Además, se llevarán a cabo observaciones directas del funcionamiento del proceso de producción y de las máquinas clasificadoras empleadas en dicho proceso.

Se utilizarán también herramientas ingenieriles con el propósito de identificar las dificultades mediante el uso de técnicas tales como los diagramas de Ishikawa (Causa-Efecto), así mismo se hará uso de un AMEF con el fin de identificar las principales fallas de las maquinas clasificadoras. De manera similar, se procederá a recolectar información que proporcione posibles soluciones mediante investigaciones bibliográficas.

Se llevará a cabo una evaluación de las máquinas clasificadoras de camarón con el fin de identificar los elementos esenciales que necesitan mantenimiento preventivo. Estos pueden incluir motores, correas, rodillos, sensores y sistemas electrónicos.

#### Encuestas al personal operativo.

Para la recolección de información se realizó una encuesta de seis preguntas a un total de veinte operarios que trabajan en el área de producción de la empresa con el fin de conocer cuáles son las posibles causas que generan el problema de la paralización de las máquinas clasificadoras de camarón. Las preguntas por evaluar serán las siguientes

1. ¿Con qué frecuencia se realiza el mantenimiento en las clasificadoras de

- camarones en tu área de trabajo?
2. ¿Recibes capacitación regular sobre la importancia del mantenimiento de las clasificadoras de camarón?
  3. ¿Has experimentado alguna vez fallos en las clasificadoras de camarón que podrían haberse evitado con un mantenimiento adecuado?
  4. ¿Cómo describirías la comunicación entre el personal de producción y los operarios de las máquinas en relación con las necesidades de mantenimiento de las clasificadoras?
  5. ¿Estaría de acuerdo con implementar un plan de mantenimiento preventivo para las clasificadoras de camarón con el fin de evitar paralizaciones de producción?
  6. ¿A qué crees que se deben las paralizaciones de las máquinas?

### **Elaboración del diagrama de ISHIKAWA**

Para Burgasi y otros (2021) El Diagrama de Ishikawa se destaca como una herramienta altamente efectiva y eficiente en el proceso de abordar y reducir un problema central en términos de calidad. Este diagrama desempeña un papel fundamental al permitir el análisis de los diversos elementos que afectan la calidad del producto o servicio. Facilita la identificación de las causas y efectos mediante una representación visual de la interacción entre estos factores, revelando las raíces de la variabilidad.

Para realizar el diagrama de ISHIKAWA en el sistema de gestión de mantenimiento se deben tener en cuenta los siguientes procesos: (Lagreze, 2023)

- **Identifica las categorías de causas**

Las categorías de causas representan las áreas generales donde podrían originarse las causas del problema. Estas categorías comúnmente abarcan

aspectos como "Mano de Obra", "Materiales", "Método", "Máquinas" y "Medio Ambiente".

- **Enumera las posibles causas**

Bajo cada categoría, procede a listar exhaustivamente todas las posibles causas relacionadas con el problema. Este proceso debe ser colaborativo, involucrando a todas las partes interesadas pertinentes para asegurar una consideración completa de las posibles causas.

- **Desglosa las causas en sub-causas**

Para cada causa identificada, busca desglosarla en sub-causas, permitiendo un análisis más profundo que acerque a la identificación de la causa raíz del problema.

- **Realiza un análisis detallado**

Después de enlistar todas las posibles causas y sub-causas, es necesario realizar un análisis exhaustivo para determinar cuáles son las más probables o críticas. Este análisis puede involucrar la recopilación de datos, la realización de pruebas o la consulta con expertos.

- **Desarrolla e implementa soluciones**

Una vez identificadas las causas raíz, procede a desarrollar e implementar soluciones. Es crucial recordar que el propósito de este proceso es mejorar la eficiencia y eficacia del mantenimiento, logrando esto al abordar las causas raíz en lugar de simplemente tratar los síntomas.

### **Elaboración de un AMEF**

Al obtener la respectiva información a partir de la encuesta se procederá a realizar un AMEF (análisis modal de fallos y efectos) en donde se enlistará todos los errores y fallos encontrados para definir las principales actividades y correcciones a

realizar.

Para Fernández (2019) el AMEF se trata de una herramienta técnica de análisis preventivo diseñada para sistemas que presentan posibles riesgos de no lograr sus objetivos previstos en términos de confiabilidad y mantenibilidad. Además, esta herramienta cuantifica y evalúa el riesgo de fallo en dichos sistemas.

El Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) constituye un registro meticuloso y estructurado de observaciones y reflexiones destinadas a la "identificación y evaluación de posibles fallos en un producto o proceso, así como de los efectos que estos provocan". Su objetivo es establecer prioridades y tomar medidas con el propósito de minimizar las posibilidades de rechazo, promoviendo, en cambio, la confiabilidad del producto o proceso. (González y otros, 2015).

#### ***Procedimiento para la elaboración del AMEF de mantenimiento***

Como punto de partida, es necesario tener en cuenta que la elaboración del Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) demanda una fase inicial de recopilación de información. En este contexto, el proceso debe contar con una documentación completa referente a todos los componentes que lo integran. (López, 2019)

1. Determinar los pasos críticos del proceso

En este caso se determinarán las áreas críticas que afectan la productividad de la máquina debido a una falta de mantenimiento.

2. Identificar posibles fallos en cada etapa, analizar sus consecuencias y evaluar la gravedad de dichos fallos.

Se identifican los modos de falla, es decir, cómo ese proceso afecta el cumplimiento de la actividad. Una vez detectado el modo de falla se procede a analizar las posibles consecuencias que este fallo afecta al proceso. Después de enlistar todas las fallas y sus respectivos efectos, se procede a evaluar y asignar



una calificación de severidad a los posibles impactos. Para calificar la severidad de estos fallos se hará uso de una tabla escala donde se mide el grado de estos efectos.

## Figura 5

### *Escala para medir la severidad de los efectos*

Calificación		Criterio	
Cuantitativa	Cualitativa	Efecto en el cliente	Efecto en el proceso
1	Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador.
2	Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por clientes críticos (25%)	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos.
3	Menor	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 50% de los clientes.	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos.
4	Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 75% de los clientes.	El producto debe ser seleccionado y una parte reprocesada. Sin desechos.
5	Bajo	Producto con especificaciones de calidad o niveles de desempeño bajos. Operable o usable.	El 100% del producto debe ser reprocesado o reparado fuera de línea.
6	Moderado	Producto operable o usable pero el cliente estará insatisfecho.	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto
7	Alto	Producto operable o usable pero el cliente estará muy insatisfecho.	El producto tiene que ser seleccionado y una parte reparada con un tiempo y costo alto
8	Muy alto	El producto es inoperable o inusable.	El 100% del producto debe ser desechado o puede ser reparado a un costo inviable.
9 - 10	Peligroso	En modo potencial afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental.	Puede exponer al peligro al operador o al equipo.

*Nota:* Tabla adaptada del artículo “Análisis del modo y efecto de fallas” (López, 2019)

En la figura 5 se observa el grado de severidad que debe ser considerado para medir la importancia de la falla. Este criterio va en forma ascendente es decir su grado de afectación parte desde 1 que se considera que la falla no afecta en el proceso hasta el más alto el 10 que evidencia que la falla afecta significativamente en el proceso.

3. Identificar las razones de cada fallo y analizar la probabilidad de que ocurran esos fallos.

En esta etapa, es necesario establecer la conexión entre las causas vinculadas a cada fallo identificado en el paso previo. Asimismo, se requiere analizar la

probabilidad de que ocurran dichos fallos.

