

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial

**TEMA**

*“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena”.*

**THEME**

*"Design of a preventive maintenance plan for a production and marketing company of fish meal and oil located in the city of Santa Elena".*

**Autores:**

Boris Andrés Alarcón Quiñonez  
Denis Melissa Romero Montenegro

**Director: Ing. Luis Daniel Caamaño Gordillo Msc**

GUAYAQUIL, FEBRERO 2020

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA

Nosotros, Boris Andrés Alarcón Quiñonez y Denis Melissa Romero Montenegro, declaramos que somos los únicos autores de este trabajo de titulación titulado **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO UBICADA EN LA CIUDAD DE SANTA ELENA”** Los conceptos aquí desarrollados, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.



Boris Andrés Alarcón Quiñonez.

C.I. 0929682144



Denis Melissa Romero Montenegro

C.I. 0950051433

## DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quienes suscriben, en calidad de autores del trabajo de titulación titulado **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO UBICADA EN LA CIUDAD DE SANTA ELENA”** por medio de la presente, autorizamos a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.



Boris Andrés Alarcón Quiñonez.

C.I. 0929682144



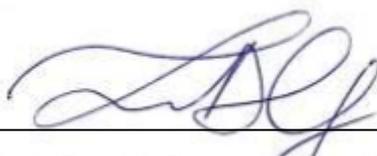
Denis Melissa Romero Montenegro.

C.I. 0950051433

## DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Ing. LUIS DANIEL CAAMAÑO GORDILLO** en calidad de director del trabajo de titulación titulado “**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO UBICADA EN LA CIUDAD DE SANTA ELENA**”, desarrollado por los estudiantes **BORIS ANDRES ALARCON QUIÑONEZ** y **DENIS MELISSA ROMERO MONTENEGRO**, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la ciudad de Guayaquil, XXX del 2020



---

**Ing. Luis Daniel Caamaño Gordillo Msc.**

**Docente director del Proyecto Técnico**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres por estar presentes en mi formación profesional siendo el pilar fundamental y por enseñarme a ser mejor cada día.

A mis hermanas Gianela y Emily por ser mi orgullo y ejemplo a seguir.

A mi sobrino Piero por llegar a llenarnos de alegrías.

A mi mascota Rumpus por esperarme siempre cada noche en mi regreso a casa.

**DENIS      MELISSA      ROMERO**

**MONTENEGRO**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a DIOS por darme la vida y la fortaleza para salir adelante, a mis padres Daysi y Elvis por darme su apoyo incondicional, por demostrarme y brindarme todo su amor en este arduo camino hacia mi formación profesional, viéndome cumplir cada uno de mis objetivos y sintiéndose orgullosos a cada paso que doy, a mis hermanos quienes me han apoyado emocional y económicamente brindándome su sabiduría, sus experiencias y conocimientos.

A mi novia Nataly Martínez, quien ha depositado toda su confianza en mí y me ha apoyado en los momentos más difíciles para concluir con mis estudios.

**BORIS      ANDRES      ALARCON**  
**QUIÑONEZ**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme por el buen camino, por darme salud, sabiduría y por alcanzar lo que un día me propuse.

A mis padres quienes forjaron mi carácter gracias a sus esfuerzos y sus consejos, que me han permitido culminar con mi objetivo, gracias a mis hermanas por ser parte de los momentos más importantes de mi vida.

Al guía y tutor de este trabajo además colega el Ing. Daniel Caamaño gracias por el aporte y estar dispuesto a cualquier inquietud que se nos presentó.

A Nia por llegar al inicio de mi carrera y acompañarme en estos años de formación profesional.

A mi amigo y partner de tesis Boris Alarcón que gracias a su aporte y conocimiento pudimos lograr un excelente trabajo.

Agradezco a mis grandes amigos Ana y Ronald quienes están presentes en este proceso, y a Doménica Naranjo que pese a las adversidades se mantiene junto a mí.

Gracias a todos los docentes por impartir sus conocimientos, experiencias y anécdotas en cada clase recibida.

**DENIS      MELISSA      ROMERO**  
**MONTENEGRO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a DIOS por brindándome la sabiduría y la paciencia constante para culminar mi carrera universitaria con el mayor de los éxitos.

A mis padres por su apoyo incondicional, pese a las adversidades que se presentaban con todo su amor y cariño supieron guiarme y escucharme.

Agradezco a los docentes, quienes impartieron sus conocimientos y enseñanzas. A mis amigos con los cuales pude alcanzar esta meta.

A mi director de tesis el Ing. Daniel Caamaño por su trabajo y tiempo dedicado como tutor de este proyecto.

**BORIS      ANDRES      ALARCON  
QUIÑONEZ**

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA .....	ii
DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	15
AGRADECIMIENTO .....	17
ÍNDICE GENERAL.....	18
ÍNDICE DE TABLAS .....	21
ÍNDICE DE FIGURAS.....	21
ÍNDICE DE ANEXOS.....	22
Glosario.....	23
RESUMEN.....	24
ABSTRACT.....	25
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO 1: EL PROBLEMA. ....	5
1.1. Antecedentes. ....	5
1.2. Importancia.....	6
1.3. Alcance.....	7
1.4. Delimitación. ....	9
1.5. Formulación del problema.....	10
1.6. Grupo objetivo (Beneficiarios).....	12
1.7. Objetivo general. ....	12
1.8. Objetivos específicos.....	12
1.9. Propuesta de solución. ....	13
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.....	14

2.1.	Estado del arte .....	14
2.2.	Marco Institucional.....	25
2.2.1.	La empresa Nutrifishing S.A. ....	25
2.2.2.	Estructura organizacional.....	26
2.2.3.	Descripción del proceso productivo.....	28
2.3.	Marco Teórico. ....	34
2.3.1.	El mantenimiento industrial. ....	34
2.3.2.	Importancia del mantenimiento.....	38
2.2.3.	Mantenimiento industrial. ....	51
2.2.4.	Gestión de mantenimiento preventivo. ....	54
2.2.5.	Fuentes para la elaboración del plan de mantenimiento. ....	55
2.2.6.	Alcance del mantenimiento preventivo.....	56
2.2.7.	Etapas del mantenimiento preventivo. ....	57
2.2.8.	Indicadores de gestión para mantenimiento. ....	57
2.2.9.	Definición de plan de mantenimiento preventivo. ....	62
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....		65
3.1	Enfoque de la investigación. ....	65
3.2	Tipo de investigación. ....	65
3.3	Metodología de la investigación.....	66
3.4	Instrumentos de la investigación. ....	68
3.5	Fuentes.....	69
3.6	Técnicas de análisis de datos.....	70
3.7	Propósitos. ....	70
CAPITULO 4: RESULTADOS Y PROPUESTA. ....		71
4.1.	Procedimientos. ....	71
4.2.	Equipos de la planta de harina de pescado. ....	72
	Tabla 3. Equipos de la planta de harina de pescado. ....	72

4.3.	Principios del mantenimiento preventivo.....	80
4.3.1.	Mantenimiento preventivo maquinaria.....	80
4.3.2.	Mantenimiento preventivo de fallos.....	80
4.3.3.	Fallo de material.....	81
4.3.4.	Fallos por error humano.....	81
4.3.5.	Condiciones externas anómalas.....	82
4.3.6.	Mantenimiento preventivo de lubricantes.....	82
4.3.7.	Mantenimiento preventivo de averías.....	82
4.3.8.	Errores humanos por mantenimiento preventivo.....	83
4.3.9.	Requerimientos de mantenimiento y especialistas.....	84
4.3.10.	Contratación de expertos en mantenimiento (externos).....	84
4.3.10.1.	<i>Ventajas de la Contratación de expertos en mantenimiento (externos).....</i>	84
4.3.10.2.	<i>Desventajas de la Contratación de expertos en mantenimiento (externos).....</i>	85
4.3.11.	Mantenimiento de equipo internamente.....	85
4.3.11.1.	<i>Ventajas del Mantenimiento de equipo internamente.....</i>	85
4.3.11.2.	<i>Desventajas del Mantenimiento de equipo internamente.....</i>	86
4.4.	Cronograma de mantenimiento.....	86
4.6.	Detalles básicos del mantenimiento por equipo.....	89
4.7.	Documentación de seguimiento y control.....	102
4.7.2.	Informe de verificación de los equipos.....	104
	CONCLUSIONES.....	105
	RECOMENDACIONES.....	107
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
	ANEXOS.....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos financieros al cierre del 2019.....	25
Tabla 2. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en la institución de formación y capacitación – IFC.....	68
Tabla 3. Equipos de la planta de harina de pescado.....	72
Tabla 4. Equipos de la planta de Agua-Cola.....	77
Tabla 5. Cronograma de mantenimiento.....	87
Tabla 6. Cronograma de implementación anual de mantenimiento preventivo Nutrifishing S. A. ....	88
Tabla 7. Mantenimiento preventivo de equipos.....	89
Tabla 8. Formato de control de acuerdo al procedimiento.....	103
Tabla 9. Informe de mantenimiento.....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica Planta Nutrifishing S. A. ....	9
Figura 2: Organigrama de la empresa Nutrifishing S. A. ....	26
Figura 3: Diagrama de flujo, producción Nutrifishing S. A. ....	33
Figura 4: Clasificación de las fallas. ....	37
Figura 5: Objetivos de mantenimiento.....	38
Figura 6: Resumen de tipos de mantenimiento.....	40
Figura 7: Modelos de mantenimiento. ....	41
Figura 8: Pilares del mantenimiento productivo total TPM.....	50
Figura 9: Procesos de la producción de harina y aceite de pescado.....	71

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Planta Nutrifishing S. A. ....	119
ANEXO 2. Equipo Nutrifishing S. A. ....	119
ANEXO 3. Poza de recepción de la planta harinera Nutrifishing S. A. ....	120
ANEXO 4: Planta harinera Nutrifishing S. A. ....	121
ANEXO 5. Tanques de almacenamiento de aceite de la empresa Nutrifishing S. A. .....	123
ANEXO 6. Planta evaporadora para la producción de concentrado de la empresa Nutrifishing S. A. ....	124
ANEXO 7. Reunión de planeación para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo de la empresa Nutrifishing S. A. ....	126

## Glosario

**Mantenimiento preventivo:** Mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.

**Mantenimiento correctivo:** Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan.

**Costos:** Valor monetario de un objeto.

**Cronograma:** Conjunto de actividades planeadas para un límite de tiempo.

**Diseño:** Esquema que detalla la estructura de un nuevo objeto o máquina.

**Inventario:** Lista detallada en cantidades de productos o materia prima.

**Manual:** Libro o folleto en que detallan aspectos sobre un tema específico.

**Maquinaria:** Unión de distintos componentes que permiten la puesta en marcha de un mecanismo.

**Proceso:** Conjunto de operaciones secuenciadas que tienen como fin producir un producto.

**Producción:** Transformar, industrializar, fabricar o elaborar productos.

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo optimizar los procesos de mantenimiento preventivo de los equipos productivos de la Empresa Nutrifishing S.A., (Empresa Productora y Comercializadora de Harina y Aceite de Pescado). Nutrifishing S.A. es una empresa con una trayectoria de más de 7 años en el proceso de industrialización de harina y aceite de pescado para exportación y consumo nacional, a lo largo de su trayectoria ha efectuado cambios en su infraestructura debido al incremento de la demanda a través de los años.

Metodológicamente, el estudio estará orientado a analizar la situación actual de la planta, para conocer su proceso productivo y específicamente enfatizar en las fases de mayor relevancia y los equipos involucrados a considerar como críticos; para de esta manera realizar un plan de mantenimiento de los mismos. Encabezando como contenido inicial el mantenimiento recomendado por las especificaciones técnicas de los fabricantes, así como de los técnicos internos y/o externos de la empresa para así evaluar el detalle oportuno de cada equipo y la frecuencia de los diversos mantenimientos preventivos establecidos.

Por consiguiente, como resultado de este plan de mantenimiento preventivo propuesto, se espera que la empresa reduzca el porcentaje de mantenimiento correctivo, pues significa retrasos en la producción, alteraciones en la calidad del producto final y daños considerables en los equipos afectados, además de la pérdida de tiempo por la llegada de los repuestos para su reparación. Adicionalmente se planteará una estructura organizacional en el departamento de mantenimiento para dar soporte y respuestas a los mantenimientos requeridos.

**Palabras Claves:** Mantenimiento preventivo, Equipos de producción, procesos productivos, Estructura organizacional.

## ABSTRACT

The objective of this project is to optimize the preventive maintenance processes of the productive equipment of the Nutrifishing S.A. Company, (Production and Marketing Company of Fish Flour and Fish Oil). Nutrifishing S.A. is a company with a history of more than 7 years in the process of industrialization of fishmeal and fish oil for export and national consumption, throughout its history it has made changes in its infrastructure due to the increase in demand through the years.

Methodologically, the study will be oriented to analyze the current situation of the plant, to know its production process and specifically to emphasize in the phases of greater relevance and the teams involved to consider as critical; in order to carry out a maintenance plan for them. Leading as initial content the maintenance recommended by the technical specifications of the manufacturers as well as the internal and / or external technicians of the company in order to evaluate the timely detail of each equipment and the frequency of the various preventive maintenance established.

Therefore, as a result of this proposed preventive maintenance plan, the company is expected to reduce the percentage of corrective maintenance, as it means delays in production, alterations in the quality of the final product and considerable damage to the affected equipment, in addition to the loss of time due to the arrival of spare parts for repair. Additionally, an organizational structure will be proposed in the maintenance department to provide support and answers to the required maintenance.

**Keywords:** Preventive maintenance, Production equipment, productive operations, Organizational structure.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas productivas actuales se enfrentan a un mundo abierto e interconectado que representa riesgos e incertidumbres a la hora de tomar decisiones que de alguna forma impacten su productividad y por ende su competitividad y sostenibilidad. En tal sentido, deben ser capaces de responder a las demandas del cliente, de los proveedores, del mismo sector productivo al cual pertenecen, de las demandas de los entes oficiales y de la sociedad en general. Todo esto deben hacerlo en términos de oportunidad, calidad y costos para alcanzar sus objetivos estratégicos.

El sector productivo alimenticio es uno de los más demandados y presionados por todos los aspectos relacionados con la seguridad y la soberanía alimentaria de las naciones. Sus materias primas usualmente son perentorias o de corta duración por lo cual deben ser capaces de gestionar la frescura de la misma como parte de la cadena de valor y de la misma producción.

Por ende, la oportunidad de respuesta de las empresas alimenticias depende casi exclusivamente de la disponibilidad y confiabilidad de sus maquinarias y equipos, del talento humano que las opera, y de la capacidad de respuesta institucional ante las contingencias que pudieran presentarse de manera coyuntural en la gestión de sus equipos o activos productivos.

Por tanto cualquier investigación que procure mejoras o plantee alternativas para la continua, segura y eficiente operación de las maquinarias y equipos adquiere relevancia y rigor científico desde su formulación metodológica y el constructo del conocimiento derivado de la investigación tanto documental como de campo, pues estas representan una alternativa de mejora no solo institucional sino de todos los actores y gestores que dependen de ellas así como del consumidor final y por lo tanto

de la sociedad en general. En este sentido, el mantenimiento industrial en cualquiera de sus variantes es una respuesta a las empresas que afrontan pérdidas por paradas inesperadas provenientes de fallas de maquinarias y equipos que a veces pueden ser inevitables, pero también en oportunidades pueden ser previsibles.

De allí que la investigación que procura evitar estas eventualidades a través de programas de mantenimiento preventivo en las empresas, minimizará los retrasos, reprocesos, productos defectuosos y las pérdidas económicas derivadas de estas circunstancias, lo cual incrementará los indicadores de producción, los económicos y los de sostenibilidad del negocio.

Ecuador no es ajeno a los cambios que deben experimentar las empresas, motivado a la necesidad de optimizar procesos y evitar gastos innecesarios, que a la larga podrían perjudicar la producción y poner en riesgo el cronograma de entrega de productos terminados.

Es así como, nace la propuesta del desarrollo de este proyecto de grado, titulado: “Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para una Empresa Productora y Comercializadora de Harina y Aceite de Pescado Ubicada de la Ciudad de Santa Elena”.

Nutrifishing S.A., empresa fundada en enero de 2013 como comercializadora. En 2015, amplía su constitución a fábrica productora de harina y aceite de pescado. Dentro de su estructura, se encuentra al Jefe de Mantenimiento: responsable de coordinar con todo el equipo a su cargo, el mantenimiento (preventivo, correctivo, predictivo, periódico, programado y proactivo) de todos los equipos e infraestructura de la planta.

Como parte del análisis efectuado, fue necesario realizar un levantamiento de información de la condición actual de los equipos principales de la empresa, así como también de la manera de ejecutar el departamento de mantenimiento, es decir, identificar los tipos de mantenimientos que realiza, el personal con que cuenta para su realización, herramientas y equipos utilizados.

El presente proyecto busca mejorar la situación actual de la compañía Nutrifishing S. A., la cual cuenta con un mantenimiento correctivo que afecta directamente a la producción por motivo de paros imprevistos ocasionando pérdidas económicas. El presente plan de mantenimiento preventivo pretende eliminar todos los inconvenientes antes mencionados como también del mismo modo alargar la vida útil de sus maquinarias y equipos utilizados en su proceso de industrialización y de tal modo evitar un deterioro prematuro de los mismos. Teniendo en cuenta que un buen mantenimiento lleva consigo un ambiente de trabajo seguro y condiciones idóneas para la calidad del producto final, disminuyendo el porcentaje de riesgos laborales en su personal de trabajo.

Nutrifishing S. A. es una fuente de empleo con una elevada demanda productiva que cuenta con un personal altamente calificado, infraestructura y maquinaria a fines a los procesos de fabricación, se ve en la ardua necesidad de buscar nuevas metodologías en el campo del mantenimiento con el afán de fortalecer la productividad y así mantenerse como una empresa líder en el mercado.

El contenido del presente trabajo de titulación se estructura en cuatro capítulos. El primero de ellos, hace referencia al problema abordado, se plantean los objetivos a alcanzar, la justificación y alcances de la investigación.

El segundo capítulo permite la construcción de la perspectiva teórica que

sustentará el constructo cognitivo que genera el conocimiento necesario para el abordaje global y académico tanto del problema como de las futuras intervenciones y propuestas para mejorar, en este caso, el mantenimiento preventivo de la empresa objeto de estudio. En tal sentido, los diferentes referentes teóricos consultados afinarán cualquier duda y sustentarán los criterios del autor de la presente investigación.

El tercer capítulo genera la ruta metodológica de actuación para el alcance de los objetivos planteados, en él se plantean el enfoque y tipo de estudio a concretar, las técnicas de recolección de información, su análisis y el propósito de las mismas.

Por último, se presentan los hallazgos más relevantes como resultado de la metodología utilizada y del conocimiento generado en los capítulos anteriores., de la misma manera se formula y plantea la propuesta del Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena.

Esta propuesta constituirá un aporte desde los espacios académicos de la universidad ecuatoriana tanto a la empresa estudiada para que mejore sus niveles de productividad a través de la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de sus equipos operativos. De la misma forma, constituirá un aporte tanto en contenido teórico (conocimiento) como metodológico a la comunidad académica y científica de modo que pueda generar inquietudes para la generación institucional de líneas de investigación, así como una guía de orientación para futuras investigaciones al respecto.

## **CAPITULO 1: EL PROBLEMA.**

### **1.1. Antecedentes.**

La empresa industrializadora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena sobre la cual está orientado este estudio (Nutrifishing S. A.), tiene una participación en la industria del balanceado, exportando harina y aceite de pescado, desde el año 2013. En el transcurso de este periodo se han presentado un sin número de cambios con respecto a su infraestructura, principalmente en el incremento de la expansión de su capacidad productiva y en el desarrollo de un nuevo subproducto, con el afán de cubrir la demanda del mercado nacional e internacional; y también para poder estar acorde con las exigencias que las diversas entidades certificadoras le han exigido.

El proceso productivo de la compañía, de manera general, se desarrolla de la siguiente forma (en etapas): Recepción, Poza de recepción de Materia Prima, Cocción, Prensado, Separador de Sólidos, Secador, Molienda, Adición de Aditivos, Ensaque y Almacenado. Dentro de este proceso general (Harina de Pescado) se obtiene un subproducto (Aceite de Pescado) que forman parte de la producción actual que la empresa presenta, el mismo que radica a raíz de la etapa de Cocción, siendo su proceso productivo: Cocción, Prensado, Separador de Sólidos, Centrifuga y Almacenamiento.

Con respecto al estado actual de los equipos e instalaciones, se puede decir que una parte de los equipos, que se encuentra funcionando en la empresa, desde sus inicios, son los destinados a la poza de recepción y secado del producto. En el caso de la cocina, por su gran tiempo de uso y las reparaciones que se han venido efectuando en el transcurso de los años, se encuentra algo deteriorada pero operativa y funcionando en la actualidad, aunque con un indicio de ser remplazada por motivos

del aumento de su capacidad productiva, de igual manera el equipo destinado al prensado de la materia prima tiene semejante antigüedad, pero dado a que sus componentes no son de complejo mantenimiento, tiene una operatividad mejor que los equipo antes mencionado, por consiguiente, debido a que una parte de ellos a más de necesitar de mayor tiempo para su mantenimiento, precisan repuestos inevitables y de importancia que; en alguno de los casos no pueden ser fabricados, ni mucho menos puede ser adaptado a partes o realizar adaptaciones locales.

La compañía en su actualidad está caracterizada por la búsqueda continua de tareas que permitan eliminar o disminuir fallas imprevistas o reparaciones (paradas forzosas), es decir, el mantenimiento preventivo en la empresa se encuentra en una etapa muy preliminar y en su gran mayoría los trabajos que se ejecutan son solo reparaciones menores o localizadas durante la transformación de la materia prima.

## **1.2. Importancia.**

Actualmente, en un mundo altamente competitivo, la productividad es un aspecto fundamental en el mundo empresarial, por tanto, los procesos productivos que son parte de la operatividad funcional del negocio demandan una continuidad eficaz para poder cumplir oportunamente con la demanda de los clientes y lograr los beneficios esperados. De allí la importancia del mantenimiento preventivo de los equipos, cuya finalidad es no llegar a una prevalencia de lo correctivo que paraliza los procesos y disminuye la productividad, generando retrasos e incumplimiento de las metas de producción.

El mantenimiento, es importante porque no solo constituye la reparación de equipos que se han deteriorado o dañado a la brevedad posible, sino que significa mantener operativos a los equipos de acuerdo a las especificaciones técnicas de sus

fabricantes para su óptimo funcionamiento.

Esta investigación es importante y se justifica porque a través de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo se lograrán reducir los costos de mantenimiento incurridos por una inapropiada previsión en el mantenimiento de la maquinaria y equipo, lo cual genera un obstáculo e impedimento de la producción que está en proceso, y conjuntamente acelera el deterioro de los equipos, que los garantes de la producción desperdicien uno de los recursos más valiosos como lo es el tiempo, tratando de ubicar repuestos para responder a la crisis coyuntural evitando dilaciones y re-procesos.

La filosofía que subyace en el mantenimiento preventivo es lograr la maximización de la operatividad de la planta, sus maquinarias y equipos de aquellas empresas que aspiren mejoras continuas en sus rendimientos a través de la funcionalidad adecuada de sus activos operativos, lo cual conlleva a reducción de imprevistos y a veces accidentes laborales, incremento en la calidad y por ende en la productividad y competitividad del negocio.

### **1.3. Alcance.**

El proyecto de investigación que se realizara a la planta industrializadora de Harina y Aceite de Pescado ubicada en la provincia de Santa Elena (Nutrifishing S. A.), engloba una memoria descriptiva del proceso productivo con el afán de determinar los equipos existentes y el estado de criticidad de los mismo, para de esta manera lograr la optimización de tiempo y recursos del sistema de mantenimiento preventivo para los equipos.

Una vez culminada la investigación la compañía deberá operar siguiendo lo

programado en base a los datos obtenidos en el desarrollo de este estudio, consiguiendo con ello la preservación de los equipos y certificando su correcto funcionamiento.

El levantamiento de información tiene el siguiente alcance:

- Establecer un inventario de los equipos de la empresa
- Determinar las principales características y componentes

La propuesta se ha planteado como alcance establecer un sistema que permita realizar un mantenimiento permanente de los equipos para la empresa garantizando la operatividad permanente de los mismos y el incremento de la vida útil del equipo.

Por tanto, el alcance de la propuesta llevará:

- Fundamentación
- Objetivos
- Procedimientos
- Áreas y equipo
- Levantamiento de información
- Principios del mantenimiento preventivo
- Requerimientos de mantenimiento y especialistas
- Cronograma de mantenimiento
- Detalles básicos del mantenimiento por equipo.

#### 1.4. Delimitación.

La planta industrializadora y comercializadora de harina y aceite de pescado Nutrifishing S. A., se encuentra ubicada en la provincia de Santa Elena en el Km. 3,5 de la vía Guayaquil – Santa Elena, mientras que las oficinas administrativas en la ciudad de Guayaquil ciudadela la Garzota 1era etapa Mz 76 V 17

**Área:** Sistemas Productivos.

**Campo:** Mantenimiento de equipos de producción.

**Tema:** “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena”.

**Empresa:** “Nutrifishing S.A”.

**Tiempo:** Mayo 2020 – Diciembre 2020.



*Figura 1: Ubicación geográfica Planta Nutrifishing S. A.  
Fuente: (Google Maps).*

## **1.5. Formulación del problema.**

Nutrifishing S.A. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de harina y aceite de pescado. Su objetivo principal es cumplir los más altos estándares de sanidad, calidad e inocuidad, con la finalidad de brindar a sus clientes un producto en condiciones aceptables.

La empresa, ubicada en la ciudad de Santa Elena, realiza la comercialización del producto a través de la venta local y la exportación, este producto proveniente de la industrialización de las especies pelágicas es implementado para la alimentación animal y es una pieza fundamental en la formulación de alimento balanceado.

Durante algunas visitas a la planta se pudo realizar un exhaustivo diagnóstico visual y documental, por lo consiguiente, se evidencia que la empresa Nutrifishing S.A, al ser industrializadora y comercializadora tiene la obligación de cumplir con requisitos establecidos por entidades de control del gobierno del Ecuador (subsecretaría de calidad e inocuidad), reglamentos de control sanitario y las normas internacionales sobre inocuidad de los alimentos por medio de la Comisión del Codex Alimentarius del Programa Conjunto FAO/OMS.

El diagnóstico que se ha efectuado sugiere que para cumplir con los requisitos estipulados por estos organismos de control la empresa debe cumplir con un plan de mantenimiento semestral, el mismo que se diseñará para el seguimiento del control que se requiere en la producción y comercialización de la empresa.

Por lo tanto, al ser Nutrifishing S.A, una empresa pequeña y de bajo presupuesto, no cuenta con la implementación de un plan de mantenimiento adecuado, siendo el objetivo de este proyecto diseñar el mismo, pero de forma preventiva.

De este estudio (Diagnostico y análisis del proceso de la empresa), nace la presente propuesta; “Diseñar un plan de mantenimiento preventivo”, que facilite encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas, aumentando de esta manera la probabilidad de mejorar la producción de la empresa, reducir costos en el mantenimiento y comercializar el producto de acuerdo a las normas de calidad y de inocuidad, además estudiar la posibilidad de implementar un sistema de seguridad y salud ocupacional.

Nutrifishing S.A. es una empresa que se encuentra en constante crecimiento, es por ello que surge la necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo, con el objetivo de enfocarse en mejorar la actividad y la eficacia de la empresa para la optimización de los recursos, cumpliendo con los estatutos legales de la subsecretaría de calidad e inocuidad y las normas de calidad, para mejorar la productividad de la misma.

Para la empresa, una mejora en la disminución de los costos por mantenimiento, permitirá obtener beneficios, que redundan en una filosofía de mejoramiento continuo, una mayor rentabilidad operacional y un menor impacto económico, todo lo cual permitirá mejorar la competitividad de la empresa. Además, los resultados organizativos y de gestión del proyecto podrían apoyar los procesos de certificación empresarial, en los que la empresa se encuentra actualmente inmersa. La empresa podría beneficiarse con un plan de mantenimiento que marcará un antes y un después en la batalla contra gastos y tiempo de uso en la maquinaria. De este modo, podrían mejorarse la calidad y las expectativas de vida de las piezas, además de proponer un tratamiento de prevención puntual y efectivo.

## **1.6. Grupo objetivo (Beneficiarios).**

La elaboración de un Plan de Mantenimiento preventivo para una empresa Productora y Comercializadora de Harina y Aceite de Pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena, pondrá en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación profesional alcanzando como objetivo la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Todas las empresas interesadas, en especial la empresa a estudiar Nutrifishing S.A., misma que contarían con un diseño práctico y útil para el mejoramiento continuo y preventivo de la maquinaria, optimizando recursos y obteniendo una eficiencia en la producción de la materia prima.

## **1.7. Objetivo general.**

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar el desempeño operacional, sin descuidar la seguridad y procurando optimizar la productividad de la empresa industrializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena.

## **1.8. Objetivos específicos.**

- Generar información complementaria basada en la experiencia del personal operativo y de mantenimiento, para ajustar el actual plan de tal manera que las posibilidades de mejorar se aumenten.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Nutrifishing S.A.
- Implementar un cronograma de mantenimiento preventivo para la empresa

Nutrifishing S.A.

### **1.9. Propuesta de solución.**

El diseño de un plan de mantenimiento preventivo, mejorara la producción de la empresa Nutrifishing S.A, su rendimiento y la productividad, corrigiéndolas paradas de producción innecesarias, expresando ahorros de recursos en los programas de mantenimientos de la maquinaria así mismo como alargando la vida útil de los equipos.

## **CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. Estado del arte**

A efectos de plantear el Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena Inicialmente, se investigó la incidencia del mantenimiento industrial en el sector manufacturero y que ha conllevado a la mejoría tanto del desempeño como de la sostenibilidad a través de la aplicación de planes y estrategias apropiadas de mantenimiento.

Para Hidalgo (2014), a través de su investigación titulada “Diseño de un sistema de operaciones y mantenimiento para maquinaria y equipos de BORSEA S.A., Harina Sustentable de Pescado”, tuvo como objetivo principal “Diseñar un Sistema de Operación y Mantenimiento de Maquinarias y Equipos para la Empresa BORSEA S.A para optimizar el proceso de producción: eliminando tiempos improductivos y logrando mejoras en el proceso de producción – continuo de la Empresa” (p. 5).

El estudio se basó en reajustar, subsanar, reparar y mejorar a través de la puesta en marcha del Mantenimiento Total Productivo los equipos diagnosticados como críticos y que evidenciaron fallas durante el 2011, estableciendo los requerimientos a para mantenerlos operando eficientemente, logrando la eliminación de los tiempos improductivo y optimizando los procesos productivos. Se utilizaron metodológicamente entrevistas, diagrama de Pareto, Matriz FODA, diagrama causa – efecto.

Estas técnicas una vez aplicadas permitieron identificar que el registro de paradas por fallas y reparaciones se centró en los siguientes equipos: el que presentó

más tiempo de paradas por fallas fue el tornillo sin fin transportador # 2, totalizando 315.3 horas, le sigue en orden de importancia el tornillo sin fin transportador # 1 con un total de 231.8 horas paradas, el compresor general le sigue registrando 166.92 horas de paradas, la centrifugadora con un total de 129.8 horas de parada y por último el molino de harina con un registro de 83.4 horas de paradas.

La investigación concluye con una propuesta para implantar un Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM), caracterizado por tener cinco tareas principales como son:

- Primera Tarea, que expone y describe el Plan ante las instancias como la Gerencia General y principales Autoridades de la Empresa BORSEA S.A para su debida aprobación, que contempla cuatro días ser aprobado a partir del 6 de agosto del 2012.
- Segunda Tarea, en la cual se da inicio a las negociaciones y adquisición de los recursos requeridos para solucionar los problemas observados, conjuntamente con el curso de Inducción o Tutoriales para la asimilación de la nueva filosofía de la empresa en materia de Mantenimiento. Esta tarea debe iniciar el 13 de agosto de 2012 con una duración de 7 días.
- Tercera Tarea, la nivelación y formación que se le dará al talento humano de la planta, para familiarizarlo con el programa y los cambios a efectuarse, el propósito de esta tarea tiene un tiempo de duración de diez días iniciando 31 de agosto del 2012 y culminando a mas tardar el 29 de septiembre de 2012.

- Cuarta Tarea, la cual Puntualiza todos los diferentes procesos del programa de mantenimiento a ejecutar sobre equipos y maquinarias en situación crítica para intervenirlas y dejarlos en condiciones disponibles para su óptimo funcionamiento y para que incrementen los indicadores de producción. Esta tarea contempla una duración de veinte días iniciando el 1 de octubre y finalizando el 20 de octubre del mismo año.
- Quinta Tarea, encargada de sumar los tiempos para la puesta en marcha del programa que totalizan ciento setenta y un días, así como la instalación apropiada del TPM en la planta, iniciando con la capacitación al talento humano de la unidad de mantenimiento y finalizando con la auditoria del TPM. Actividad que contempla ciento treinta días de duración.

La implantación del Plan de TPM, demanda una inversión de \$ 40.050,00 dólares, a financiar por la Empresa. La Tasa Interna de retorno esperada del proyecto es del 24%, el valor actual neto del proyecto es de \$ 17.829,11 y el periodo de recuperación de la inversión es de dos años. Por tanto, se cree que es factible económicamente esta inversión.

Pardeep y Sachit (2016), en su investigación titulada La optimización de los indicadores de eficiencia total de los equipos (Overall Equipment Effectiveness, OEE), la productividad y los costes de producción para mejorar el volumen de ventas en una industria del automóvil a través de TPM, el problema estudiado fue los bajos resultados en los indicadores de eficiencia (OEE) observados en la casi totalidad de las 50 maquinarias evaluadas que funcionan en las compañías del sector automovilístico objeto de estudio. Se efectuó una valoración promedio y monitoreo del indicador de

OEE de los equipos y el hallazgo principal fue que las maquinarias obtuvieron un OEE por debajo del 85% y que solo 8 superaban el 85%, por lo cual era necesario la mejoría de los indicadores OEE del resto de las maquinas (42 en total) a través de una intervención de mantenimiento.