Para analizar la probabilidad de ocurrencia en un Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) centrado en el proceso, se sugiere emplear un criterio, ya sea fundamentado en la probabilidad de fallos. Se utiliza una escala en donde se califica la probabilidad de ocurrencia, para conocer la probabilidad de estas ocurrencias es necesario tomar en cuenta las encuestas y el diagrama de Ishikawa realizado.

### Figura 6

*Escala para medir la probabilidad de ocurrencia del fallo*

Calificación	
Cuantitativa	Probabilidad
1	Remota: falla improbable.
2	Baja: Pocas fallas.
3	
4	Moderada: Fallas ocasionales.
5	
6	
7	Alta: Fallas frecuentes.
8	
9	Muy alta: Fallas persistentes.
10	

*Nota:* Tabla adaptada del artículo “Análisis del modo y efecto de fallas” (López, 2019)

En la figura 6 se observa la escala para medir el grado de ocurrencia de las fallas, se califica desde el número uno el cual indica una baja probabilidad de ocurrencia hasta el número diez que se refiere a una falla que es muy persistente.

4. Enumerar las medidas de detección o controles disponibles para identificar fallos y valorar su efectividad.

En esta fase, es necesario detallar el tipo de control utilizado para identificar cada fallo. Además, se debe valorar, en una escala del 1 al 10, la efectividad de dicho control en la detección; a mayor capacidad de detectar el fallo, menor será

la puntuación asignada.

### Figura 7

#### *Escala para medir la detección del fallo*

Calificación	
Cuantitativa	Criterio
1	Controles seguros para detectar: El ítem ha pasado a prueba de errores. Es casi improbable el hecho de realizar partes no conformes.
2	Controles casi seguros para detectar: El ítem ha pasado por medición automática. No puede pasar la parte no conforme.
3	Controles con buena oportunidad de detectar: Detección inmediata del error en la estación o en la estación siguiente. No pasa la unidad no conforme.
4	Controles con buena oportunidad de detectar: Detección del error en la estación siguiente. No pasa la unidad no conforme.
5	Controles que pueden detectar: Mediciones "pasa" o "no pasa" realizado en el 100% de las partes después de dejar la estación.
6	Controles que pueden detectar: Control en menos del 100% de las partes; puede estar apoyado en métodos estadísticos.
7	Controles con poca oportunidad de detectar: Control logrado con doble inspección visual.
8	Controles con poca oportunidad de detectar: Control efectuado con una inspección visual.
9	Controles que probablemente no detectarán: Control logrado con verificaciones indirectas o al azar.
10	Certeza absoluta de no detección: No se controla, no se detecta.

*Nota:* Tabla adaptada del artículo “Análisis del modo y efecto de fallas” (López, 2019)

En la figura 7 se observa la escala para medir la capacidad de detectar los fallos. Este criterio va en forma ascendente, mientras más exista la capacidad para detectar un fallo menor será el número en la escala.

5. Calcular el número de prioridad de riesgo (NPR) para cada falla detectada.

El índice de riesgo prioritario, comúnmente conocido como RPN (por sus siglas en inglés, Risk Priority Number), se calcula multiplicando la severidad, la ocurrencia y la capacidad de detección de un fallo. El RPN es un valor numérico que oscila entre 1 y 1000, proporcionando una indicación de la prioridad asignada a cada fallo con el objetivo de mitigarlo.

6. Establecer acciones preventivas de mejora

Después de determinar la prioridad de los modos de falla, se llevan a cabo

acciones preventivas, correctivas o de mejora. En este punto, se dispone de información significativa sobre el proceso, las fallas, las causas y los controles de detección.

### **Listado de los repuestos a utilizar**

Una vez realizado el AMEF e identificadas las causas potenciales de los fallos a las máquinas clasificadoras, se establecerán los distintos tipos de repuestos que serán necesarios para el uso de las actividades de mantenimiento. Estos repuestos se definirán de acuerdo con el área de la máquina que será sometida a mantenimiento. La lista de repuestos se desarrollará en base a los sugeridos por el fabricante de la máquina clasificadora en este caso la máquina Balzo.

### **Costos de los repuestos a adquirir**

Luego de haber detallado la lista de los repuestos a utilizar se definirán los costos de estos para realizar el presupuesto anual que le costará a la empresa su adquisición. Estos repuestos deberán permanecer en el inventario de la empresa y estar disponibles para su utilización. Los costos de los repuestos serán obtenidos por medio de una investigación de mercado en donde se consultarán precios tratando de economizar la compra de estos elementos.

### **Definición de actividades de mantenimiento.**

Se establecerán las acciones de mantenimiento preventivo que se deben realizar periódicamente en cada componente identificado. Esto puede incluir inspecciones visuales, limpieza, lubricación, ajustes y verificación de la precisión de los sensores. Estas actividades serán identificadas en el AMEF y en base a la criticidad del fallo se determinará su periodo es decir cada que tiempo se deberá realizar la actividad del mantenimiento.

### **Creación del plan de mantenimiento preventivo**

Finalmente se elaborará el calendario detallado que indique cuándo se deben

realizar las actividades de mantenimiento preventivo. Esto ayudará a programar las tareas de manera oportuna y garantizará que se realicen regularmente. Este calendario estará dividido en cinco periodos con el fin de mantener las máquinas clasificadoras lo más eficientemente posibles para que estas realicen su trabajo. Los periodos sugeridos por el fabricante son:

- Diario
- Semanal
- Mensual
- Trimestral
- Anual

El encargado que estará al frente de estas actividades será el jefe de producción de la empresa ya que al no existir un departamento de mantenimiento este es el más apropiado ya que conoce la operabilidad de las máquinas clasificadoras de camarón.

## Capítulo IV

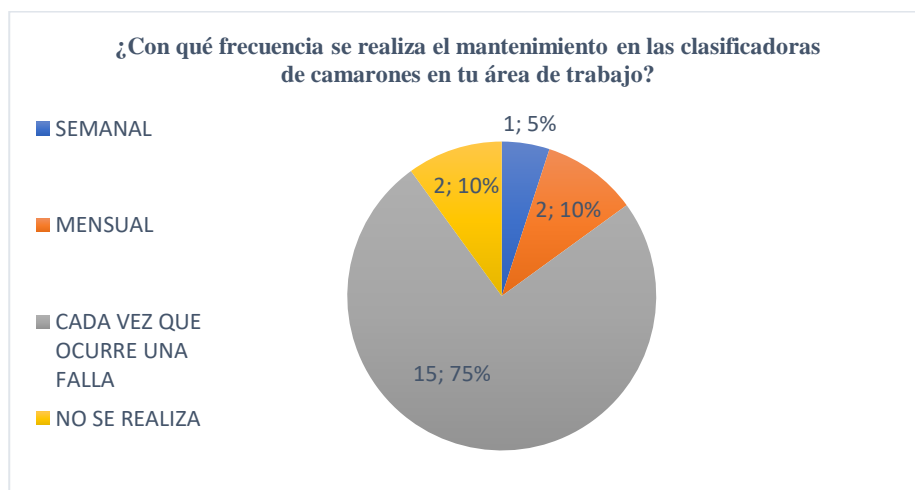
### Resultados y propuesta

#### Tabulación de datos de la encuesta

Pregunta 1. ¿Con qué frecuencia se realiza el mantenimiento en las clasificadoras de camarones en tu área de trabajo?