El contexto de esta investigación, se enmarca en que este sector industrial presenta una fuerte competencia por varios fabricantes internacionales que trabajan fuertemente para mejorar la productividad y los esquemas de calidad a través de diversas estrategias de negocio. La empresa estudiada en esta oportunidad, es una empresa del sector automovilístico de la Indias, que ha mejorado los indicadores de eficiencia, producción y calidad asumiendo el TPM como factor primordial de cambio para competir con las empresas del sector, tanto nacionales como multinacionales.

Los resultados obtenidos con la aplicación del TPM fue que se alcanzó una mejora total del indicador OEE en los maquinas cuyos indicadores no alcanzaban el 85%, otro desafío fue incrementar la productividad para aumentar las ventas, que gracias a la implementación del TPM obtuvieron mejoras equivalentes al 74%. El estudio concluyó que la cooperación organizada de todas las áreas operativas produce incrementos en la productividad con el uso del TPM.

Otro estudio complementario de este estado del arte es el de Nafis, Jamal, y Syed (2017), titulado Mejora de la eficiencia global de los equipos a través del mantenimiento productivo total: un caso de la industria de textiles. El estudio se efectuó en Akij Textile Mills Limited (ATML), empresa dedicada a fabricar hilados a rotores a través del establecimiento de bastidores de rotor, la capacidad productiva del sistema de hilatura de anillo y el rotor es de 25 y 12 toneladas diarias. La empresa se diseñó para la producción, el desenredado, el peinado y la compactación de Siro,

Algodón- polyester, e hilos de algodón.

El Grupo Akij tiene infraestructuras para fabricar prendas de vestir, con alianzas estratégicas con la industria del hilado, tejido, tinturado, acabado y empaquetado. Este grupo es uno de los más importantes proveedores mundiales de tejidos de calidad para el sector minorista de la moda. Entre sus clientes se encuentran tiendas de ropa de renombre como HNM, Tema, BF Asia, entre otros, quienes son clientes asiduos de los productos de Akij Grupo.

El problema estudiado se identificó en la sección de bastidor de anillo de una fábrica de producción de hilo del grupo. El objetivo primordial fue mejorar la eficiencia (OEE) mediante el TPM. Se identificaron seis grandes pérdidas por paradas en la sección del anillo quienes fueron los evaluados mediante el indicador de eficiencia (OEE). En este caso se aplicó el TPM enfocado en la aplicación de Kaizen como factor principal.

Para abordar el problema, fueron usadas técnicas como los diagramas de espina de pescado para ubicar estructuradamente las fuentes del problema, se conformó un equipo para la formación de los operadores y mejorar sus competencias rutinas elementales de mantenimiento como la limpieza, engrasado, rectificación y revisión de piezas de las maquinarias.

Fueron medidos los indicadores de eficiencia OEE antes del programa de entrenamiento de los operadores y posterior a este. Luego se compararon los observando resultados que debido a la aplicación del Kaizen, se evidenció que las pérdidas que ocurrían en la sección de bastidor de anillo disminuyeron de manera importante y la OEE del equipo mejoró pasando de 75,09 hasta 86,02%, la productividad mejoró en un 23,93%, y la generación de artículos defectuosos bajó en

49,50%. Lo cual permite concluir los beneficios reales de la puesta en marcha del TPM en contextos industriales.

Otro referente teórico e importancia es el de Morales y Silva (2017), titulado Mantenimiento productivo total (TPM) como una herramienta para mejorar la productividad: un estudio de caso de aplicación en el cuello de botella de una línea de mecanizado de piezas de automóviles. El problema fue observado en una industria automotriz, concretamente en una de sus líneas productivas (línea de mecanizado) donde se presentaba un problema en la elaboración de una de las piezas originando paradas no planificadas en la línea conllevando al incumplimiento mensualmente el plan de producción.

En tal sentido, la investigación adelantada se plantea y decide institucionalmente asimilar e realizar una táctica para corregir la problemática y optimizar la eficacia en la línea productiva de piezas y alcanzar el programa de producción a los clientes, pues desde mucho tiempo atrás la empresa tenía como eslogan y política la Entrega justo a tiempo, referida al cumplimiento oportuno de los pedidos de los clientes y en caso de no cumplirse se aplicaba una penalización por cada pieza que no fuese entregada oportunamente.

Esta empresa automotriz comenzó a aplicar el TMP basado en la realización de un análisis de los principales indicadores de productividad y de los cuellos de botellas observados en sus líneas de producción. Esto permitió identificar que el 80% de las paradas inesperadas eran repetitivas y podían resolverse a través de un operador adecuadamente capacitado, sin embargo, el restante 20% demandaba atención externa a través de un plan de acciones correctivas.

Posterior a la implementación del TPM y la formación de los operadores, en el

mes de septiembre del 2014, se evaluó nuevamente la situación a mediados del 2015, evidenciándose resultados muy significativos en cuanto a la mejora del problema inicial. En este sentido el tiempo promedio entre fallos y paradas fue de 87.6 h (42.1 horas mejores que las anteriores), lo cual representa un avance del 108%, el tiempo promedio de reparación fue de 3.0 h (4.3 horas mejores que las anteriores), representando una mejoría del 30.2%. Estas mejoras permitieron un aumento en la disponibilidad de entregas del 8.9%, una mejora de la calidad de los productos equivalente al 4.2%. Los indicadores de OEE iniciales del 64%, después del TPM subieron al 76%. Esto permite incluir los beneficios del mantenimiento TPM.

Pinedo (2018), en su investigación titulada Aplicación del mantenimiento preventivo para disminuir los costos de mantenimiento de la empresa pesquera ICEF S.A.C – Chimbote 2018, tuvo como objetivo principal Aplicar el mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la empresa pesquera ICEF S.A.C – CHIMBOTE en el año 2018.

El estudio aplicó métodos como el diagrama de Pareto, lo cual permitió diagnosticar el estado actual de la maquinaria y equipos de la empresa, constatando que para el segundo semestre del año 2017, que el caldero mantiene una frecuencia de seis fallas semestrales representando el 24% del total de las fallas de los equipos lo cual equivale al porcentaje de fallas más significativo de la empresa; seguido en orden de importancia por la prensa con una ocurrencia de fallas semestrales de cinco oportunidades, representando el 20%, luego sigue el cocinador con una periodicidad de falla semestral de cuatro veces, equivalente al 20%, posteriormente el molino que falló en cuatro oportunidades, lo cual equivale al 16%, por último con un número de fallas semestrales de dos se registran el pre- Strainer y el secador rotadisk, por último

aparece la maquina ensacadora que no registró fallas durante el semestre estudiado.

Una vez aplicado el programa de mantenimiento preventivo a las maquinarias y equipos de la organización pesquera ICEF S.A.C - CHIMBOTE durante el primer semestre del año 2018, para ello, se consideró las máquinas y equipos con la mayor frecuencia de fallas precisadas a través del diagrama de Pareto. El mantenimiento preventivo aplicado acorde al programa alcanzó en cuanto al caldero un 50% de las labores estimadas, para la prensa el 55%, en el caso del cocinador un 58% y para el molino el 50%, lo cual evidenció un poco interés en la implementación del programa propuesto por parte de la gerencia de mantenimiento de la empresa, si el porcentaje de cumplimiento fuera mayor, se obtuvieran mejores resultados.

Sin embargo, a pesar de no evidenciar la aplicación total de las tareas de mantenimiento sobre todas las máquinas y equipos, se obtuvo una disminución de los costos de mantenimiento en el periodo 2017 – 2018. El costo de mantenimiento correctivo posterior a la puesta en marcha del programa de mantenimiento preventivo de la empresa pesquera ICEF S.A.C del primer semestre de año 2018, fue de S/. 6, 192.50, una vez implementado este programa de mantenimiento preventivo se volvió a calcular los costos de mantenimiento correctivo totalizando S/. 1,760.00 soles, lo cual evidencia que si se hubiera efectuado la totalidad del programa los costos aun hubiesen sido menores. En conclusión, la aplicación del mantenimiento preventivo es apropiado para disminuir los costos de mantenimiento de la empresa pesquera estudiada.

Enríquez y Márquez (2019), en su investigación titulada Propuesta de mejora de la eficiencia de la línea de producción de una planta de harina de pescado aplicando la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM), tuvieron como objetivo fundamental plantear una propuesta de mejora aplicando las técnicas del

Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la producción de harina de pescado, para alcanzar el máximo provecho de los equipos, optimizar la eficiencia del talento humano y ordenar los procesos productivos acorde a los objetivos estratégicos de la empresa.

El estudio se enfocó en el empleo de técnicas cualitativas como la tormenta de ideas, la matriz de Vester, y métodos cuantitativos como el diagrama de Pareto, lo cual permitió identificar que la baja disponibilidad de los equipos debido a paradas inesperadas aumenta los costos de operación, generando pérdidas a la compañía. Esto se debe a la continua interrupción operativa lo cual encarece la producción.

En la empresa pesquera estudiada, el mantenimiento técnico especializado de las maquinarias y equipos es realizado por vía outsourcing (terceras empresas) pues adolece del talento humano con las competencias para hacerlo, el personal que realiza el mantenimiento en la empresa efectúa labores de mantenimiento preventivo y autónomo que no demanda alta tecnificación o especialización. La disponibilidad de los equipos alcanzó en promedio el 84,86% en las temporadas de los años 2017 y 2019.

En el periodo 2017 - 2018 fueron generadas 1449 órdenes de trabajo y solo fueron ejecutadas 1013 equivalente a un cumplimiento del 70%, las órdenes de trabajo no terminadas en los meses de mantenimiento ocasionan daños en los meses productivos. Se observó que la falta de repuestos a la hora de mantenimientos es una causa importante de la indisponibilidad de los equipos. La baja eficiencia originó déficits en ventas equivalentes a \$2.186.545 dólares en las temporadas de pesca 2017-2018.

Comparando los métodos de mantenimiento de TPM, RCM, y CBM da como hallazgo fundamental que el TPM, el Kanban y la Gestión de Abastecimiento de

Repuestos son la mejor alternativa conjunta para solventar la mayoría de las causas totales que son el número excesivo de horas imprevista de parada de máquina, falta de repuestos y materiales, reproceso de materia prima por parada de línea, ausencia de stock de seguridad, repuestos dañados – stock activo, falta de control del programa de mantenimiento, inadecuada ejecución de las tareas de mantenimiento, inexistencia de procedimiento estandarizados de reparación, falla en la capacitación, personal técnico de mantenimiento no preparado y fallas por descalibración y revisión de puntos.

En otro estudio muy relevante y coherente con la presente investigación, como el de Obeso, Yaya, y Chucuya (2019), titulado Implementación del Mantenimiento Productivo Total en la mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado, tuvo como objetivo emplear las fases iniciales del TMP en el área de producción de harina de pescado de una empresa manufacturera.

La empresa objeto de análisis, pertenecía al sector industrial de producción de harina de pescado, se caracterizaba por las fallas continuas en la operatividad de sus equipos, producida habitualmente, por el deterioro de sus piezas, desalineado de sus ejes y el desacoplamiento de cadenas y fajas en el proceso productivo. Conjuntamente, los operadores no resolvían expeditamente los problemas, sobrepasando en muchas oportunidades 5 horas de retraso en las reparaciones para reiniciar la producción.

En el análisis se identificó que el equipo con más fallas era el secador Rotadisk a vapor indirecto; la falla consecutiva en el mecanismo de condensado originaba que la materia prima no alcanzara los porcentajes determinados de humedad  $< 10\%$ . Otra problemática eran los habituales ruidos producidos por el rotor giratorio, pues no era lubricado oportunamente, esto traía como resultado el incremento del tiempo programado de producción de 3 a 4 horas, de modo que el índice productivo disminuía

entre 5 a 4 toneladas/hora. Los objetivos desarrollados consistieron en la valoración preliminar del sistema de mantenimiento, posteriormente se diseñó y aplicó la metodología del TPM y por último se evaluaron los indicadores de productividad y mantenibilidad una vez al TPM.

Primeramente, se descubrió que la empresa poseía un defectuoso sistema de mantenimiento, no se daba cumplimiento al programa y coexistían múltiples tiempos muertos debido a la ausencia de organización en el entorno laboral. Se estableció, que el Tolvin de antioxidante observaba la mayor ocurrencia de fallas; con todo, su mantenibilidad era la más baja de todos los equipos, pues las reparaciones se realizan muy fácilmente. Por otra parte, el secador con tres veces menos fallas que el Tolvin de antioxidante mostraba las reparaciones más complejas y de mayor mantenibilidad.

En los primeros 12 días de la implementación del TPM, la mantenibilidad del secador, disminuyó en 6 minutos por el ahorro de transporte como producto de las 5s. Conjuntamente la productividad se incrementó en un 6 % pasando de 15 a 17 sacos de harina producidos cada hora, gracias a la disminución de fallas y los tiempos muertos. Finalmente, el OEE observó un crecimiento del 0,68 % con una estimación de incremento equivalente al 16,32 % en un lapso de un año. Estos resultados permiten evidenciar que el TPM es efectivo en la mejoría de la eficiencia del equipo productivo de una fábrica de harina de pescado.

## 2.2. Marco Institucional.

### 2.2.1. La empresa Nutrifishing S.A.

Nutrifishing S. A., Empresa fundada en enero del 2013 como una comercializadora, en el 2015 se amplía su constitución a fabrica procesadora de harina, aceite hasta la actualidad(Garcia, 2020).

La empresa se encuentra ubicada en la Vía Guayaquil - Santa Elena, en el Km. 1. Nutrifishing S.A. es una empresa ecuatoriana, su sede principal está en Santa Elena. Opera en el marco de Comerciantes al por Mayor de Otros Comestibles y Productos Relacionados. Su fecha de constitución y fundación fue el 25 de enero de 2013. A finales del año 2019, empleaba directamente a 4 personas. En cuanto a aspectos financieros de importancia, Nutrifishing S.A. reportó una disminución de ingresos netos del 42,09% al cierre del 2019. Su Activo Total registró un incremento del 5,55%. El margen de utilidad neto de Nutrifishing S.A. creció en un 1,81% en el ejercicio económico 2019 (EMIS, 2020).

Algunos datos financieros de importancia al cierre del 2019 son los siguientes:

**Tabla 1. Datos financieros al cierre del 2019.**

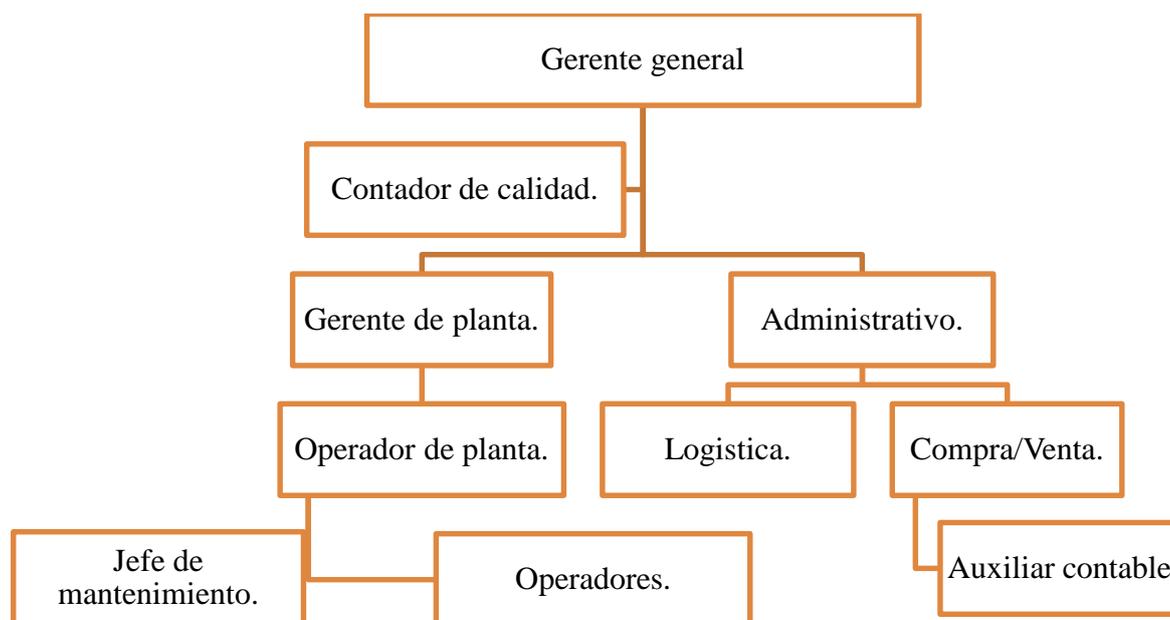
<b>Indicadores</b>	<b>Datos</b>
Ingresos netos por ventas	-42,09% ▼
Total Ingreso Operativo	-42,18% ▼
Ganancia operativa (EBIT)	127,81% ▲
EBITDA	125,75% ▲
Ganancia (Pérdida) Neta	13.997,66% ▲
Activos Totales	5,55% ▲

Total de patrimonio	5,7% ▲
Margen Operacional	5,71% ▲
Margen Neto	1,81% ▲
Rendimiento Sobre El Patrimonio (ROE)	5,35% ▲
Relación Deuda/Capital	20,49% ▲
Prueba Ácida	0,79% ▲
Coeficiente De Efectivo	-0,01% ▼

*Fuente: Datos Financieros Clave NUTRIFISHING S.A. (ECUADOR)(EMIS, 2020).*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

### 2.2.2. Estructura organizacional.



**Figura 2: Organigrama de la empresa Nutrifishing S. A.**

*Fuente: (García, 2020).*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

- **Gerente:** Persona de alta jerarquía, a cargo de la planificación estratégica de la empresa y de la inversión económica, es el responsable de recibir los reclamos por parte de los clientes, así como también de hacer cumplir los

reglamentos establecidos para el correcto funcionamiento de la planta. En su ausencia el Gerente de Planta continuará con sus funciones (Garcia, 2020).