#### Figura 8

*Diagrama de pastel de la primera pregunta*

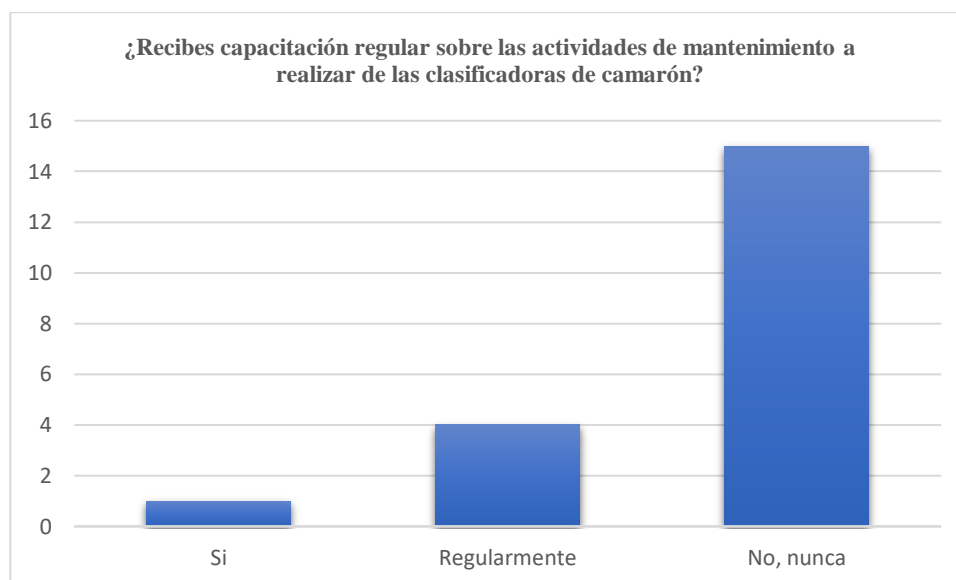


En la figura 8 se puede observar que el 75% de los empleados manifiestan que las actividades de mantenimiento se realizan siempre y cuando existe una falla. Esto evidencia el sistema de mantenimiento correctivo que ha manejado la empresa a lo largo de estos años.

Pregunta 2. ¿Recibes capacitación regular sobre las actividades de mantenimiento a realizar de las clasificadoras de camarón?

## Figura 9

Diagrama de barras pregunta dos

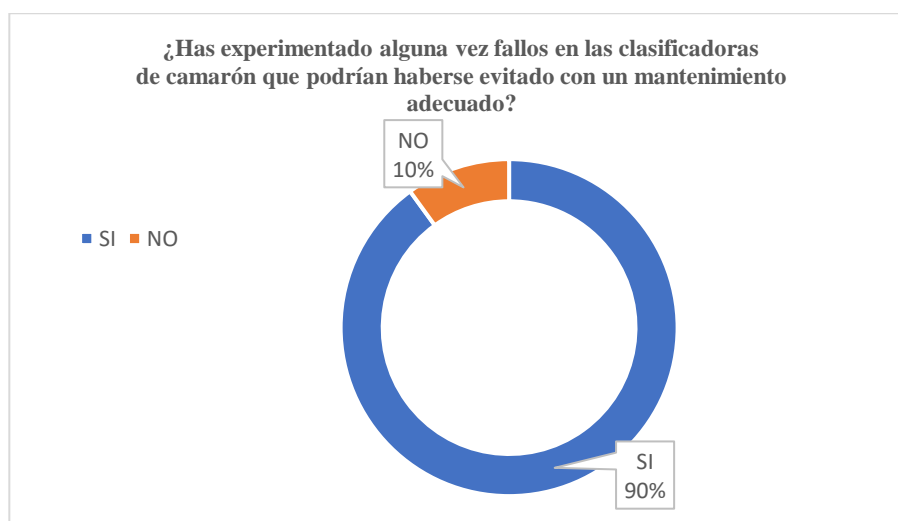


En la figura 9 se evidencia la falta de capacitación por parte del personal para realizar las actividades de mantenimiento. Más del 70% afirma que nunca ha recibido capacitación por parte de la empresa, el restante afirma que ha recibido capacitaciones en línea por cuenta propia mas no por parte de la empresa.

Pregunta 3. ¿Has experimentado alguna vez fallos en las clasificadoras de camarón que podrían haberse evitado con un mantenimiento adecuado?

## Figura 10

Diagrama circular pregunta tres



En la figura 10 se analiza que la mayoría de los empleados han experimentado fallos en las clasificadoras de camarón afirmando que es debido a la falta de mantenimiento adecuado que recibe la máquina.

Pregunta 4. ¿Cómo describirías la comunicación entre el personal de producción y los operarios de las máquinas en relación con las necesidades de mantenimiento de las clasificadoras?

### Figura 11

*Respuesta a la pregunta cuatro*



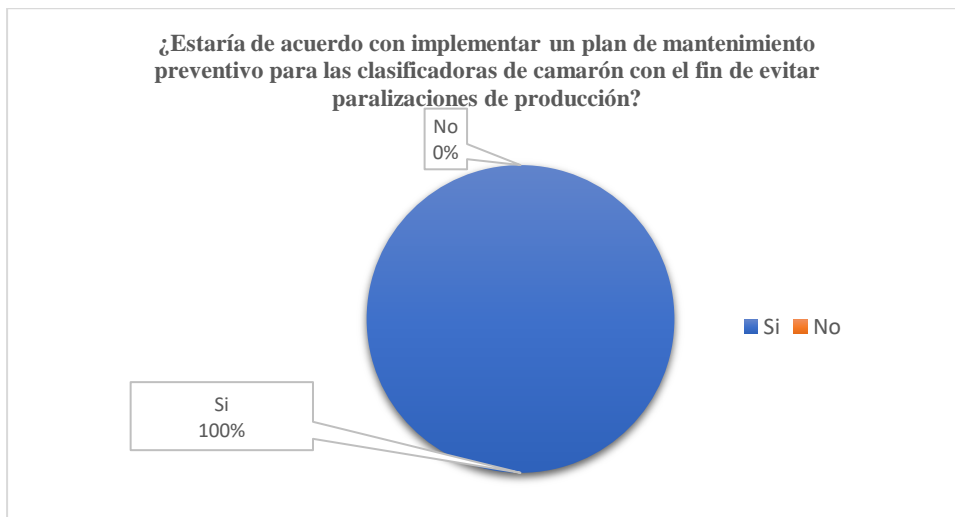
En la figura 11 se observa la poca efectividad de comunicación que existe entre los operarios de las máquinas clasificadoras y el personal de producción de la empresa. Esto evidencia la falta de mantenimiento que existe dentro de la empresa empacadora ya que al no existir la comunicación de posibles fallos a la maquinaria, estos se pasan por alto y como consecuencia el daño potencial de las máquinas clasificadoras. Puede haber una falta de canales establecidos o la ausencia de protocolos definidos para reportar y abordar problemas de mantenimiento.

Pregunta 5. ¿Estaría de acuerdo con implementar un plan de mantenimiento preventivo para las clasificadoras de camarón con el fin de evitar paralizaciones de producción?



## Figura 12

Diagrama de pastel de la pregunta 5 de la encuesta



En la figura 12 se puede observar que todo el personal operativo está de acuerdo con implementar el plan de mantenimiento preventivo.

Pregunta 6. ¿A qué crees que se deben las paralizaciones de las máquinas?

La pregunta seis de la encuesta se trató de una pregunta abierta en la cual se preguntó sobre cuál era la posible causa que el operario consideraba daba motivo a la paralización de la máquina clasificadora de camarón. Esta pregunta realizada arrojó varias respuestas las cuales fueron resumidas en distintos aspectos los cuales facilitarán la realización del diagrama de Ishikawa. Las respuestas más relevantes fueron:

- Inadecuada coordinación de tareas entre equipos de trabajo.
- Defectos mecánicos no detectados.
- Interrupciones en el suministro energético.
- Desgaste excesivo de componentes.
- Escasez de mano de obra clasificada
- Falta de comunicación efectiva entre los equipos de producción.
- No existen repuestos en stock en el caso de que una pieza se dañe
- Configuración incorrecta para la clasificación deseada.