- **Control de calidad:** Es el líder del equipo APPCC. Gestiona el diseño e implementación del sistema HACCP, determina si el sistema cumple los lineamientos del Codex Alimentarius, informa sobre el desempeño del sistema y la calidad del producto. Revisa el manual del Plan APPCC con Asesor Técnico del SGC, responsable de bodega de producto terminado y responsable de mantenimiento. Cumple y hace cumplir a su personal las BPM y POES (Garcia, 2020).

Monitorea y verificar la toma de acciones correctivas basadas en el Plan APPCC, es el encargado de llenar los registros diarios (Garcia, 2020).

- **Asistente Administrativo (Logística):** Se reporta al jefe de planta, asiste con la comunicación entre empresa y clientes, compras de materia prima y venta de productos terminados (Garcia, 2020).
- **Jefe de Mantenimiento:** Responsable de coordinar el mantenimiento (preventivo, correctivo, predictivo, periódico, programado y proactivo) de todos los equipos y de la infraestructura de la Planta, es la persona que elabora y actualiza el plan de mantenimiento de equipos y vela por el cumplimiento de los mismos. Reporta al Gerente General, y coordinará con los jefes de áreas las necesidades presentadas de mantenimientos (Garcia, 2020).
- **Operador de Planta:** Es la persona responsable de la supervisión diaria de la producción. Ejecuta el itinerario de producción diaria. Es responsable de

supervisar a todo el personal en el área de producción (Garcia, 2020).

### **2.2.3. Descripción del proceso productivo.**

#### **2.2.3.1. Elaboración de harina de pescado.**

- **Recepción:** La materia prima llega a la planta en camiones, transportada en gavetas o al granel, los camiones son pesados en una báscula, donde adicional se realiza un examen organoléptico (Garcia, 2020).
- **Poza de recepción de materia prima:** La pesca es descargada en la poza de recepción, los tornillos helicoidales que posee transportan el pescado y alimentan a la cocina (Garcia, 2020).
- **Cocina:** La cocción se hace a vapor directo, con el fin de llevar a cabo la coagulación de la proteína mediante el rompimiento de los músculos del pescado para separar la grasa y eliminar los contaminantes biológicos, esta cocción se hace a una temperatura entre 85 a 100°C. (Garcia, 2020).

El pescado es llevado por dentro de la cocina por un helicoidal circular con un variador de velocidad, que regula el tiempo necesario para su cocción (>12 minutos) con una velocidad de 38 m/s a 47 m/s dependiendo del tipo, tamaño y especie de pescado (Garcia, 2020).

- **Prensa:** Se efectúa en una prensa de doble tornillo, acondicionado con malas perforadas para drenar el agua del pescado proveniente de la etapa de cocinado, la velocidad de desplazamiento debe estar acorde con cocina, para ello ambos equipos disponen de un variador de frecuencia que opera entre 50 y 70 Hz. (Garcia, 2020).

Esta etapa tiene por finalidad la separación de agua y grasa del pescado cocinado. En esta operación se generan dos líneas: Sólidos, llamada torta de prensa, con una humedad de 44 a 48%, que sigue el circuito para obtener harina de pescado (Garcia, 2020).

Líquidos, llamada licor de prensa, que pasa a la etapa de centrifugación mecánica, hasta obtener aceite de pescado (Garcia, 2020).

- **Separador de sólidos:** El licor de prensa es rico en grasa, y tiene sólidos que deben ser recuperados para obtener harina, por ello es tratado en unas centrífugas horizontales llamadas separadores, por lo que mediante de bombas, es alimentado a estos equipos junto con la sanguaza obtenida (Garcia, 2020).

La temperatura de este licor debe ser de 95°C, la fase sólida que se obtiene de esta separación se junta con la torta de prensa siguiendo la línea de los sólidos, hasta obtener harina de pescado, mientras el líquido llamado licor de separadora se transfiere por bombeo a las centrífugas para producir aceite (Garcia, 2020).

- **Secador:** De tipo fuego directo (FAQ), en esta etapa se deshidrata el material hasta una humedad del 10%, con la finalidad de evitar la generación de microorganismos patógenos en la harina, para ello, la torta proveniente de la prensa, separadora y los solubles homogenizados en la etapa anterior con una humedad del 50%, son llevados por un transportador helicoidal hacia el secador, provisto de un cilindro horizontal, en donde ocurre la deshidratación de la mezcla antes mencionada, aprovechando los gases de combustión que por convección deshidratan la torta húmeda, la

que se desplaza a lo largo del cilindro que está provisto de paletas distribuidas en su interior formando un helicoide, este transporte se mejora por la operación de un exhaustor de gases, que lleva todo el material deshidratado hasta un recinto al final del sacador denominado caja de humo, en este , la temperatura final deber mínimo de 80°C y máximo de 100°C. En esta etapa se adiciona el concentrado de pescado obtenido de la planta evaporadora (Garcia, 2020).

- **Molienda:** seguidamente el sólido es molido en el molino, el mismo que posee en el interior platinas metálicas (llamados martillos) montadas sobre un eje que gira a alta velocidad, permitiendo moler la harina hasta que alcance la condición de polvo (Garcia, 2020).
- **Adición de aditivos:** La inclusión de antioxidantes es importante porque no permite sobrecalentamiento de la harina por el motivo que se pueda quemar y poder perder el grado de calidad exigida por el cliente, por lo cual se adicional de 500 a 750 ppm a la harina de pescado (Garcia, 2020).
- **Aplicación de antioxidante etoxiquina:** Solo en productos terminados de exportación, donde el mercado permita su uso y/o el cliente lo solicite (Garcia, 2020).
  - **Aplicación de antioxidante BHT:** Dosificado al 100% de productos terminados con destino mercado local, no se aplica etoxiquina, de haber un caso probable de contaminación con etoxiquina, el producto será inmovilizado hasta que se libere con análisis de confirmación (Garcia, 2020).

- **Ensaque y almacenado:** Los sacos de la harina de pescado son estibados en rumas de 80 a 100 sacos, separados a una distancia de 70 cms entre rumas. Se debe controlar la temperatura (no mayor a 10°C de la temperatura ambiente) con la que se introduce el producto a la bolsa de polipropileno de 50 Kgrs almacenado en las bodegas correspondientes y luego será analizado para su respectiva distribución. Se debe constatar la costura, correcta identificación de lotes y fecha de producción (Garcia, 2020).

#### ***2.2.3.2. Elaboración de aceite de pescado.***

- ***Cocina:*** La cocción se hace a vapor directo, con el fin de llevar a cabo la coagulación de la proteína mediante el rompimiento de los músculos del pescado para separar la grasa y eliminar los contaminantes biológicos, esta cocción se hace a una temperatura entre 85 a 100°C. (Garcia, 2020).

El pescado es llevado por dentro de la cocina por un helicoidal circular con un variador de velocidad, que regula el tiempo necesario para su cocción (>12 minutos) con una velocidad de 38 m/s a 47 m/s dependiendo del tipo, tamaño y especie de pescado (Garcia, 2020).

- ***Prensa:*** Se efectúa en una prensa de doble tornillo, acondicionado con malas perforadas para drenar el agua del pescado proveniente de la etapa de cocinado, la velocidad de desplazamiento debe estar acorde con cocina, para ello ambos equipos disponen de un variador de frecuencia que opera entre 50 y 70 Hz. (Garcia, 2020).

Esta etapa tiene por finalidad la separación de agua y grasa del pescado cocinado. En esta operación se generan dos líneas: Sólidos, llamada torta de prensa, con una humedad de 44 a 48%, que sigue el circuito para obtener harina de pescado (Garcia, 2020).

Líquidos, llamada licor de prensa, que pasa a la etapa de centrifugación mecánica, hasta obtener aceite de pescado (Garcia, 2020).

- **Separador de sólidos:** El licor de prensa es rico en grasa, y tiene sólidos que deben ser recuperados para obtener harina, por ello es tratado en unas centrífugas horizontales llamadas separadores, por lo que mediante de bombas, es alimentado a estos equipos junto con la sanguaza obtenida (Garcia, 2020).

La temperatura de este licor debe ser de 95°C, la fase sólida que se obtiene de esta separación se junta con la torta de prensa siguiendo la línea de los sólidos, hasta obtener harina de pescado, mientras el líquido llamado licor de separadora se transfiere por bombeo a las centrífugas para producir aceite (Garcia, 2020).

- **Centrifuga:** Equipos diseñados para separar las densidades de los líquidos. Su función es separar el aceite de pescado del agua de cola. Para realizar la separación el equipo proporciona una fuerza gravitatoria entre 4.000 y 6.000 RPM. El aceite es almacenado en un tanque, para luego ser despachado a los clientes. El agua de cola es enviada a la planta evaporadora (Garcia, 2020).

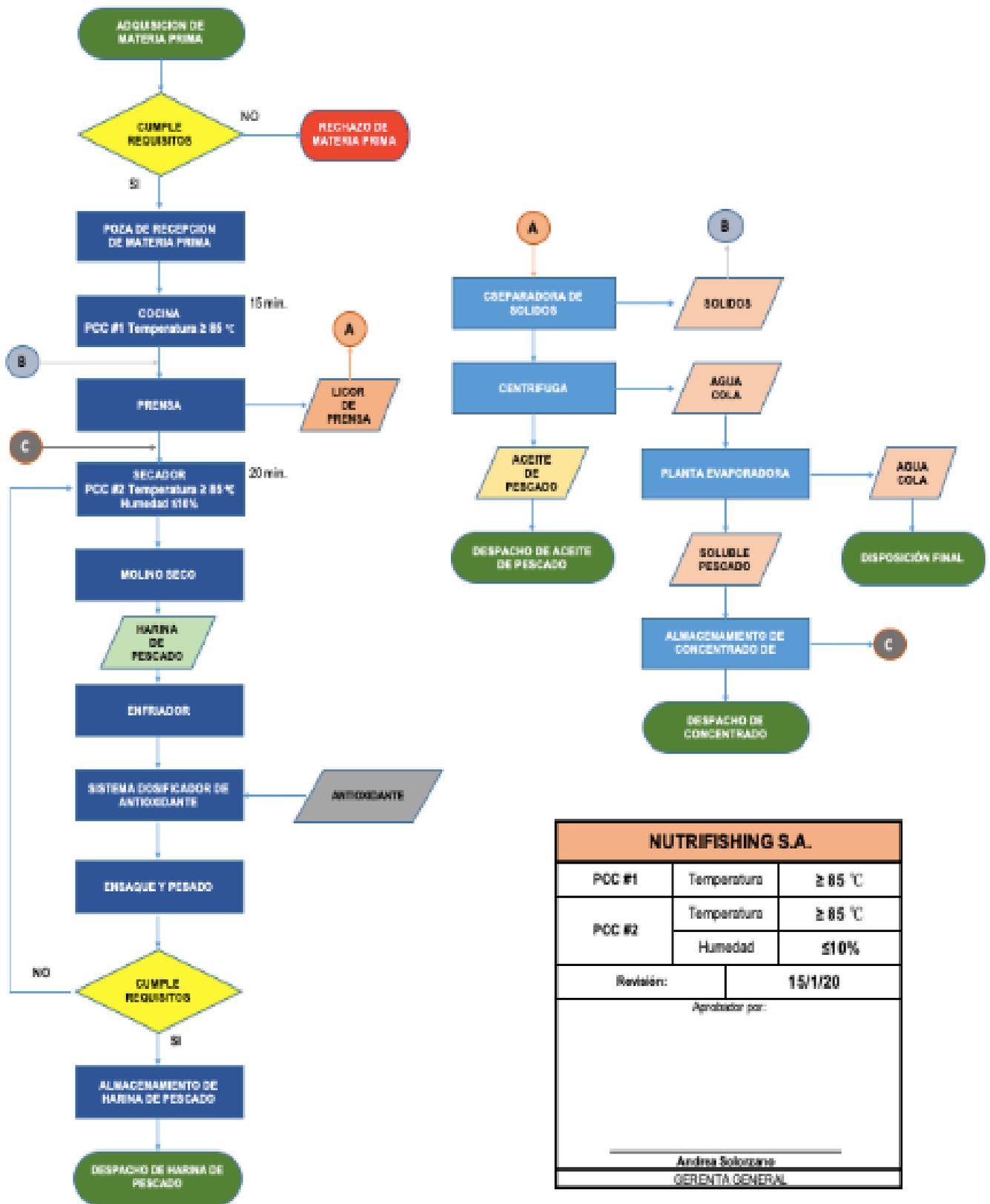


Figura 3: Diagrama de flujo, producción Nutrifishing S. A.

Fuente: (García, 2020).

Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.

## **2.3. Marco Teórico.**

### **2.3.1. El mantenimiento industrial.**

La actividad del mantenimiento ha tenido dos historias bastante importantes, la historia técnica y la historia económica, en este caso se desarrollará el aspecto técnico del mantenimiento el cual nace con la primera piedra afilada por el hombre primitivo desde ese momento siempre se ha sentido la necesidad de mantener su equipo aun siendo la más rudimentaria herramienta, desde ese entonces ha seguido en evolución hasta lo que es hoy en día (Garcia Montoya, 2017).

Técnicamente el mantenimiento incursionaba en el siglo XI, cuando "El Ferrer", una especie de responsable de mantenimiento, era el encargado de la reparación de los utensilios y máquinas en la "Farga Catalana" (instalación dedicada a la obtención de hierro y acero de bajo carbono en los Pirineos Orientales). De esta manera cuando se habla de que el mantenimiento inicio a mediados del siglo XX es un error ya que siempre ha tenido importancia(Garcia Montoya, 2017).

Hasta antes de la segunda guerra mundial la industria no estaba altamente mecanizada por lo que los tiempos de parada y la eficiencia de las maquinas no era gran interés, para los directivos de las compañías. Los defectos en equipos no eran una prioridad, ya que estos eran sobredimensionados, esto hacia a las maquinas seguras y fáciles de reparar en el momento de encontrar alguna falla. Lo que se conoce como mantenimiento correctivo(Garcia Montoya, 2017).

En 1950 un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto de mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de los equipos acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento

de las maquinas, a este mantenimiento se entiende actualmente como mantenimiento programado. Los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones respecto a los equipos para prevenir daños en estos, a esta actividad se la conoce como mantenimiento preventivo(Garcia Montoya, 2017).

Luego de ver la necesidad de tener altos índices de calidad y conociendo los sobre costos que generaba las fallas e ineficiencia de las maquinas se pensó en como predecir lo daños a los equipos ya que empezó a ser de gran importancia, el no paro en la plantas de producción, de este manera nacieron varias técnicas las que han sido parte esencial en el desarrollo tecnológico que se tiene hasta el momento, como lo son la termografía, análisis de vibraciones entre otras en las que la resumen en mantenimiento predictivo, que como todo los tipos de mantenimiento como objetivo final buscan mantener la eficacia y buen desempeño de las máquinas (García, Alcaide, & Gómez, 2017).