- Falta de capacitación del personal en el manejo de la maquinaria.

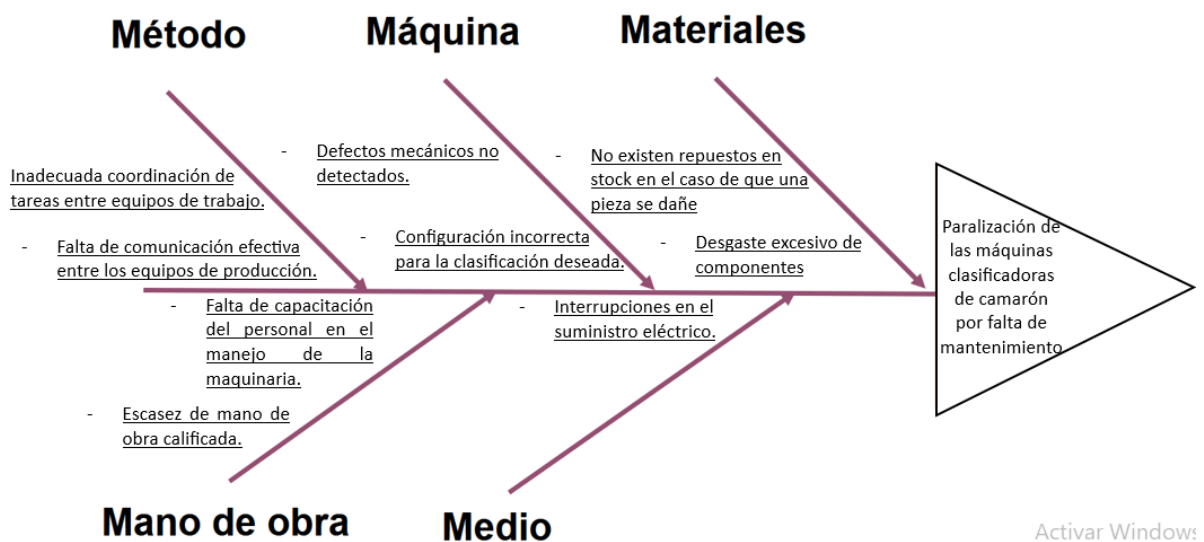
### Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa se emplea en el ámbito empresarial como una herramienta facilitadora en la solución de problemas corporativos. En el entorno de las empresas, la capacidad de identificar de manera rápida las causas subyacentes de un problema resulta esencial para prevenir perjuicios, rectificar errores y minimizar conflictos entre los equipos.

Para la realización del diagrama de Ishikawa se usaron las respuestas de la encuesta realizada con el fin de identificar el área en que resulta más afectada la paralización de la producción del camarón.

#### Figura 13.

*Diagrama de Ishikawa causa y efecto que enfrenta el problema: “Paralización de las máquinas clasificadoras por falta de mantenimiento”*



El análisis mediante el Diagrama de Ishikawa ha proporcionado una visión clara y detallada de las causas que contribuyen a la paralización de las máquinas clasificadoras de camarón en nuestra empresa. Se identificaron diversas áreas

problemáticas que requieren atención inmediata y estrategias de mejora. Entre las principales razones identificadas se pudieron encontrar:

#### **Defectos Mecánicos no Detectados**

La ausencia de una detección temprana de defectos mecánicos es una causa significativa de las interrupciones en el funcionamiento de las máquinas clasificadoras.

#### **Desgaste Excesivo de Componentes**

El desgaste acelerado de componentes es un problema que afecta directamente la durabilidad y eficiencia de la máquina clasificadora de camarón

#### **Ausencia de Repuestos en Stock**

La falta de repuestos en stock agrega complejidad a la gestión de averías, subrayando la necesidad de un inventario adecuado.

#### **Falta de capacitación del personal en el manejo de la maquinaria**

Los operarios no capacitados pueden no ser conscientes de la importancia de realizar ajustes adecuados, inspecciones regulares y cuidados necesarios durante la operación. Esto puede dar lugar a un desgaste prematuro de componentes clave de la maquinaria.

#### **Análisis de modo y efecto de fallas**

En base a la investigación de campo realizada y la información obtenida se pudo evidenciar que las principales fallas que ocasionan paralizaciones de producción en la empresa empacadora son consecuencia de la incorrecta aplicación de un sistema de mantenimiento para las clasificadoras de camarón. Con los resultados de las encuestas al personal que opera las maquinarias se procede a realizar el AMEF.

#### **Tabla 5.**

*Análisis de modo y efecto de fallos*

N	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	Modo de Falla	Efecto Potencial de la falla	Severidad	Causa potencial de la falla	OCURRENCIA	CONTROL ACTUAL DEL PROCESO	DETECCIÓN	RPN	ACCIONES RECOMENDADAS
1	Inspección Visual Regular	No detectar desgaste prematuro en los rodillos clasificadores.	Rendimiento ineficiente de la clasificadora, posibles daños a los camarones.	4	Personal no capacitado para identificar signos de desgaste; frecuencia de inspección inadecuada	8	Procedimientos de inspección detallados.	2	64	Verificar el estado general de la clasificadora. Buscar signos de desgaste, daños o partes sueltas.
2	Lubricación	Lubricación insuficiente o excesiva.	Desgaste prematuro o fallo de los rodamientos.	3	Uso incorrecto de lubricantes. Intervalos de lubricación mal establecidos.	8	Procedimientos de lubricación estandarizados.	2	48	Lubricar los puntos de articulación y partes móviles.
3	Verificación de ajustes	No realizar ajustes adecuados.	Clasificación incorrecta de camarones	5	Desconocimiento de las especificaciones de ajuste. Herramientas inadecuadas para el ajuste.	5	Procedimientos detallados de ajuste.	2	50	Revisar y ajustar la velocidad de las bandas transportadoras. Asegurarse de que los tamices estén en buen estado y ajustar
4	Revisión de componentes	No realizar reemplazo a tiempo	Aumento de fallas imprevistas, tiempos de inactividad prolongados.	6	Falta de seguimiento del historial de desgaste; Procedimientos de reemplazo no claramente definidos.	5	Registro de historial de mantenimiento	4	120	Inspeccionar rodamientos, cadenas y piñones para detectar desgaste y reemplazar. Verificar la tensión de las correas y ajustar.
5	Inspección eléctrica	No detectar problemas eléctricos	Fallas en el sistema eléctrico, posibles cortocircuitos.	4	Falta de capacitación del personal eléctrico. Equipos de inspección defectuosos.	4	Programa de inspección eléctrica regular	6	96	Verificar conexiones eléctricas y cables en busca de desgaste o conexiones sueltas. Medir la resistencia eléctrica en los motores
6	Revisión del sistema hidráulico	No detectar problemas en el sistema hidráulico.	Fallas en el sistema; posibles fugas	4	Personal no capacitado para la revisión hidráulica. Equipos de revisión hidráulica defectuosos.	4	Programa de revisión hidráulica regular	7	112	Inspeccionar el sistema hidráulico en busca de fugas y verificar el nivel de aceite. Reemplazar el aceite si es necesario.

7	Limpieza	No realizar limpieza adecuada	Acumulación de residuos, posibles obstrucciones	4	Falta de procedimientos de limpieza claros. Personal no asignado para realizar la limpieza.	8	Instrucciones de limpieza detallada	6	192	Limpiar cualquier residuo o suciedad acumulada en las bandas transportadoras, tamices y componentes clave.
8	Calibración	Calibración inadecuada	Desviaciones en las mediciones, resultados no confiables.	4	Falta de procedimientos de calibración claros.	4	Procedimientos de calibración detallados	8	128	Calibrar los sensores de clasificación para garantizar una precisión adecuada.
9	Revisión del sistema neumático	No detectar problemas en el sistema neumático.	Mal funcionamiento del sistema, posible pérdida de presión.	5	Falta de conocimiento en revisión neumática. Equipos de revisión neumática no adecuados.	4	Programa de revisión neumática regular	8	160	Verificar la presión del aire en el sistema neumático y corregir cualquier fuga.
10	Actualización del software	No realizar actualizaciones oportunas.	Incompatibilidad, posibles errores en la clasificación.	7	Desconocimiento de las actualizaciones disponibles. Proceso de actualización no definido.	3	Política de actualización de software establecida.	5	105	Verificar si hay actualizaciones de software proporcionadas por el fabricante y aplicarlas según sea necesario.
11	Mantenimiento general	No realizar mantenimiento general	Degradación general del equipo, posibles fallas múltiples.	7	Falta de planificación de mantenimiento general. Recursos inadecuados asignados.	5	Programa de mantenimiento general establecido.	7	245	Desmontar y limpiar a fondo las piezas claves. Reemplazar filtros de aire, aceite y combustible. Inspeccionar y ajustar el sistema de frenos.
12	Pruebas de funcionamiento	No realizar pruebas de funcionamiento adecuadas	Fallas inesperadas durante la operación, posible daño a los camarones.	8	Procedimientos de prueba no claros.	5	Protocolos de prueba establecidos.	5	200	Realizar pruebas de funcionamiento completas para asegurarse de que la clasificadora opere de manera eficiente.


En la tabla 5 se puede observar el análisis de modo y efecto de fallas realizado a partir de los datos obtenidos de las encuestas y observaciones en el proceso de empacado del camarón. Se evidencia las áreas más críticas a dedicarles mantenimiento y se establecen las respectivas actividades para mitigar estos errores. Las actividades serán usadas como el control para la elaboración del plan de mantenimiento. Identificadas estas actividades se procederá a hacer el inventario de los repuestos necesarios para poder realizar las actividades de mantenimiento en las respectivas máquinas clasificadoras de camarón.

### Lista de repuestos a usar

**Tabla 6**

*Ficha técnica de los repuestos*

ACEITE DE GRADO ALIMENTICIO		Se utiliza para lubricar los componentes móviles de la clasificadora, como rodamientos, cadenas y engranajes.
SPROKET SERIE #200		Permite la transmisión eficiente de potencia desde el motor hacia diferentes partes de la clasificadora, como los rodillos clasificadores.
CHUMACERA DE PARED		Proporciona un soporte robusto y estacionario para el eje sobre el cual se montan los componentes rotativos, como rodillos y piñones
PASADOR DE NYLON DE ¼		Es utilizado como un componente de fijación para asegurar partes móviles o conectores en la clasificadora.
CHUMACERA DE PISO		Ayuda a mantener una alineación precisa del eje, asegurando que los componentes rotativos giren de manera suave y eficiente.
EMPAQUE TIPO CORCHO		Estos empaques de corcho suelen estar fabricados con materiales sintéticos de alta calidad que proporcionan un sellado efectivo
EMPAQUE EN PAPEL VICTORIA		El papel Victoria tiene propiedades absorbentes que ayudan a absorber el exceso de humedad de los camarones clasificados.
CANDADOS PARA CADENA		Ayudan a prevenir el sabotaje o la manipulación no autorizada de la clasificadora de camarón al proporcionar una capa adicional de seguridad física

RETENEDORES DE ACEITES		Ayudan a prevenir la entrada de contaminantes externos, como polvo, suciedad o residuos de camarón
BREAKER		Es un dispositivo de protección eléctrica fundamental que protege el equipo contra sobrecargas eléctricas, previene daños y accidentes
SELECTORES ELECTRICOS		Permiten elegir entre varias opciones predefinidas, ajustando así el comportamiento de la clasificadora de acuerdo con las necesidades específicas de la operación
PULSADORES ELECTRICOS		Están diseñados para ser robustos y duraderos garantizando un funcionamiento confiable en entornos industriales exigentes
PULSADORES PARA EMERGENCIA		Tienen la función principal de proporcionar una forma eficiente de parar todas las operaciones de la clasificadora en caso de peligro
CONTACTORES ELECTRICOS		Cumple con la función de controlar el suministro de energía eléctrica al motor principal de la clasificadora de camarón
RELE TERMICO		Cumple una función esencial en la protección del motor eléctrico contra sobrecargas térmicas
LUCES PILOTO		Nos ayuda a señalar la presencia de errores, problemas anormales en el equipo
VARIADORES DE FRECUENCIAS		Nos permiten ajustar la velocidad del motor según las necesidades específicas de la operación de clasificación de camarón
CABLES UNIFILARES		Sirve para conectar de forma segura y confiable los diversos componentes eléctricos de la clasificadora de camarón
CABLES CONCENTRICOS		Se utilizan para transmitir señales eléctricas de datos entre diferentes componentes de la clasificadora de camarón
MOTORES ELECTRICOS		Suelen ser utilizados para impulsar las bandas transportadoras dentro de la clasificadora de camarón
REDUCTORES DE VELOCIDAD		Cumple con la función de reducir la velocidad del motor principal y transmitir ese torque reducido a las partes móviles del equipo

En la tabla 6 se aprecian los respectivos repuestos a utilizar. La empresa empacadora no cuenta con un inventario de estos repuestos por lo que son siempre adquiridos al momento de realizar el mantenimiento correctivo. Con la implementación de un mantenimiento preventivo la empresa se verá obligada a contar con repuestos en

stock por lo que le será necesario adquirir estos a principios de cada año o cuando estén se estén agotando, siempre verificando que se cuente con al menos uno de estos en inventario.

### Costos de mantenimiento repuestos

Para saber cuánto le costará a la empresa implementar este sistema de mantenimiento preventivo se hará uso de una lista de repuestos los cuales serán necesarios para que sean cambiados en el tiempo debido. Estos repuestos se deben adquirir al principio del año y estar disponible en inventario ante cualquier situación que se presente. A continuación, se presenta la lista de repuestos requeridos para las tres clasificadoras de camarón con la que cuenta la empresa.

**Tabla 7**

*Costo de los repuestos a adquirir*

DESCRIPCION	VALOR	CANTDAD	TOTAL
Aceite especial alimenticio	\$20	4	\$80
Chumacera de pared	\$30	10	\$300
Chumacera de piso	\$40	10	\$400
Candados para cadena	\$25	10	\$250
Retenedores de aceites	\$12	10	\$120
Sproket	\$645	8	\$5.160
Pasador de nylon	\$28	8	\$224
Empaques tipo corcho	\$10	8	\$80
Empaques en papel victoria	\$180	10	\$1.800
Breaker	\$70	6	\$420
Selectores eléctricos	\$40	10	\$400
Pulsadores eléctricos	\$20	10	\$200
Contactores eléctricos	\$60	10	\$600
Relé térmico	\$15	10	\$150
Pulsadores de para de emergencia	\$10	10	\$100
Luces piloto	\$21	6	\$126
Variadores de frecuencias	\$5	6	\$30
Cables unifilares	\$70	6	\$420
Cables concéntricos	\$1	6	\$6
Motores eléctricos	\$120	3	\$360
Reductores de velocidad	\$20	6	\$120
<b>TOTAL</b>			<b>\$11.346,00</b>



En la tabla 7 se observa el costo total de la adquisición de los repuestos, este será el valor que la empresa gastará anualmente en la compra de los distintos tipos de elementos para realizar el mantenimiento. Estos deberán ser adquiridos por la empresa y estar disponible y autorizado solo para el personal debidamente calificado y que se dedique a las labores de mantenimiento.