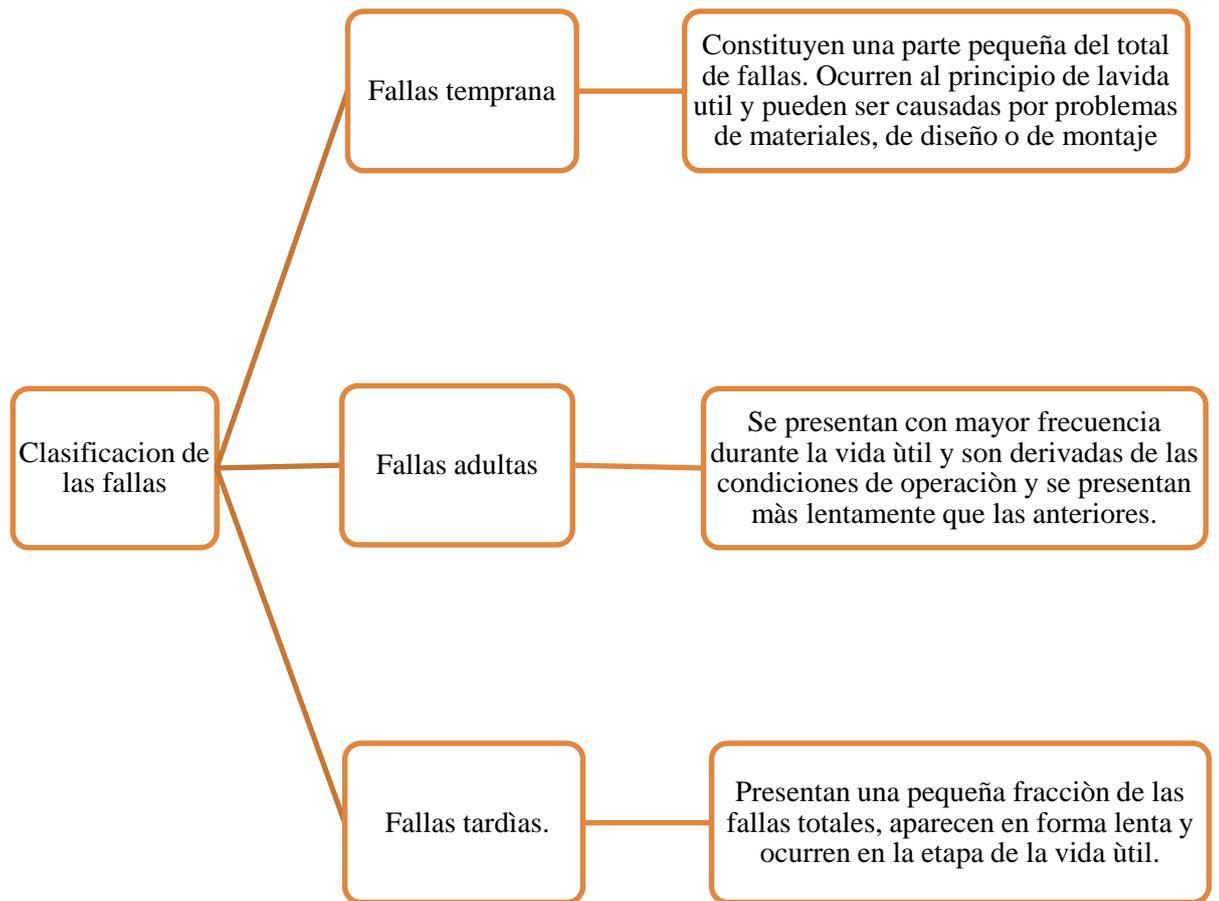
A efectos de conceptualizar términos apropiados técnicamente referidos al mantenimiento industrial. El mantenimiento consiste en una serie de actividades con cuya ejecución se logra alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones, preserva sus funciones y afecta todos los aspectos de una organización: disponibilidad y costos, seguridad, integridad ambiental, eficiencia energética y calidad de productos. Entonces, el objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos se puede definir cómo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene (Penkova Vassileva, 2007).

El mantenimiento consiste es una serie de acciones que garantiza la expectativa de la vida útil estimada para un determinado equipo, esto comprende desde la limpieza de sus partes hasta la reparación del mismo. Ciertos autores piensan que el mantenimiento es toda aquella actividad orientada a preservar y prolongar las características físicas de los equipos operativos de una empresa productora con el objeto de que estén en circunstancias para trabajar satisfactoriamente y a costos asequibles (Obeso & Yaya, 2018).

Esta concepción de mantenimiento ha cambiado actualmente, en tal sentido, la perspectiva es distinta pues se procuran beneficios en todas las actividades de un negocio, por lo cual se demanda que el equipo siempre esté disponible en todo momento y circunstancia, en este orden de ideas, los costos de mantener un equipo son enormes, de modo que, si la falla es menor, al acumularse puede incluso llegar a superar los beneficios alcanzados en un día laboral. Por tanto, un adecuado mantenimiento procura la mejoría de la capacidad del equipo manteniéndolo en su estado original a pesar de su desgaste, ampliando, conservando o manteniendo la eficacia y la vida útil (Obeso & Yaya, 2018).

Por tanto, se dice que algo falla cuando deja de brindar el servicio que debía presentar o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado (Penkova Vassileva, 2007).

Es posible clasificar las posibles fallas de la manera que se muestra en la figura 2:



**Figura 4: Clasificación de las fallas.**

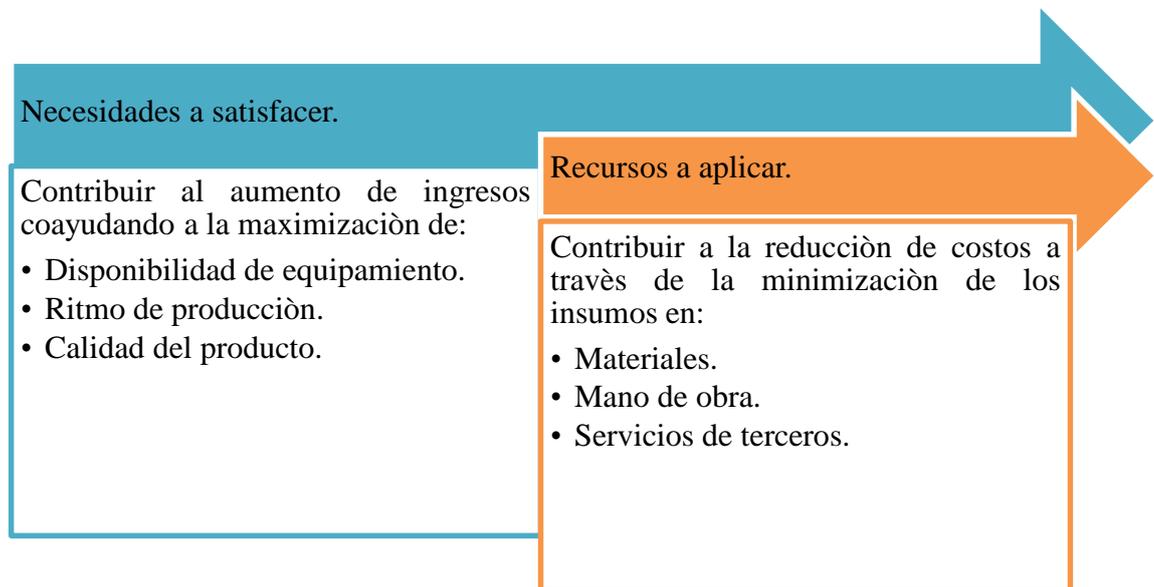
**Fuente:** (Penkova Vassileva, 2007).

**Elaborado por:** B. Alarcón & D. Romero

En cuanto a los objetivos del mantenimiento, este consiste en lograr que los sistemas de operaciones dispongan el mayor tiempo posible de los equipos funcionando en condiciones adecuadas. En otras palabras, que los equipos estén fuera de servicio el menor tiempo posible, evitando así costos más elevados, entregas fuera de tiempo o pérdida en las ventas (Boland, Carro, Stancatti, Gismano, & Banchieri, 2007).

En consecuencia, el objetivo fundamental radica en garantizar a la organización la disponibilidad, seguridad y confiabilidad concebida de las operaciones de

producción con relación a la función esperada, en el marco del cumplimiento de todos los requerimientos de la gestión de la calidad, al igual que las normas de higiene y seguridad industrial y medioambiental, procurando siempre el supremo e integral beneficio. La confiabilidad, se concibe como la posibilidad de operar sin fallas en un determinado lapso de tiempo, bajo unas determinadas condiciones (Apablaza Solis & Flores Gutiérrez , 2017). A continuación, se presenta una figura sobre los objetivos del mantenimiento.



*Figura 5: Objetivos de mantenimiento.*

*Fuente: (Boland, Carro, Stancatti, Gismano, & Banchieri, 2007).*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

### **2.3.2. Importancia del mantenimiento.**

En la actualidad el mantenimiento cumple un rol importante en la producción de las diferentes empresas a nivel mundial, ya que sin este no se tendría la suficiente confiabilidad de la calidad de los productos(Lindao Beltrán , 2016).

El mantenimiento se ve como una inversión que ayuda a mejorar y mantener la

calidad en la producción. Muchos textos, libros, sitios web, otorgan información sobre la importancia del mantenimiento en las diferentes industrias, como este breve relato que describe que; “El mantenimiento industrial está definido como el conjunto de actividades en caminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento” (Lindao Beltrán , 2016). Puede resumirse la relevancia del mantenimiento en los siguientes aspectos dentro del entorno productivo industrial:

- Prevé y en lo posible evita accidentes laborales e industriales que afecten las instalaciones de la empresa
- Disminuye las pérdidas ocasionadas por las paradas en los procesos productivos
- Favorece y posibilita recabar toda la documentación en un expediente para cada uno de los equipos.
- Evita en la medida de lo posible riesgos, daños y deterioros irreparables a las estructuras e instalaciones del negocio
- Facilita la apropiada formulación presupuestaria acorde a los requerimientos y necesidades de la organización
- Incrementa la vida útil esperada de los equipos
- Fortalece y aumenta la calidad de la actividad productiva y por ende el producto final.

En cuanto a los Tipos de mantenimiento, es importante considerar lo siguiente:

## **Tipos de mantenimiento.**

### **Mantenimiento de uso**

Es el más básico y consistente en una serie de tareas elementales como tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos.

### **Mantenimiento condicional.**

Es el tipo en el que si se descubren anomalías durante el mantenimiento de uso se programa una intervención, caso contrario no se actúa sobre el equipo.

### **Mantenimiento correctivo.**

Conjunto de tareas destinadas a la corrección del defecto cuando el equipo deja de operar se trata directamente de la reparación de averías.

### **Mantenimiento preventivo.**

Es el que se realiza a intervalos predeterminados con la intención de minimizar la probabilidad de falla o degradación del equipo.

### **Mantenimiento predictivo.**

Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, requiriendo de medios técnicos avanzados, y en ocasiones de un vasto conocimiento matemático, físico y/o técnico.

### **Mantenimiento cero horas.**

Esta revisión consiste en dejar como si el equipo fuera nuevo sustituyendo o reparando todos los elementos sometidos a desgaste.

*Figura 6: Resumen de tipos de mantenimiento.*

*Fuente: (Dumaguila Encalada, 2014).*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

<b>MODELOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>PROGRAMABLE</b>	<b>APLICACIÓN</b>
<p><b>Modelo Correctivo.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mantenimiento en uso.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento correctivo.</i></li> </ul>	No.	Válido para equipos cuyas averías que no suponen ningún problema económico o técnico.
<p><b>Modelo Condicional.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mantenimiento en uso.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento correctivo.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento condicional.</i></li> </ul>	Si.	Válido para equipos de poco uso o si la probabilidad de falla baja.
<p><b>Modelo sistemático.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mantenimiento en uso.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento correctivo.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento condicional.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento preventivo.</i></li> </ul>	Si.	En equipos que no funcionan las 24 horas del día y existen épocas que permanecen parados, y cuando lo hacen requieren de una alta fiabilidad.
<p><b>Mantenimiento de alta disponibilidad.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mantenimiento en uso.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento correctivo.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento condicional.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento preventivo.</i></li> <li>• <i>Mantenimiento cero horas.</i></li> </ul>	Si.	Para equipos cuyo funcionamiento es mayor que el 90%.

**Figura 7: Modelos de mantenimiento.**

**Fuente:** (Dumaguila Encalada, 2014).

**Elaborado por.** Alarcón & D. Romero.

En la planificación del mantenimiento también debe considerarse dos aspectos importantes que afectan a algunos equipos en particular como es el mantenimiento legal y el mantenimiento subcontratado a un especialista. Las tareas que se adicionen como tareas correspondientes al mantenimiento legal o subcontratado deben incorporarse al plan de mantenimiento del equipo sin importar el modelo que se decida aplicar.

En este estado del arte es importante considerar conceptualmente al mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento surge como una estrategia en los años de la década de 1930 y convencional y habitualmente fue utilizado en los

procesos productivos por el desconocimiento de las fallas de los equipos.

Es un mantenimiento se caracteriza porque no planificarse, y generalmente se ejecuta una vez ocurrida la falla o desperfecto del equipo, otra particularidad del mismo es su elevado costo por la no disponibilidad de los repuestos, las paradas de la producción y posibles daños colaterales a las instalaciones. Por consiguiente, el mantenimiento correctivo se basa en la ocurrencia por la emergencia planteada por las fallas, averías, desperfectos y otros siniestros sufridos por los equipos (Enriquez & Márquez, 2019).

A este respecto, solo puede lograrse una efectiva reparación efectiva a través del mantenimiento correctivo, solamente si el equipo no se encuentra en operación o funcionamiento, pero si ocurre lo contrario, cada momento o tiempo que transcurra en la reparación, significa pérdidas tanto para la planta como para la calidad y oportunidad de la entrega de los productos finales.

Este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento “a rotura” (breakdown manténganse), solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo (Gómez De León, 1998).

A pesar de que por su definición pueda parecer una actitud despreocupada de atención a los equipos, lo cierto es que este tipo de mantenimiento es el único que se practica en una gran cantidad de industrias, y en muchas ocasiones esto está plenamente justificado, especialmente en aquellos casos en los que existe un bajo coste de los componentes afectados, y donde los equipos son de naturaleza auxiliar y no directamente relacionados con la producción (Gómez De León, 1998).

En otro caso, el fallo de los equipos no supone la interrupción de la producción, ni siquiera afecta a la capacidad productiva de forma instantánea, las reparaciones pueden ser llevadas a cabo sin perjuicio de esta. En estos casos, el coste derivado de la aparición de un fallo imprevisto en el equipo es, sin lugar a dudas, inferior a la inversión necesaria para poner en práctica otro tipo de mantenimiento más complejo (Gómez De León, 1998).

En este sentido conviene indicar que, incluso en aquellas instalaciones industriales que disponen de sofisticados planes de mantenimiento, existe generalmente un porcentaje de equipos en los que se realiza exclusivamente este tipo de mantenimiento (Gómez De León, 1998).

Esta filosofía de mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática, por cuanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas. En el mejor de los casos puede conjugarse con un entrenamiento básico de los equipos (limpieza y engrase generalmente) y con una cierta prevención de elementos de repuesto, especialmente aquellos que sistemáticamente deben ser sustituidos. Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados, entre los que deben citarse: (Gómez De León, 1998).

- Las averías, al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa (Gómez De León, 1998).
- Las averías son siempre -en mayor medida- inoportunas, por lo que la reparación de los equipos averiados puede llevar más tiempo del previsto, ya sea por ausencia del personal necesario para su reparación, o ya sea por falta de los repuestos necesarios (Gómez De León, 1998).

- Por tratarse de averías inesperadas, el fallo podría venir acompañado de algún siniestro, lo que obviamente puede tener consecuencias muy negativas para la seguridad del personal o de las instalaciones (Gómez De León, 1998).

Las Ventajas del mantenimiento correctivo.

- No genera gastos(Guerrero, 2018).
- No se hace necesario planificar ninguna actividad previa(Guerrero-Pérez, 2018).
- La inversión económica se efectúa únicamente en el momento en el que es necesario reparar la avería(Guerrero, 2018).
- En cuanto a las desventajas del mantenimiento correctivo, se consideran las siguientes.
- La fiabilidad y funcionamiento de la instalación se vuelve impredecible, ya que no se puede predecir la aparición de una avería(Guerrero Pérez, 2018).
- No se puede diagnosticar correctamente la naturaleza de una avería(Guerrero, 2018).
- Las averías y comportamientos anómalos de la instalación ponen en riesgo tanto a la integridad de la propia instalación como la de las personas o el medioambiente debido a los posibles accidentes que se pueden derivar de las fallas(Guerrero, 2018).
- Una falla de pequeñas dimensiones no prevenida, ocasiona con el tiempo

fallas mayores en otros componentes del equipo, ocasionando reparaciones mayores (Apablaza Solis & Flores Gutiérrez , 2017).

- La experiencia indica que a pesar de que la gestión de mantenimiento de la empresa no esté fundamentada en la corrección, este tipo de mantenimiento no se puede evitar, porque resulta imposible evitar alguna falla o siniestro de origen humano en la operatividad del equipo en un determinado momento.
- Generalmente, el o los repuestos demandados en un mantenimiento correctivo no se encuentra disponible en los almacenes de repuestos de la empresa, debido a los elevados costos que puedan incurrirse al intentar tener una disponibilidad total de las partes que son factibles que fallen (Apablaza Solis & Flores Gutiérrez , 2017).
- Si la falla coincide u ocurre en circunstancias donde no pueda detenerse la actividad productiva, se incurre en trabajos con altas condiciones inseguras para los trabajadores (Apablaza Solis & Flores Gutiérrez , 2017).

Otro tipo de mantenimiento es el Mantenimiento predictivo. Este tipo de mantenimiento surge cerca del año 2000, concibiéndose como el conjunto de actividades de mantenimiento, fundamentadas en las condiciones y características técnicas de un equipo con la finalidad de prever la contingencia de fallas. Requiere de una planificación y sistematización periódica, considerando las especificaciones y observaciones técnicas del fabricante y las estadísticas cronológicas de fallas de los equipos. Este mantenimiento se define como un proceso que no solo demanda aspectos tecnológicos sino también de las competencias y destrezas del talento humano utilizando combinadamente toda la data disponible del diagnóstico y desempeño,

informes de mantenimiento, observaciones de los operadores y la información del diseño para poder tomar las decisiones convenientes y oportunas sobre las exigencias de mantenimiento de los equipos (García Sierra, Cárcel Carrasco, & Mendoza Valencia, 2019).

El mantenimiento predictivo es aquel que se realiza luego de hacer un seguimiento a algunas de las más importantes variables en los equipos. Estas variables son medidas en intervalos de tiempo definidos para poder pronosticar la falla del equipo y realizar el mantenimiento antes de que ocurra la parada no programada. Las variables más comunes a analizar son: la temperatura, presión, la cantidad de partículas presentes en el aceite usado, el ruido, la vibración, la viscosidad del aceite, ensayos no destructivos con tintes penetrantes o por ultrasonido, etc. (Chang Nieto, 2008).

El mantenimiento predictivo ayuda a ahorrar energía, mejora la productividad, reduce la cantidad de los trabajos de mantenimiento y ayuda a que dichos trabajos se realicen con mayor rapidez y mayor facilidad (Chang Nieto, 2008).

Los beneficios en la prolongación de la vida útil del equipo mediante el mantenimiento predictivo también muestran una ventaja significativa debido a que reduce el período de recambio de los mismos (Chang Nieto, 2008).

Las siguientes pueden ser consideradas como ventajas del mantenimiento predictivo.

- Las fallas, al ser detectadas en sus fases más tempranas se pueden planear con suficiente antelación las acciones correctivas (reparaciones) más oportunas mediante paros programados con el fin de garantizar una buena calidad en la reparación, así como, minimizar el efecto negativo de esta

produce en la producción (Jiménez Raya, 2015).

- Permitir seguir la evolución de la avería o falla a lo largo del tiempo, a partir de revisiones periódicas o rutinarias confeccionando un archivo histórico de averías para dicha máquina (Jiménez Raya, 2015).
- Aumenta el rendimiento del personal de mantenimiento, ya que su trabajo consiste en la realización de tareas programadas y no en trabajos imprevistos (Jiménez Raya, 2015).
- Facilita un estudio estadístico del sistema, facilitando los puntos de mejora (Jiménez Raya, 2015).
- Reduce las condiciones de riesgos laborales originados por el deterioro o mal estado de los equipos (García Sierra, Cárcel Carrasco, & Mendoza Valencia, 2019).
- Previene y en lo posible impide daños irreparables en los equipos alargando su vida útil esperada (García Sierra, Cárcel Carrasco, & Mendoza Valencia, 2019).
- Satisfacción de los clientes por el cumplimiento y entrega oportuna de los productos en los lapsos acordados (García Sierra, Cárcel Carrasco, & Mendoza Valencia, 2019).
- Posibilita y simplifica la elaboración del presupuesto de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de la organización.

De acuerdo a Jiménez-Raya (2015).las desventajas del mantenimiento predictivo son:

- Es necesario una mayor formación del equipo de mantenimiento.
- Alto coste de los elementos de instrumentación.
- Puede existir averías no detectadas por el programa de vigilancia predictiva, ya que no se pueden monitorizar todos los parámetros.

Otro tipo de Mantenimiento es el Mantenimiento hard time o cero horas. Este tipo de mantenimiento también es conocido como overhaul, revisión mayor o cero horas, que consiste en el grupo de trabajos realizados tras un lapso de operación del equipo, su finalidad radica en devolver y/o reponer al equipo examinado a su estado original en la medida de lo posible, como cuando aún no tenía ninguna hora de funcionamiento(Renove Tecnología S.L, 2019).

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo(Renove Tecnología S.L, 2019).

En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano(Renove Tecnología S.L, 2019).

Otra concepción del mantenimiento es el Mantenimiento en uso. Es el mantenimiento básico de un equipo efectuado por los usuarios del mismo. Radica en una serie de actividades fundamentales (recolección de datos, reconocimientos visuales, limpieza, lubricación y reapriete de tornillos) para las que no es necesario una

gran formación, sino solo un entrenamiento transitorio. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total)(Renove Tecnología S.L, 2019).

Una consideración especial de las tendencias actuales del mantenimiento es el denominado Mantenimiento productivo total (TPM).El TPM nace a partir del mantenimiento preventivo que es llevado a Japón en los años cincuenta, donde posteriormente evoluciona al mantenimiento productivo que involucraba aparte de los aspectos del mantenimiento preventivo, elementos propios como la fiabilidad y la mantenibilidad, ya en los años setenta evoluciona a lo que se conoce como Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés), el cual abarca todos los anteriores e innova con el mantenimiento autónomo. La mejora continua integrando todos los niveles de la empresa, para lograr una gestión más global y productiva ( Leitón Moya, 2015).

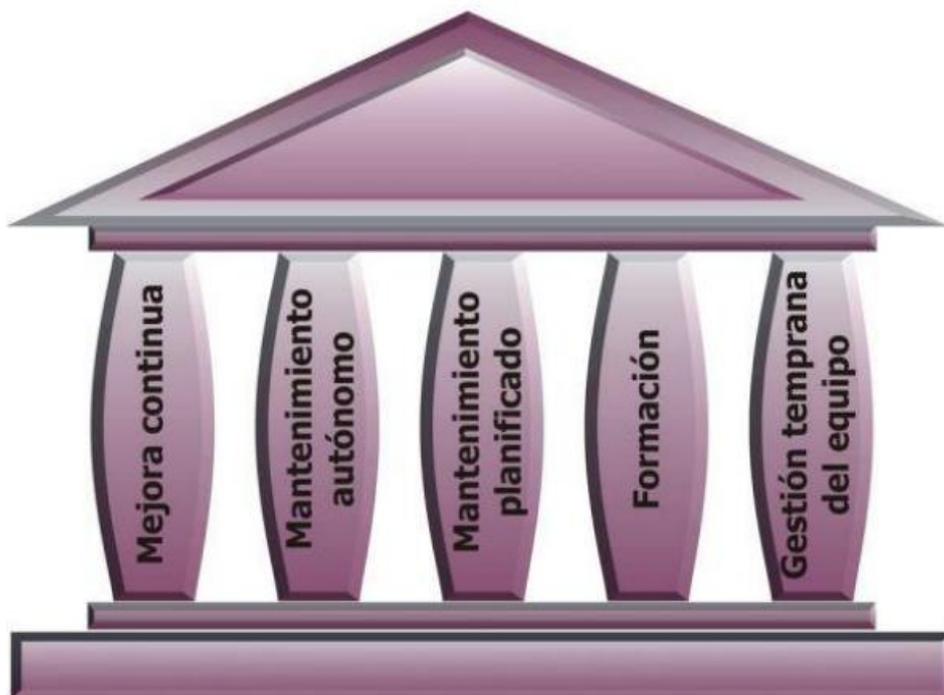
Es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera entorno al mantenimiento, pero alcanza y enfatiza otros aspectos como lo son: Participación de todo el personal de la planta, Eficiencia Total, Sistema Total de gestión de mantenimiento de equipos desde diseño hasta corrección, y prevención ( Leitón Moya, 2015).

En este sentido, todo lo relacionado con cuestiones de mantenimiento no solo involucra a los técnicos o ingenieros en la especialidad, también implica a los operarios y jefes de producción, por medio de dos de los pilares del TPM, como es el mantenimiento autónomo y la filosofía de 5 S ( Leitón Moya, 2015).

Un sistema total de gestión de mantenimiento hace referencia a un diseño robusto, pero debe planificarse orientado a ser accesible a mantenimiento. Sin importar

que tan buena sea la gestión, es inevitable que ocurran fallas inesperadas, a las que se les debe aplicar mantenimiento correctivo con el fin de que este tipo de gestión sea eficaz, dicho mantenimiento debe quedar registrado y documentado, así como los recambios que se efectúen en los equipos que produzcan paros inesperados ( Leitón Moya, 2015).

El TPM está basado en pilares que son fundamentales para lograr la gestión del mantenimiento de los equipos, los cuales se pueden apreciar en la siguiente figura: la mejora continua, el mantenimiento autónomo, el mantenimiento preventivo o planificado, la formación y la gestión temprana de los equipos ( Leitón Moya, 2015).



**Figura 8: Pilares del mantenimiento productivo total TPM**

*Fuente: ( Leitón Moya, 2015).*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

Otro tipo de Mantenimiento es el Autónomo. El mantenimiento autónomo involucra aspectos de mantenimiento al personal de producción, con el fin de que

realice actividades que aumenten la vida útil de los equipos, estas actividades sencillas incluyen limpieza, lubricación y pequeños ajustes ( Leitón Moya, 2015).

La filosofía de 5 S está directamente relacionada con lo que es el mantenimiento autónomo, ya que esta comprende puntos como organización, clasificación, limpieza, estandarización y disciplina ( Leitón Moya, 2015).

### **2.2.3. Mantenimiento industrial.**

Es la agrupación de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de detectar, corregir o prevenir los problemas ocasionados por las fallas potenciales de las funciones de una maquina o equipo a fin de asegurar que una instalación, sistema industrial, una maquina u otro activo fijo continúe realizando las funciones para las que fueron creadas manteniendo la capacidad y la calidad especificados. Hoy en día el mantenimiento industrial tiene un gran apogeo, y que además no solo involucra al grupo operacional de mantenimiento sino también a toda la organización ya que es una de las áreas primordiales para mantener y mejorar la productividad, teniendo en cuenta que el mantenimiento incide en la calidad y cuantía de la producción (Cansino Flores, 2015).

#### ***2.2.3.1. Mantenimiento planificado o preventivo.***

El mantenimiento preventivo se aplica fundamentalmente para impedir, mediante la adecuada planificación y programación de las intervenciones periódicas que se harán, las fallas previstas en equipos, sistemas e instalaciones, que transforman ya sea el proceso productivo o el desempeño normal del elemento dañado. Este tipo de mantenimiento, a diferencia del correctivo, tiende a conservar en las mejores condiciones las instalaciones, los equipos, los sistemas, la maquinaria, y cualquier otro

elemento que esté sometido a él (Alban Salazar, 2017).

La finalidad del mantenimiento preventivo es sostener un horizonte de servicio específico y sistemático en los equipos, proyectando intervenciones de sus sitios o aspectos más vulnerables en un marco de oportunidad, se caracteriza porque se implementa aun cuando el equipo no presente ningún síntoma o problema.

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones planificadas y programadas de los posibles puntos a fallas. Una buena organización de mantenimiento que aplica el sistema preventivo obtiene los siguientes beneficios: (Alban Salazar, 2017).

- Seguridad: Las obras instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad, puesto que, se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento u operación (Alban Salazar, 2017).
- Vida útil: una instalación sujeta a mantenimiento preventivo tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo (Alban Salazar, 2017).
- Costo de reparaciones: Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo en lugar del correctivo (Alban Salazar, 2017).
- Inventarios: Es posible reducir el costo de inventarios empleando el sistema de mantenimiento preventivo, puesto que, se determina en forma más precisa los materiales de mayor consumo y que se puede prever su uso en

el tiempo (Alban Salazar, 2017).

- Carga de trabajo: La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo, puesto que, se puede reducir al minimizar las emergencias (Alban Salazar, 2017).
- Aplicabilidad: Mientras más complejas sean las instalaciones y más confiabilidad se requiera, mayor será la necesidad del mantenimiento preventivo (Alban Salazar, 2017).

#### ***2.2.3.1.1. Ventajas del mantenimiento planificado o preventivo.***

(PALENCIA, 2011) “Cualquier programa de Mantenimiento preventivo bien proyectado, que sea convenientemente aplicado, proporciona beneficios que sobrepasan los costos” afirmando que su implementación ofrece varias ventajas: (Tumbaco Pibaque, 2017).

- Reducción de paradas imprevistas de los equipos (Tumbaco Pibaque, 2017).
- Reparaciones a gran escala y mantenimientos repetitivos, presentes con menor frecuencia, obteniendo así menor carga de trabajo (Tumbaco Pibaque, 2017).
- Reducción de inversión capital, debido a que la necesidad de operaciones continúa hacia los equipos será inferior (Tumbaco Pibaque, 2017).
- Lograr un mejor control del personal, materiales y equipos (Tumbaco Pibaque, 2017).

- Disminución de costos por concepto de horas extraordinarias, originados por reparaciones imprevistas (Tumbaco Pibaque, 2017).
- Mejores condiciones de seguridad para operadores y maquinaria (Tumbaco Pibaque, 2017).
- Disminuye ocurrencias de productos rechazados, desperdicios y mejor control de calidad debido a la correcta adaptación del equipo (Tumbaco Pibaque, 2017).
- Aplazamiento de grandes desembolsos por reemplazos prematuros, debido a la conservación de activos y al incremento de su vida útil (Tumbaco Pibaque, 2017).

#### **2.2.4. Gestión de mantenimiento preventivo.**

La gestión de mantenimiento preventivo consiste en una programación de actividades para conservar el equipo en condiciones óptimas de operación. Estas actividades se basan en el control de las partes críticas del equipo cuando aún no se presentan fallas, considerándose como factores: vida útil, esfuerzo, potencia y algunas características específicas del equipo, que permiten establecer una frecuencia para las tareas de mantenimiento, dando como resultado una disminución de costos, un aumento de la vida útil del equipo, seguridad a los trabajadores y mejora la calidad del producto (Dumaguala Encalada, 2014).

También se considera como mantenimiento preventivo al engrase, cambio de aceites, limpieza y sustitución de repuestos vitales del equipo, aunque se lo conozca como mantenimiento rutinario (Dumaguala Encalada, 2014).

La finalidad de mantenimiento preventivo es asegurar la disponibilidad de los equipos e instalaciones industriales disminuyendo las reparaciones mediante una rutina de inspección periódica y la renovación de los elementos deteriorados con la ventaja de uniformidad en la carga de trabajo al personal de mantenimiento debido a un programa de actividades (Dumagualla Encalada, 2014).

El mantenimiento preventivo presenta el inconveniente de aumentar el coste al acortar la frecuencia de inspecciones, pues durante las inspecciones se produce al desmontaje del equipo que implica un tiempo y esto a su vez genera un costo y si el equipo se encuentra en buen estado se trataría de un gasto innecesario. La sustitución periódica de elementos también afecta el costo y puede que estos elementos no estén en mal estado aún. Al aumentar las frecuencias en cambio se corre el riesgo de la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas. En consecuencia, el éxito de este mantenimiento depende de una correcta elección de la frecuencia. El equilibrio se encuentra entre el coste procedente de las inspecciones y el coste derivado de las averías imprevistas, pero es difícil predecir una avería y obtener su costo, por lo que la frecuencia se suele ajustar en función de la propia experiencia (Dumagualla Encalada, 2014).

#### **2.2.5. Fuentes para la elaboración del plan de mantenimiento.**

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo está sujeto a dos fuentes principales: (Dumagualla Encalada, 2014).

- Las especificaciones del fabricante dado por el manual del usuario en donde se encuentra las condiciones óptimas de operación, vida útil y la capacidad de operación del equipo, también indica las partes críticas que requieren de mantenimiento, actividades de mantenimiento y frecuencias,

sin embargo, pueden ser tareas de mantenimiento básico e incompletas y sus frecuencias están basadas en condiciones de trabajo para la industria (Dumagualla Encalada, 2014).

- La experiencia dado por el historial del equipo, en donde se encuentran documentados los modelos de fallos, con base a esta información se puede determinar las partes críticas y las frecuencias para las tareas de mantenimiento (Dumagualla Encalada, 2014).

En conclusiones se debe analizar condiciones reales de operación y ajustarse a las especificaciones del fabricante (Dumagualla Encalada, 2014).

#### **2.2.6. Alcance del mantenimiento preventivo.**

El alcance del mantenimiento preventivo cubre maquinaria y áreas que se pueden malograr por el uso o el paso del tiempo como: (Dumagualla Encalada, 2014).

- Locales o construcciones civiles, pisos, paredes, puertas, ventanas, escaleras, señales y carteles, servicios higiénicos, locales de descanso y pintura (Dumagualla Encalada, 2014).
- Instalaciones eléctricas, transformadores, tomas de corriente, dispositivos de protección, iluminación, ventilación, distribución de aire, agua o combustible, instalaciones contraincendios, puentes grúa y ascensores (Dumagualla Encalada, 2014).
- Maquinaria y equipos usados para la producción (Dumagualla Encalada, 2014).
- Vehículos (Dumagualla Encalada, 2014).

### **2.2.7. Etapas del mantenimiento preventivo.**

De acuerdo a Dumaguala-Encalada (2014), la planificación del mantenimiento preventivo, es una tarea meticulosa que requiere del estudio de cada uno de los equipos y de sus componentes, para así fijar la atención en el componente crítico y se lo realiza por fases para facilitar la planificación.

- I. Inventario técnico de los equipos con la especificación de sus características. En esta fase también se reúne todos los manuales, fichas técnicas, planos y esquemas de los diferentes equipos
- II. Estructuración de los planes y cronogramas de mantenimiento
- III. Implementación del plan de mantenimiento. En esta fase se documenta los registros de reparaciones, repuestos y costos que ayuden al control de plan de mantenimiento.

### **2.2.8. Indicadores de gestión para mantenimiento.**

Considerando que el primer objetivo de trabajo, del área de mantenimiento, es el de propiciar el logro de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción. Para poder establecer estos factores de efectividad de mantenimiento, deberá ir Acompañada de otros factores (índices secundarios), que permitan evaluar, analizar y pronosticar su comportamiento. Los indicadores, permitirá medir de forma técnica, y mediante costos, la efectividad del mantenimiento (Osorio & Roy , 2016).