### **Creación del calendario de mantenimiento**

Una vez realizada la respectiva selección de datos y actividades más importantes a realizar, se procederá a elaborar el plan de mantenimiento dividiendo las actividades en periodos diarios, semanales, mensuales, trimestrales y anuales. Con el fin de abarcar todas las actividades posibles. Los fallos más críticos identificados en el AMEF se le dará un tratamiento más frecuentes para eliminar estos errores. El calendario de mantenimiento queda definido de la siguiente manera:

#### ***Periodo diario***

Estas actividades de mantenimiento serán ejecutadas todos los días ya que consisten en acciones que no llevan más de 15 minutos evitando así una paralización innecesaria de la máquina, estas actividades se las realizará de la siguiente manera. Estas inspecciones se recomiendan realizarse al final de cada día.

##### a) Inspección Visual:

- Verificar el estado general de la clasificadora.

Se refiere al proceso de inspeccionar y evaluar el funcionamiento y el estado de una máquina o equipo clasificador.

- Buscar signos de desgaste, daños o partes sueltas.

Implica una inspección exhaustiva de la maquinaria, el equipo o los componentes para detectar cualquier signo de daño o mal funcionamiento.

b) Limpieza:

- Limpiar cualquier residuo o suciedad acumulada en las bandas transportadoras tamices y componentes clave.

Nos garantiza la eficiencia operativa, prevenir averías no planificadas y mantener un entorno de trabajo seguro en instalaciones de clasificación y transporte de materiales.

**Figura 14**

*Plan de mantenimiento preventivo diario*

<b>Máquina:</b> Clasificadora Balzo (incluye las tres máquinas) <b>Encargado de mantenimiento:</b> Gerente de producción. <b>Inicio:</b> Enero 2024		<h2 style="margin: 0;">Plan de Mantenimiento diario</h2>																															
		<b>DIARIAS</b>																															
Activos y Subactivos	Actividad	Tiempo estimado (minutos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Inspección Visual	Verificar el estado general de la clasificadora.	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Buscar signos de desgaste, daños o partes sueltas.	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Limpieza	Limpiar cualquier residuo o suciedad acumulada en las bandas transportadoras, tamices y componentes clave	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
<b>TOTAL</b>		25																															

### ***Periodo semanal***

Las actividades realizadas en este periodo son debido a que conllevan un poco más de tiempo pero pueden realizarse sin ninguna dificultad ya que no afecta al proceso de producción de la máquina.

a) Verificación de Ajustes:

- Revisar y ajustar la velocidad de las bandas transportadoras.

Garantiza el funcionamiento eficiente de los sistemas de manipulación de materiales ayuda a aumentar la productividad, reducir el tiempo de inactividad y mantener un flujo de trabajo estable en entornos industriales y comerciales.

- Asegurarse de que los tamices estén en buen estado y ajustar según sea necesario.

Determinar el funcionamiento óptimo de los sistemas de clasificación para ayudar a mejorar la calidad del producto final, reducir los residuos y mantener una producción eficiente en una variedad de aplicaciones industriales y de procesamiento de materiales.

b) Lubricación:

- Lubricar los puntos de articulación y partes móviles.

Se prolonga la vida útil de los componentes, se reduce el riesgo de averías y se mantiene un rendimiento óptimo del equipo.

**Figura 15**

*Plan de mantenimiento semanal*

<b>Máquina:</b> Clasificadora Balzo (incluye las tres máquinas) <b>Encargado de mantenimiento:</b> Gerente de producción. <b>Inicio:</b> Enero 2024 <b>Hasta:</b> Diciembre 2024			<h1>Plan de Mantenimiento Semanal</h1>																													
SEMANTAL																																
Activos y Subactivos	Actividad	Tiempo estimado (minutos)	Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4							Semana 5	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Verificación de Ajustes	Revisar y ajustar la velocidad de las bandas transportadoras según las especificaciones del fabricante.	20	miércoles							miércoles							miércoles							miércoles							miércoles	
	Asegurarse de que los tamices estén en buen estado y ajustar según sea necesario.	10	miércoles							miércoles							miércoles							miércoles							miércoles	
Lubricación	Lubricar los puntos de articulación y partes móviles según el manual del fabricante	20	jueves							jueves							jueves							jueves							jueves	
<b>TOTAL</b>		<b>50</b>																														

### ***Periodo Mensual***

Para realizar estas actividades de mantenimiento serán usados los primeros días de cada mes ya que son las fechas donde se producen menos aguajes y son días donde no hay tanta producción. El tiempo aproximado para la realización de las actividades es un estimado de 60 a 120 minutos.

#### a) Inspección Eléctrica:

- Verificar conexiones eléctricas y cables en busca de desgaste o conexiones sueltas.

Se verifica que todas las conexiones estén firmemente aseguradas y no haya cables sueltos e inspeccionar los terminales, clavijas y conectores para asegurarse de que estén correctamente enchufados y apretados.

- Medir la resistencia eléctrica en los motores y realizar reparaciones si es necesario.

Se utilizan las sondas del multímetro para medir la resistencia eléctrica entre diferentes terminales o bobinas del motor.

#### b) Calibración:

- Calibrar los sensores de clasificación para garantizar una precisión adecuada.

Se identifican los sensores específicos que requieren calibración dentro del sistema de clasificación. Esto puede incluir sensores de proximidad, fotoeléctricos, de visión artificial u otros dispositivos utilizados para detectar y clasificar objetos.

#### c) Revisión de Componentes:

- Inspeccionar rodamientos, cadenas y piñones para detectar desgaste y reemplazar según sea necesario.

Se verifica si están correctamente lubricados y se realizan mediciones precisas para

evaluar el grado de desgaste

- Verificar la tensión de las correas y ajustar si es necesario.

Se verifica si las correas están alineadas en correcta posición en las poleas y que no existan desviaciones significativas que puedan causar desgaste

**Figura 16**

*Plan de mantenimiento mensual*

<b>Máquina:</b> Clasificadora Balzo (incluye las tres máquinas) <b>Encargado de mantenimiento:</b> Jefe de producción. <b>Inicio:</b> Enero <b>Hasta:</b> Diciembre 2024			<b>Plan de Mantenimiento Mensual</b>											
<b>MENSUALES</b>														
Activos y Subactivos	Actividad	Tiempo estimado (minutos)	ene2024	feb2024	mar2024	abr2024	may2024	jun2024	jul2024	ago2024	sep2024	oct2024	nov2024	dic2024
Inspección Eléctrica	Verificar conexiones eléctricas y cables en busca de desgaste o conexiones sueltas.	20	2/1/2024	2/2/2024	2/3/2024	2/4/2024	2/5/2024	2/6/2024	2/7/2024	2/8/2024	2/9/2024	2/10/2024	2/11/2024	2/12/2024
	Medir la resistencia eléctrica en los motores y realizar reparaciones si es necesario	30	2/1/2024	2/2/2024	2/3/2024	2/4/2024	2/5/2024	2/6/2024	2/7/2024	2/8/2024	2/9/2024	2/10/2024	2/11/2024	2/12/2024
Calibración	Calibrar los sensores de clasificación para garantizar una precisión adecuada	30	3/1/2024	3/2/2024	3/3/2024	3/4/2024	3/5/2024	3/6/2024	3/7/2024	3/8/2024	3/9/2024	3/10/2024	3/11/2024	3/12/2024
Revisión de Componentes	Inspeccionar rodamientos, cadenas y piñones para detectar desgaste y reemplazar según sea necesario.	30	3/1/2024	3/2/2024	3/3/2024	3/4/2024	3/5/2024	3/6/2024	3/7/2024	3/8/2024	3/9/2024	3/10/2024	3/11/2024	3/12/2024
<b>TOTAL</b>		<b>110</b>												



### *Periodo Trimestral*

Estas actividades de mantenimiento se realizarán de manera trimestral ya que actividades como la revisión del sistema hidráulico suelen ser sistemas robustos y no experimentan cambios significativos en períodos más cortos. El tiempo de desgaste de los repuestos a reemplazar en estos sistemas tienen una duración de dos a tres meses por lo que resulta conveniente llevar el registro trimestral de este mantenimiento

a) Revisión del Sistema Hidráulico:

- Inspeccionar el sistema hidráulico en busca de fugas

Se realiza en todas las conexiones, mangueras, tuberías y componentes del sistema hidráulico y se verifica el nivel del aceite en el depósito del sistema hidráulico utilizando la varilla de medición

- Reemplazar el aceite si es necesario

Una vez que se ha drenado por completo el aceite viejo y se ha limpiado el área, se coloca nuevamente el tapón de drenaje y se procede a llenar el sistema con el nuevo aceite.

b) Revisión del Sistema Neumático:

- Verificar la presión del aire en el sistema neumático y corregir cualquier fuga.

Se utiliza un manómetro adecuado para medir la presión del aire en el sistema y si existe una fuga se toman medidas como apretar conexiones sueltas, reparar sellos o juntas deterioradas

c) Actualización de Software:

- Verificar si hay actualizaciones de software proporcionadas por el fabricante y aplicarlas.

Se revisa la documentación proporcionada por el fabricante para entender los cambios y mejoras incluidos en las actualizaciones

Figura 17

## Plan de mantenimiento trimestral

Máquina: Clasificadora Balzo (incluye las tres máquinas) Encargado de mantenimiento: Jefe de producción. Inicio: Enero		Plan de Mantenimiento Trimestral												
TRIMESTRAL														
Activos y Subactivos	Actividad	Tiempo estimado (minutos)	TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
			ene2024	feb2024	mar2024	abr2024	may2024	jun2024	jul2024	ago2024	sep2024	oct2024	nov2024	dic2024
Revisión del Sistema Hidráulico	Inspeccionar el sistema hidráulico en busca de fugas y verificar el nivel de aceite. Reemplazar el aceite si es necesario.	40	8/1/2024			6/4/2024			6/7/2024			4/10/2024		
Revisión del Sistema Neumático	Verificar la presión del aire en el sistema neumático y corregir cualquier fuga.	30	8/1/2024			6/4/2024			6/7/2024			4/10/2024		
Actualización de Software	Verificar si hay actualizaciones de software proporcionadas por el fabricante y aplicarlas	60	8/1/2024			6/4/2024			6/7/2024			4/10/2024		
<b>TOTAL</b>		60												

### ***Periodo Anual***

Este mantenimiento se lo hará anualmente ya que requiere de desmontar la mayor parte de la máquina clasificadora y de acuerdo con el calendario de agujajes el mes establecido para la realización de este mantenimiento será en diciembre ya que al no existir agujajes en este periodo la producción se ve disminuida. Esto sucede en la mayoría de las empresas que trabajan en el sector camaronero, sus actividades se ven paralizadas en este mes por lo que resulta conveniente hacerla en este mes ya que afectará a la producción de la encuesta.

#### a) Mantenimiento General:

- Desmontar y limpiar a fondo las partes clave.

Se asegura de que la clasificadora de camarón esté apagada y desconectada de cualquier fuente de alimentación, se procede a desmontar las partes identificadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y utilizando las herramientas adecuadas. las partes se limpian a fondo utilizando métodos y productos de limpieza apropiados. Se eliminan los residuos de camarón, sedimentos, grasa y cualquier otra suciedad acumulada que pueda afectar el rendimiento o la higiene del equipo.

- Reemplazar filtros de aire, aceite y combustible.

Se procede a desmontar los filtros antiguos de acuerdo con las instrucciones del fabricante y utilizando las herramientas adecuadas, se limpia el área de montaje para eliminar cualquier residuo o suciedad y se presta especial atención a los sellos y superficies de montaje para asegurar un sellado hermético.

- Inspeccionar y ajustar el sistema de frenos, si es aplicable.

Es importante verificar la presión del sistema de frenos para asegurar que este dentro de los límites recomendados, se inspecciona las líneas de freno y las conexiones en busca de posibles daños o fugas.

b) Pruebas de Funcionamiento:

- Realizar pruebas de funcionamiento completas para asegurarse de que la clasificadora opere de manera eficiente.

Se registra el resultado de las pruebas, incluyendo cualquier problema identificado, medidas correctivas tomadas y cualquier ajuste realizado durante el proceso. Esto proporciona un registro detallado del rendimiento de la clasificadora y cualquier acción de mantenimiento realizada, al realizar pruebas de funcionamiento completas de manera regular, se garantiza que la clasificadora opere de manera eficiente, confiable y segura.

**Figura 18***Plan de mantenimiento anual*

<b>Máquina:</b> Clasificadora Balzo (incluye las tres máquinas) <b>Encargado de mantenimiento:</b> Gerente de producción. <b>Inicio:</b> Diciembre			Plan de Mantenimiento Anual											
ANUAL														
Activos y Subactivos	Actividad	Tiempo estimado (minutos)	ene2024	feb2024	mar2024	abr2024	may2024	jun2024	jul2024	ago2024	sep2024	oct2024	nov2024	dic2024
Mantenimiento General	Desmontar y limpiar a fondo las partes clave.	60												23/12/2024
	Reemplazar filtros de aire, aceite y combustible	60												24/12/2024
	Inspeccionar y ajustar el sistema de frenos, si es aplicable	60												25/12/2024
Pruebas de Funcionamiento	Realizar pruebas de funcionamiento completas para asegurarse de que la clasificadora opere de manera eficiente	120												28/12/2024
<b>TOTAL</b>		300												

## **Conclusiones**

Este proyecto ha logrado diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo adecuado a las necesidades de las clasificadoras de camarón de una empacadora en Guayaquil, es fundamental para garantizar la eficiencia operativa y la confiabilidad del equipo.

Se han analizado y priorizado las actividades de mantenimiento, centrándose en aquellas críticas para poder asegurar una eficiente operación. Al enfocarse en las tareas críticas, se optimiza el uso de recursos y se asegura que se aborden estos aspectos que tienen un impacto significativo en el rendimiento y la fiabilidad del equipo, esta priorización facilita la gestión más efectiva del mantenimiento que se pueda mejorar así la disponibilidad y eficiencia operativa de las clasificadoras.

La identificación de las principales fallas que afectan las clasificadoras de camarón y que provocan pérdidas en la producción fue un paso crucial para mejorar la eficiencia y rentabilidad de la empresa. Al momento de comprender estas fallas se pueden implementar medidas correctivas y preventivas específicas para reducir su impacto negativo, que puede contribuir a mejorar la calidad del producto y satisfacción del cliente.

A partir de esto se han establecido acciones de mantenimiento preventivo, estableciendo la frecuencia y los procedimientos específicos para cada actividad, lo que permitirá mejorar la confiabilidad del equipo, reducir costos de reparación y el tiempo de inactividad minimizarlo lo menos posible, contribuyendo así el éxito y la eficiencia operativa de la empacadora.