#### **a) Disponibilidad.**

Es la probabilidad de que el equipo esté operando satisfactoriamente en el

momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, tiempo activo de reparación, tiempo inactivo, tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), tiempo administrativo y tiempo logístico (Osorio & Roy , 2016).

La disponibilidad es una medida importante y útil en casos en que el usuario debe tomar decisiones para elegir un equipo entre varias alternativas. Para tomar una decisión objetiva con respecto a la adquisición del nuevo equipo, es necesario utilizar información que abarque todas las características relacionadas, entre ellas la disponibilidad, que es una medida que suministra una imagen más completa sobre el perfil de funcionalidad (Osorio & Roy , 2016).

La disponibilidad está basada únicamente en la distribución de fallas y la distribución de tiempo de reparación. Esta puede ser además usada como un parámetro para el diseño (Osorio & Roy , 2016).

### **Disponibilidad:**

$$D = \frac{HP - \sum(\text{Mantenimiento} + \text{Rep.} + \text{Fallas})}{HP} \cdot 100\% \dots\dots\dots(1)$$

*Fuente: (Osorio & Roy , 2016).*

### **Dónde:**

HP = Horas programadas.

### **Tipos de disponibilidad.**

- **Disponibilidad inherente (Ai):** Es el nivel esperado de disponibilidad debido al comportamiento del mantenimiento correctivo únicamente. Está

determinada por el diseño del equipo. Asume que los repuestos y personal están 100 por ciento disponibles sin retraso alguno (Osorio & Roy , 2016).

- **Disponibilidad alcanzable (Aa):** Es el nivel esperado de disponibilidad debido al comportamiento del mantenimiento correctivo y preventivo. Depende del diseño del equipo y de la planta. También asume que los repuestos y personal están 100 por ciento disponibles sin retraso alguno (Osorio & Roy , 2016).
- **Disponibilidad operacional (Ao):** Es el fundamento de la disponibilidad. Este es el valor real de la disponibilidad obtenido en la operación diaria de la planta. Este valor refleja el nivel de recursos del mantenimiento de la planta, así como la efectividad organizacional (Osorio & Roy , 2016).

**b) Concepto de fiabilidad.**

Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para lo que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que se denomina la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina. El tiempo promedio entre falla mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio (Osorio & Roy , 2016).

**Tiempo promedio entre fallas:**

$$TPEF = HROP \sum NTFALL... .. (2)$$

*Fuente: (Osorio & Roy , 2016).*

**Dónde:**

HROP = Horas de operación.

NTFALLAS=Número de fallas detectadas.

**c) Concepto de mantenibilidad.**

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinado. Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo (Osorio & Roy , 2016).

**Tiempo promedio para reparar:**

$$TPRR = TTF \sum NTFALLAS \dots \dots \dots (3)$$

*Fuente: (Osorio & Roy , 2016).*

**Dónde:**

TTF = Tiempo Total de Fallas.

NTFALLAS =Número de fallas detectadas.

El tiempo promedio para reparación se relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallas detectadas, en el periodo observado. La relación existente entre el Tiempo Promedio Entre Fallas debe estar asociada con el cálculo del Tiempo Promedio Para la Reparación (Osorio & Roy , 2016).

**d) Relación entre disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.**

Para aumentar la producción en una planta, es indispensable que las tres disciplinas disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad se relacionen entre sí, de tal manera que: Si se quiere aumentar la disponibilidad en una planta, sistema o equipo,

se debe: Aumentar la confiabilidad, expresada por el TMEF. Reducir el tiempo empleado en la reparación, expresado por el TMEF. Aumentar el TMEF y reducir el TMPR simultáneamente. Como la tasa de fallas expresa la relación entre el número de fallas y el tiempo total de operación del sistema o equipo, se puede expresar el TMEF como el inverso de la tasa de fallas  $\lambda$ , así que: (Osorio & Roy , 2016).

$$TMEF = \frac{1}{\lambda} \dots \dots \dots (4)$$

*Fuente: (Osorio & Roy , 2016).*

Análogamente a la definición de la tasa de fallas, es también definida la tasa de reparaciones  $\mu$ , por:

$$u = \frac{\text{Número de reparaciones indicadas}}{\text{Tiempo total de reparación de la unidad}} \dots \dots \dots (5)$$

*Fuente: (Osorio & Roy , 2016).*

Consecuentemente, el TMPR se puede definir también como el inverso de la tasa de reparaciones, así:

$$TMEF = \frac{1}{u} \dots \dots \dots (6)$$

*Fuente: (Osorio & Roy , 2016).*

La metodología para la implementación de cualquier tipo de mantenimiento comprenderá forzosamente:

- Análisis de todas las condiciones de trabajo, organización y funcionamiento relacionadas tanto con el proceso industrial como del equipo.
- Diseñar una planificación coherente del mantenimiento de los equipos

acorde a su operatividad y funcionalidad de los procesos donde intervienen.

- Recabar toda la información disponible para diseñar los diferentes procedimientos, expedientes de los equipos, instructivos que demanden las circunstancias.
- Diseñar un manual de las funciones de los distintos puestos de trabajo consistente con los equipos que utilizan.
- Identificar todos los factores de riesgo inherentes al uso de los equipos.

### **2.2.9. Definición de plan de mantenimiento preventivo.**

Un plan de mantenimiento puede definirse como es la serie de tareas y acciones preventivas a cumplir en una empresa productiva con la finalidad estratégica de lograr con efectividad en términos de oportunidad, disponibilidad, seguridad, calidad y costos con el propósito de incrementar máximamente la vida útil de los equipos. Hay por lo menos tres modos de preparar un plan de mantenimiento preventivo, en otras palabras, de establecer el grupo de labores preventivas para implementar en la empresa, basadas en las especificaciones, condiciones y sugerencias técnicas de los fabricantes, y fundamentados en los protocolos que genéricamente se consideran en un análisis de ocurrencia de fallos potenciales (Ocampo Márquez, 2020).

Conjuntamente a estos tres modos de existen múltiples formas fusionadas para preparar el plan, sustentándolo paulatinamente en disposiciones y recomendaciones de los fabricantes, perfeccionándolo en lo posible con los protocolos genéricos y finalmente añadiendo instrucciones procedentes de las posibles fallas generadas por los análisis efectuados.

La confianza, seguridad y disponibilidad de una organización para la elaboración de un plan preventivo de mantenimiento dependerá tanto del diseño y calidad de su infraestructura física; beneficios esperados del mantenimiento; costos relacionados con el mantenimiento; argumentos en la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo (Ocampo Márquez, 2020).

Para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, una empresa debe considerar las siguientes etapas iniciales y necesarias del mismo de acuerdo a lo formulado por Ocampo Márquez, (2020):

- Efectuar un diagnóstico global de las condiciones de calidad de la infraestructura física de la organización
- Establecer los requerimientos de mantenimiento preventivo de cada equipo
- Desplegar un escenario y una plataforma tecnológica de mantenimiento
- Efectuar una evaluación de la criticidad tanto de los equipos como de la infraestructura de la empresa.
- Formular los diferentes procedimientos para recabar la información para el cálculo de indicadores de confiabilidad
- Plantear un cronograma de planificación y proyectar metódicamente el plan de mantenimiento preventivo
- Escoger a los responsables
- Seleccionar el tipo de mantenimiento a ejecutar y planificarlo

En cuanto a la calidad de la infraestructura de la empresa, que debe ser

considerada antes de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo de los equipos, Ocampo-Márquez, (2020) plantea que debe mejorarse u optimizarse las siguientes instalaciones para que no incidan en el funcionamiento óptimo y la vida útil de los equipos, en tal sentido se numeran las instalaciones a mejorarse:

- Instalaciones:
  - Eléctricas.
  - De iluminación.
  - Hidrosanitarias.
  - De gas.
- Instalaciones y estructura de telecomunicaciones.
- Cubiertas e impermeabilización.
- Carpintería.
- Pinturas.
- Revestimientos.
- Áreas exteriores.
- Instalaciones y equipos de emergencia.

## **CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO.**

A continuación, se presenta la metodología en base a la cual ha sido desarrollado el presente proyecto de investigación y propuesta, como base para sustentar la misma. La metodología permite la aplicación de una serie de procesos ordenados, críticos y prácticos que se emplean en el estudio de un problema, una necesidad o una oportunidad de mejora (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2014).

### **3.1 Enfoque de la investigación.**

Lo que se busca a través de la presente investigación es recopilar la información necesaria que permita establecer los requerimientos y necesidades para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para el equipamiento de la empresa. El enfoque es propositivo pues procura proponer y determinar a través del análisis técnico y bibliográfico, las condiciones actuales tanto de la infraestructura como del rendimiento de los equipos a fin de proponer un plan de mantenimiento preventivo con miras a la mejora del rendimiento global de la empresa y el cumplimiento óptimo de los escenarios de la vida útil de los activos operativos.

### **3.2 Tipo de investigación.**

El tipo de investigación desarrollado es principalmente documental, descriptivo en el marco de un proyecto factible apoyada en una investigación de campo, pues está sustentado en la información bibliográfica tanto de los fundamentos del mantenimiento preventivo y sus características, así como de la información sobre el equipamiento.

Como investigación descriptiva, caracteriza un hecho, fenómeno, circunstancia con el objetivo de conocer tanto su estructura como su comportamiento (Arias, 2016), y como proyecto factible, pretende elaborar y plantear una propuesta viable para solventar tanto problemas o necesidades de la empresa objeto de estudio, refiriéndose a la formulación de procedimientos, programas y estructuras requeridas para su implementación (Pérez Leal, 2017).

Como investigación de campo, recaba todos los datos e información directamente de los sucesos o circunstancias investigadas, en otras palabras, donde ocurren los acontecimientos, sin alterar o manipular/controlar ninguna de las variables, por tanto el investigador recolecta la información pero no cambia las condiciones pre-existentes (Arias, 2016).

La propuesta considera tanto información secundaria obtenida internamente en la empresa, dentro de la cual se encuentra el “Informe de avalúo de equipos y maquinaria de Nutrifishing S.A. 2019”, así como del levantamiento de información de los equipos y sus características, donde se integran cada una de sus características.

### **3.3 Metodología de la investigación.**

A efectos de poder elaborar el plan de mantenimiento preventivo para la empresa Nutrifishing S.A., ubicada en la ciudad de Santa Elena se plantean los siguientes pasos metodológicos:

- Efectuar un diagnóstico situacional y de manera global de las condiciones de calidad de todas las infraestructuras físicas de Nutrifishing S.A.
- Precisar las necesidades y requerimientos de mantenimiento preventivo

que mejor se adecuen a cada equipo de la empresa

- Crear y/o desarrollar la plataforma estratégica de mantenimiento de la organización
- Efectuar un análisis de la criticidad de los diferentes equipos e infraestructuras para priorizar los procesos con sus respectivos procedimientos de mantenimiento preventivo
- Formular y diseñar el procedimiento para recolectar la información que favorezca o posibilite el cálculo de los indicadores de confiabilidad
- Preparar el cronograma de la planificación que permita la organización y programación del mantenimiento preventivo para cada equipo

Para ello será fundamental la determinación o realización del inventario técnico de equipos que contenga la siguiente información a fin de preparar el expediente correspondiente:

- Área de ubicación.
- Identificación del Equipo utilizado.
- Especificaciones y características técnicas.
- Fecha de adquisición.
- Costo del equipo.
- Vida útil estimada.
- Tiempo de servicio.

- Depreciación acumulada.
- Mantenimientos realizados.

Adicionalmente a la recopilación de información secundaria y la base teórica acerca del mantenimiento de equipo y maquinaria, se ha considerado como base para algunas fases de la propuesta, las recomendaciones de las mejores prácticas del PMI, indicadas en el PMBOK (Project Management Institute, Inc., 2017).

### 3.4 Instrumentos de la investigación.

A efectos de recolectar la información de la presente investigación, se utilizarán los siguientes instrumentos:

Elaboración de un formato electrónico con la correspondiente información del equipo.

**Tabla 2. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en la institución de formación y capacitación – IFC.**

Identificación y especificaciones técnicas del Equipo	
Denominación del equipo:	
Dependencia de ubicación del equipo:	
Marca:	
Modelo:	
Serie:	
Serial:	
Datos del Proveedor	
Fabricante y Lugar de origen:	
Fecha de adquisición:	
Denominación social del proveedor:	
Dirección:	
Datos de contacto: Teléfono	
Datos de contacto: e-mail	
Sugerencias de mantenimiento del Proveedor:	
Características metrológicas del equipo	
Medición a efectuar:	
Exactitud:	

Frecuencias de la calibración:						
Frecuencia de Verificación:						
Garantía: Si:      No:						
Control de actividades						
Periodo:	C	V	M	Descripción	Responsable	
C: Calibración; V: Verificación; M: Mantenimiento						
Fecha	Tipo de Mantenimiento		Descripción del Problema	Solución	Responsable del mantenimiento	Responsable de Verificación:
	C	P				
C:Correctivo; P: Preventivo						

*Fuente: Elaborado con respaldo de DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA INSTITUCIÓN DE FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN - IFC (Ocampo Márquez, 2020).*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

- Observación de las condiciones de los equipos, para las cuales se elaborará una lista de chequeo o Check List, la cual permitirá registrar los aspectos resaltantes que el investigador considere necesario en cuanto a la valoración técnica y física de las condiciones actuales del equipo objeto de estudio.
- Solicitud a la unidad correspondiente de un listado de los equipos de cada dependencia
- Levantamiento de un inventario físico para compararlo con el listado suministrado por la unidad responsable de esta información en la empresa

### 3.5 Fuentes.

La fuente de la información provendrá de la misma empresa, especialmente de la instancia que lleva el registro de la información de los equipos y su respectivo mantenimiento. En cuanto a la información documental, la misma será producto de la revisión de la literatura especializada ubicada en fuentes confiables y rigurosas de la

red como por ejemplo Repositorios digitales de universidades nacionales e internacionales, así como de centros de investigación, de páginas oficiales de institutos de tecnología en el área de mantenimiento, así como de libros de texto.

### **3.6 Técnicas de análisis de datos.**

El objetivo del análisis de los datos es esquematizar las observaciones, datos y las diferentes informaciones obtenidas durante el transcurso de la investigación para dar respuesta a las necesidades, interrogantes y objetivos del presente estudio, por ello los datos recabados se analizarán de acuerdo a las diferentes fases de la investigación como la revisión de la literatura, la recolección de la data de los equipos suministrada por la empresa, el inventario levantado, el expediente creado para cada equipo y las observaciones de las condiciones de los equipos al momento de efectuarse la misma a través del check list.