## **Recomendaciones**

El plan de mantenimiento preventivo, especialmente los formatos y fichas técnicas, deberá ser revisado y actualizado junto con los contratistas al menos una vez al año realizando inspecciones visuales periódicas para identificar cualquier signo de desgaste, corrosión, fugas u otros problemas.

Se recomienda mantener la clasificadora de camarón limpia y libre de residuos, especialmente después de cada uso. La acumulación de desechos puede afectar el rendimiento y la precisión de la clasificación, considere también el mantenimiento de otros equipos, herramientas e infraestructura.

Desarrollar un programa básico de seguridad laboral para garantizar un entorno seguro, libre de posibles peligros y saludable para los trabajadores y el medio ambiente.

Se recomienda asegurarse de lubricar correctamente todas las partes móviles según las recomendaciones del fabricante. Una adecuada lubricación disminuye la fricción y el pronto deterioro de los componentes. Realizar calibraciones regulares para garantizar la precisión de la clasificación. Ajusta los parámetros según sea necesario para mantener la calidad y consistencia en la clasificación del camarón

Difundir este plan de mantenimiento en toda la empresa ya que las mejoras esperadas se reflejarán en la consecución de las metas y objetivos establecidos de la empresa, así como en la posición en el mercado y la rentabilidad anual.

## Bibliografía

- Balzo. (2017). *Balzo*. Retrieved 19 de Julio de 2023, from <https://maquinasbalzo.com/productos/clasificadora-camaron/>
- Burgasi, D., Cobos, D., Perez, K., & Piluacan, R. (2021). EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN. Retrieved 17 de Febrero de 2024.
- Campos, I. (2018). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transportes SAYVAN E.I.R.L. (*Tesis de grado*). UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo. Retrieved 06 de Febrero de 2024, from [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1751/1/TL\\_CamposVeraIllarec.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1751/1/TL_CamposVeraIllarec.pdf)
- Chuquimbalqui, E. (2018). Propuesta de mejora de un Plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar la Productividad del Área de Producción en la empresa METALMECÁNICA. (*Tesis de grado*). Universidad César Vallejo, Lima.
- Ekon. (Mayo de 2023). *Ekon*. Retrieved Diciembre de 2023, from <https://www.ekon.es/blog/diagrama-procesos-empresa/>
- Fernández, J. (2019). Análisis del Modo y Efecto de Fallas. *Trabajo de Investigación*. Universidad Privada del Norte, Lima. Retrieved 17 de Febrero de 2024.
- García, J. (2020). Mantenimiento de instalaciones. *Tictap*, 20. Retrieved 10 de Febrero de 2024.
- Garrido. (2020). Manual del jefe de mantenimiento. *Renovetec*. Retrieved 10 de Febrero de 2024.



Gonzalez, Perez, & Peñafiel. (Diciembre de 2020). *Tecnológico de Costa Rica*. Retrieved 02 de Julio de 2023, from Industrial, Escuela de Ingeniería en Producción:

<https://www.tec.ac.cr/programas-academicos/licenciatura-ingenieria-produccion-industrial>

Hernández, L. (2023). ¿Qué Empresas NECESITAN Mantenimiento Industrial? *CMCM*. Retrieved 10 de Febrero de 2024.

Lagrzeze. (2023). Como utilizar el diagrama de Ishikawa para optimizar el mantenimiento. *Fractal*, 12. Retrieved 17 de Febrero de 2024.

López. (2020). Mantenimiento preventivo. *IBM*.

López, B. (2019). Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF). *Ingeniería Industrial On Line*. Retrieved 17 de Febrero de 2024.

Maint, D. (Julio de 2021). *Dimo Maint*. Retrieved 20 de Diciembre de 2023, from <https://www.dimomaint.com/latam/blog/plan-de-mantenimiento-preventivo-5-pasos-clave/>

Olives, R. (2021). *Mantenimiento preventivo*. Reversible SCP. Retrieved 10 de Febrero de 2024.

Padilla, J. (2021). Propuesta de un plan de mantenimiento basado en los tipos de mantenimiento de la norma EN 13306, en el nuevo Centro de Gestión de la Empresa Pública EMMAIPC EP. (*Artículo*). Universidad del Azuay, Azuay. Retrieved 7 de Febrero de 2024, from <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10592/1/16181.pdf>

Percy, L. (2020). DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LAS MÁQUINAS Y

EQUIPOS DE LA EMPRESA ROCAGU S.R.L PACASMAYO. (*Tesis de grado*).

Universidad Señor de Sipán, Pimentel.

Pesantez, Á., & Sarzosa, R. (2009). Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Predictivo Y Preventivo En Función De La Criticidad De Los Equipos Del Proceso Productivo De Una Empresa Empacadora De Camarón. (*Tesis de grado*). Espol, Guayaquil.

Pinzón, C. (2022). Tipos de mantenimiento. *CMMSHere*, 17. Retrieved 10 de Febrero de 2024.

Quirumbay, K. (2018). DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA EMPRESA EMPACADORA DE CAMARÓN. (*Tesis de grado*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

Rodríguez, V. (2020). “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA REENCAUCHADORA ZAGA Y ASOCIADOS S.R.L.”. (*tesis de grado*). Universidad Privada del Norte, Trujillo. Retrieved 7 de Febrero de 2024.

Timoteo, D. (2022). PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA MOLINERA PARA REDUCIR PÉRDIDAS. (*Tesis de grado*). UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo. Retrieved 7 de Febrero de 2024, from [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4970/1/TL\\_TimoteoLlueDavid.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4970/1/TL_TimoteoLlueDavid.pdf)

Yagual, J., & Acosta, R. (2022). Propuesta de gestión de un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de una empresa de elaboración de productos de limpieza y cuidado personal de la ciudad de Guayaquil. (*Tesis de grado*). Universidad

Politécnica Salesiana, Guayaquil. Retrieved 7 de Febrero de 2024, from  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24542/1/UPS-GT004246.pdf>

Yparaguirre, Y. (2018). Estudio de paradas de máquina y propuesta de plan de mantenimiento preventivo fábrica de envases de lata Lux S.A. (*Tesis de grado*). Universidad Privada del Norte, Lima.

## Anexos

### Anexo 1

*Encuesta realizada al personal operativo de las clasificadoras de camarón*

# Encuesta sobre el mantenimiento preventivo a las clasificadoras de camarón

Agradecemos tu participación en esta encuesta anónima diseñada para recopilar información sobre el mantenimiento de las clasificadoras de camarón en nuestra empacadora. Tu opinión es fundamental para identificar áreas de mejora y garantizar un rendimiento eficiente de las máquinas.

byronnaranjo58@gmail.com [Cambiar cuenta](#)



 No compartido

**¿Con qué frecuencia se realiza el mantenimiento en las clasificadoras de camarones en tu área de trabajo?**

- Semanal
- Mensual
- Cada vez que ocurre una falla
- No se realiza mantenimiento

**¿Recibes capacitación regular sobre las actividades de mantenimiento a realizar de las clasificadoras de camarón?**

- Sí
  - Regularmente
  - No, nunca
- 

**¿Has experimentado alguna vez fallos en las clasificadoras de camarón que podrían haberse evitado con un mantenimiento adecuado?**

- Sí
  - No
- 

**¿Cómo describirías la comunicación entre el personal de producción y los operarios de las máquinas en relación con las necesidades de mantenimiento de las clasificadoras?**

- Muy efectiva
- Moderadamente efectiva
- Poco efectiva

**Estaría de acuerdo con implementar un plan de mantenimiento preventivo para las clasificadoras de camarón con el fin de evitar paralizaciones de producción.**

Sí

No

**¿A qué crees que se deben las paralizaciones de las máquinas?**

Tu respuesta \_\_\_\_\_