### **3.7 Propósitos.**

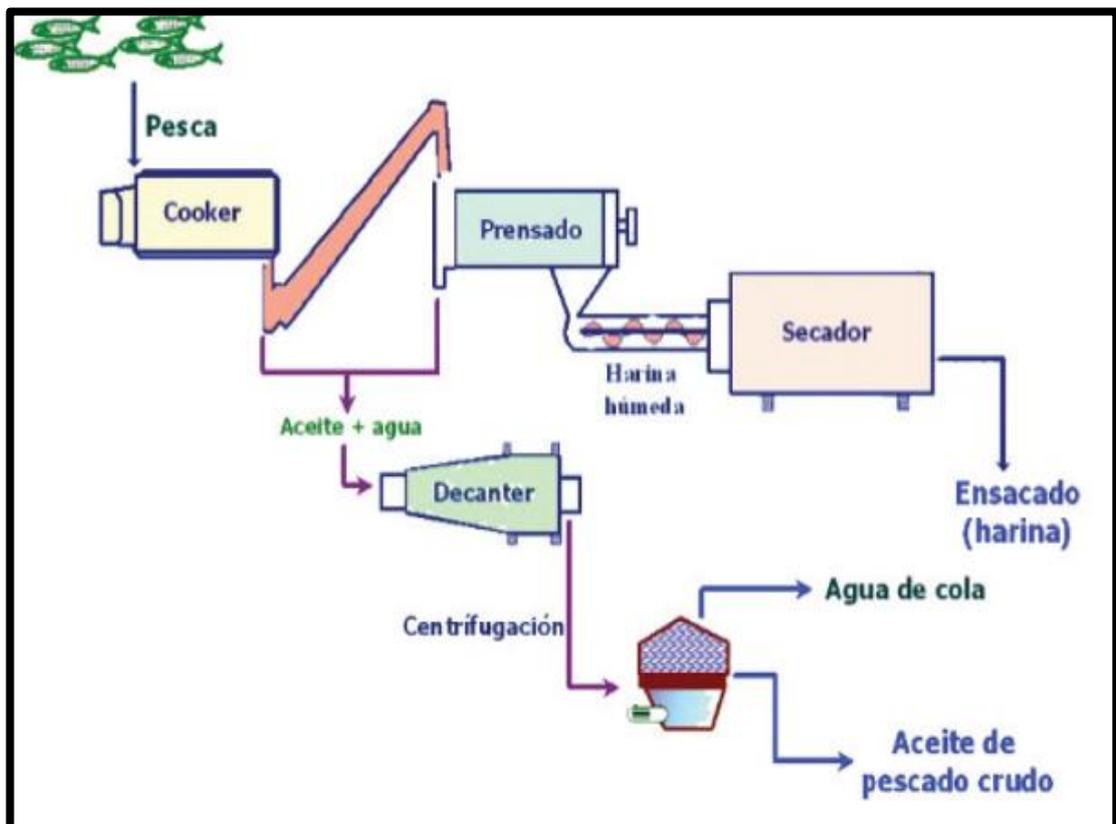
El propósito de la investigación consiste en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para todos los equipos de la empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado Nutrifishing S.A., ubicada en la ciudad de Santa Elena

## CAPITULO 4: RESULTADOS Y PROPUESTA.

El inventario levantado de los equipos y maquinarias de la empresa Nutrifishing S.A., se ha obtenido por la data suministrada por la empresa y verificada por la observación en físico adelantada en la investigación, a continuación, se presentan los listados producto de los levantamientos del inventario de los equipos de la empresa, estos se presentan por las dos dependencias de la organización, la planta de harina de pescado y la planta de agua de cola:

### 4.1. Procedimientos.

Los procesos para la producción de harina de pescado y aceite de la misma materia prima se ilustran en la siguiente figura:



*Figura 9: Procesos de la producción de harina y aceite de pescado.*

*Fuente: (Ocampo Márquez, 2020).*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

Los procesos operativos de la planta procesadora de harina y aceite de pescado se presentan en el apartado 2.1.3, en base a los cuales se determinará los requerimientos que tienen los equipos, inventario que será levantado a continuación:

#### 4.2. Equipos de la planta de harina de pescado.

**Tabla 3. Equipos de la planta de harina de pescado.**

1 Definición:	TRANSPORTADOR DE POZA DE RECEPCION A COCINA	
Estructura:	Acero inoxidable	
Longitud:	7 m.	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.3.1.3	
Procedencia:	Nacional	
Año fabricación	2015	
Valor comercial:	\$ 7.000	
2 Definición:	COCINADOR # 3	
Marca / Modelo:	S / P	
Estructura:	Acero al carbono	
Largo:	8.00m	
Diámetro:	0.61m	
Tipo:	Cilíndrico	
Vapor:	Directo e indirecto	
Capacidad:	10 Ton/hrs.	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.3.2.1	
Procedencia:	Nacional	
Año fabricación	1998	
Valor comercial:	\$ 20.000	
3 Definición:	PRESTAINER (Pre-Prensador o desaguador)	
Estructura:	Acero inoxidable	
Largo:	3.55 metros	
Diámetro:	0.50 metros	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.3.2.2	
Año fabricación	2016	
Valor comercial:	\$ 20.000	
4 Definición:	COCINADOR -#2	
Estructura:	Hierro Negro	
Largo:	7 m.	
Diámetro:	1 m.	
Tipo:	Vapor indirecto	
Vapor:	Directo e indirecto	
Capacidad:	12 Ton/hrs.	
Cantidad:	uno (1)	
Código:	NFS.3.2.3	
Procedencia:	Peru	
Año fabricación	2017	
Valor comercial:	\$ 40.000	

<b>5 Definición:</b>	<b>PRENSA # 2</b>	
Estructura:	S/M	
Tomillos:	Hierro acerado	
Capacidad:	con revestimiento en acero	
Capacidad:	15 Ton/h	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.3.3.1	
Procedencia:	Peru	
Año fabricación:	2016	
Valor comercial:	\$ 35.000	
<b>6 Definición:</b>	<b>SECADOR</b>	
Estructura:	Plancha de acero al carbono	
Capacidad:	10 Ton.	
Longitud:	14,00 ml. aproximadamente	
Diámetro:	1,60m	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.3.4.2	
Año fabricación:	2018	
Valor comercial:	\$ 80.000	
<b>7 Definición:</b>	<b>TRANSPORTADOR DE MOLINO</b>	
Estructura:	Acero inoxidable transportador inoxidable	
Código:	NFS.3.5.1	
Año fabricación:	2017	
Longitud:	Elevador de molino (6 mts. de largo y diámetro 0.30 mts)	
Valor comercial:	\$ 10.000	
<b>8 Definición:</b>	<b>MOLINO</b>	
Estructura:	Hierro Negro doble gmba 60 martillos- hierro negro	
Capacidad:	8tn x hora	
Código:	NFS .3.5.2	
Procedencia:	Nacional	
Año fabricación:	2015	
Valor comercial:	\$ 1.200	
<b>9 Definición:</b>	<b>TANQUE TERMICO DE RESERVORIO LICOR DE PRENSA</b>	
Estructura:	Acero inoxidable	
Tipo:	Rectangular	
Serpentín:	incorporado	
Capacidad:	2.5m3 e/u	
Procedencia:	Nacional	
Cantidad:	3	
Código:	NFS.3.7.1	
Código:	NFS.3.7.2	
Código:	NFS.3.7.5	
Año fabricación:	2015	
Valor comercial:	\$ 18.000	
<b>10 Definición:</b>	<b>CENTRIFUGA</b>	
Estructura:	Acero inoxidable	
Marca:	SHARPLES	
Tipo:	DH2	
Serie:	74PM1147278	
Motor eléctrico:	50 Hp.	
Código:	NFS.3.8.1	
Procedencia:	PERU	
Año fabricación:	2005	
Valor comercial:	\$ 25.000	

<b>11 Definición:</b>	<b>TANQUE CON SERPENTIN TERMICO DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE</b>	
Estructura:	Hierro negro	
Capacidad:	752 galones- 813galones	
Cantidad:	2	
Serpentín:	incorporado	
Código:	NFS.3.8.2	
Código:	NFS.3.8.4	
Año fabricación	2006	
Valor comercial:	\$ 20.000	
<b>12 Definición:</b>	<b>TANQUE CON SERPENTIN TERMICO DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE - DISTRIBUCION</b>	
Estructura:	Hierro negro	
Capacidad:	40 Ton c/u	
Cantidad:	Dos (2)	
Serpentín:	incorporado	
Código:	NFS.3.8.6	
Código:	NFS.3.8.7	
Año fabricación	2017	
Valor comercial:	\$ 30.000	
<b>13 Definición:</b>	<b>CALDERA # 1</b>	
Marca/Modelo/Serie:	s/p	
Tipo:	Piro-tubular Horizontal	
Capacidad:	150 BHP	
Presión de	150 PSI	
Presión de	110 PSI	
Código:	NFS.3.9.1	
Año de	2017	
Valor comercial:	\$ 40.000	
<b>14 Definición:</b>	<b>TANQUE CON AGITADOR Y SERPENTIN DE CONCENTRADO</b>	
Estructura:	Acero inoxidable	
Capacidad:	597 Gln	
Bomba:	Alta temperatura	
Código:	NFS.3.10.1	
Año de	2015	
Valor comercial:	\$ 11.000	
<b>15 Definición:</b>	<b>TANQUE TEMPERATURA - DE AGUA DIARIO</b>	
Estructura:	Hierro Negro	
Tipo:	Cuadrado	
Capacidad:	285 Gl.s.	
Año de	2015	
Código:	NFS.3.13.1	
Valor comercial:	\$ 1.500	
<b>16 Definición:</b>	<b>TANQUE DE BUNKER RESERVORIO (CAMARA DE FUEGO)</b>	
Estructura:	Acero Negro	
Tipo:	Cilíndrico	
Capacidad:	632.27 Gl.s.	
Año de	2006	
Código AP2019:	NFS.3.11.1	
Valor comercial:	\$ 5.000	
<b>17 Definición:</b>	<b>TANQUE ALMACENAMIENTO DE BUNKER</b>	
Estructura:	Hierro negro	
Capacidad:	15 Ton.	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.3.8.5	
Año de	2006	
Valor comercial:	\$ 9.000	

<b>18 Definición:</b>	<b>MONTACARGAS</b>	
Marca:	KOMATSU	
Serie:	58384BA	
Capacidad:	2.5 Ton.	
Número de	4 en línea	
Sistema:	Gas	
Código:	NFS.3.15.1	
Año de	2005	
Valor comercial:	\$ 28.000	
<b>19 Definición:</b>	<b>COINADOR # 1</b>	
Marca / Modelo:	S7 P	
Estructura:	Acero al carbono	
Largo:	8,10mts	
Diámetro:	60cm	
Tipo:	Cilíndrico	
Vapor:	Directo e Indirecto	
Capacidad:	12 Ton/hrs.	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.3.2.4	
Año de	2019	
Procedencia:	Nacional	
Valor comercial:	\$ 35.000	
<b>20 Definición:</b>	<b>TANQUE DE RESERVORIO DE BUNKER CALDERO</b>	
Estructura:	Hierro negro	
Tipo:	Cilíndrico	
Procedencia:	Nacional	
Capacidad:	700galones	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.3.22.1	
Año de	2005	
Valor comercial:	\$ 5.000	
<b>21 Definición:</b>	<b>TRANSPORTADOR DE PRENSA -SECADOR</b>	
Estructura:	Acero inoxidable	
Capacidad:	10tn / hora	
Procedencia:	Nacional	
Cantidad:	1	
Código:	NFS-3.3.2.2	
Año de	2015	
Valor comercial:	\$ 7.000	
<b>22 Definición:</b>	<b>TABLERO DE CONTROL POR SECCIONES PLANTA HARINA PESCADO</b>	
Estructura:	METALICA	  
Serie:	12B	
Procedencia:	Nacional	
Cantidad:	7	
Código:	NFS.3.6.9	
Código:	NFS.3.6.10	
Código:	NFS.3.6.11	
Código:	NFS.3.6.12	
Código:	NFS.3.6.13	
Código:	NFS.3.6.8	
Código:	NFS.3.4.2.1	
Año de	2015	
Valor comercial:	\$ 40.000	
<b>23 Definición:</b>	<b>SENSOR DE BASCULA CAMIONERA</b>	
Marca/Modelo/Serie:	X1-ACS	
Serie:	750315	
Power:	150w/60 Hz	
Batería:	6v DC / 4AH	
Procedencia:	Korea	
Código:	NFS.3.17.2	
Cantidad:	1	
Año de	2014	
Valor comercial:	\$ 1.300	

<b>24 Definición:</b>	<b>PRENSA # 3</b>	
Marca / Modelo:	Funvesa	
Estructura:	Hierro negro	
Largo:	5,60 msts	
Diámetro:	1,4	
Tipo:	Frifasico	
Estructura:	tornillos- hierro acerado	
Capacidad:	12tn / horas	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.3.3.3	
Año de	2017	
Procedencia:	Nacional	
Valor comercial:	\$ 40.000	
<b>25 Definición:</b>	<b>TRANSFORMADORES TRIFASICOS</b>	
Marca / Modelo:	s/n	
Estructura:	metalica	
Tipo:	Frifasico	
Capacidad:	110 kva cada uno	
Cantidad:	3	
Código:	NFS.3.19.1	
Código:	NFS.3.19.2	
Código:	NFS.3.19.3	
Año de	2017	
Procedencia:	Nacional	
Valor comercial:	\$ 10.000	
<b>26 Definición:</b>	<b>TOLVA DOSIFICADORA DE MEDICACION POLVO ELECTRICO</b>	
Estructura:	Acero inoxidable- tornillo sin fin.	
Capacidad:	80kg	
Procedencia:	Nacional	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.3.21.1	
Año de	2019	
Valor comercial:	\$ 3.000	
<b>27 Definición:</b>	<b>TANQUE RESERVORIO PRINCIPAL DE BUNKER</b>	
Estructura:	Rectangular - Acero negro	
Capacidad:	3474,80 Galones	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.3.12.1	
Año de	1998	
Valor comercial:	\$ 5.000	

**Fuente:** Inventario levantado en la información de campo y suministrada por la empresa

**Elaborado por:** B. Alarcón & D. Romero.

El inventario físico de los equipos ubicados en la dependencia organizativa y operativa de Agua-Cola fue el siguiente:

**Tabla 4. Equipos de la planta de Agua-Cola**

<b>1 Definición:</b>	<b>ABLANDADOR DE AGUA</b>	
Estructura:	Plancha de hierro negro	
Capacidad:	1 TN	
Procedencia:	Peru	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.4.1.1	
Año de Fabricacion	2017	
Valor comercial:	\$ 8.000	
<b>2 Definición:</b>	<b>TANQUE DE RESERVORIO AGUA ABLANDADA / CALDEROS</b>	
Estructura:	Plancha de 6 milímetros de acero	
Capacidad:	7,94 TN	
Procedencia:	Ecuador	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.4.1.2	
Año de Fabricacion	2017	
Valor comercial:	\$ 7.500	
<b>3 Definición:</b>	<b>TANQUES DE RESRVORIO DE AGUA SANGRE</b>	
Estructura:	Inoxidable 4mm	
Capacidad:	5,3 TN	
Procedencia:	Fabricación Nacional	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.4.1.3	
Año de Fabricacion	2017	
Valor comercial:	\$ 7.000	
<b>4 Definición:</b>	<b>CALDERA DE 400</b>	
Estructura:	Plancha de hierro al carbon	
Motor Electrico	15hp	
Motor Electrico:	20 hp	
Capacidad:	400 BHP	
Procedencia:	Peru	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.4.2.1	
Año de Fabricacion	2017	
Valor comercial:	\$ 100.000	
<b>5 Definición:</b>	<b>TANQUE DE RESERVA DIARIA BUNKER</b>	
Estructura:	Hierro negro	
Capacidad:	4 TN	
Procedencia:	Ecuador	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.4.1.4	
Año de Fabricacion	2017	
Valor comercial:	\$ 3.000	

<b>6 Definición:</b>	<b>TANQUE CIP- PAC</b>	
Marca/Modelo/Serie:	Sin Placa de identificación	
Estructura:	Cuadrado, de acero inoxidable	
Capacidad:	400 litros	
Procedencia:	Ecuador	
Código:	NFS.4.1.5	
Cantidad:	Uno (1)	
Valor comercial:	\$ 3.000	
<b>7 Definición:</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONCENTRADO- PAC</b>	
Estructura:	Acero inoxidable	
Capacidad:	3,8 TN	
Procedencia:	Peru	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.4.1.6	
Año de Fabricacion	2017	
Valor comercial:	8000	
<b>8 Definición:</b>	<b>TANQUE PARA LIMPIEZA QUIMICA</b>	
Estructura:	Acero inoxidable	
Capacidad:	3,8 TN	
Procedencia:	Ecuador	
Cantidad:	Dos (2)	
Código:	NFS.4.1.7	
Código:	NFS.4.1.8	
Año de Fabricacion	2017	
Valor comercial:	\$ 16.000	
<b>9 Definición:</b>	<b>TANQUE PARA VACIO - PAC</b>	
Estructura:	Acero inoxidable	
Capacidad:	0,11 TN	
Procedencia:	Ecuador	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.4.1.9	
Año de Fabricacion	2017	
Valor comercial:	\$ 4.500	
<b>10 Definición:</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA COLA - PAC</b>	
Estructura:	Acero inoxidable	
Capacidad:	27,99 TN	
Procedencia:	Ecuador	
Cantidad:	Uno (1)	
Código:	NFS.4.1.10	
Año de Fabricacion	2017	
Valor comercial:	\$ 25.000	

<b>11 Definición:</b>	<b>TANQUE DE RECEPCION DE AGUA COLA</b>	
Estructura:	Acero inoxidable	
Capacidad:	150 Galones	
Procedencia:	Nacional	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.4.1.11	
Año de Fabricacion	2018	
Valor comercial:	\$ 3.000	
<b>12 Definición:</b>	<b>TABLERO ELECTRICO - CONTROLADOR PAC</b>	
Estructura:	METALICO	
Altura	2mts	
Procedencia:	Peru	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.4.10.1	
Año de Fabricacion	2018	
Valor comercial:	\$ 20.000	
<b>13 Definición:</b>	<b>TRANSFORMADOR TRIFASICO 700</b>	
Estructura:	METALICO	
Tipo	transformador pad mounted-	
potencia	700kva	
Cantidad:	1	
marca	vania	
Código:	NFS.4.11.1	
Año de Fabricacion	2018	
Valor comercial:	\$ 15.000	
<b>14 Definición:</b>	<b>TRANSFORMIX</b>	
Estructura:	Metalica	
Procedencia:	Nacional	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.4.13.1	
Año de Fabricacion	2018	
Valor comercial:	\$ 8.000	
<b>15 Definición:</b>	<b>TABLERO ELECTRICO - CONTROL CALDERO</b>	
Estructura:	Metalica	
Procedencia:	Nacional	
Cantidad:	3	
Código:	NFS.4.14.1	
Código:	NFS.4.14.2	
Código:	NFS.4.14.3	
Año de Fabricacion	2018	
Valor comercial:	\$ 9.000	
<b>16 Definición:</b>	<b>TABLERO ELECTRICO - CONTROL PRINCIPAL PAC</b>	
Estructura:	Metalica / breket principal- linea	
Capacidad:	1	
Procedencia:	Nacional	
Cantidad:	1	
Código:	NFS.4.15.1	
Año de Fabricacion	2018	
Valor comercial:	\$ 50.000	

*Fuente:* Inventario levantado en la información de campo y suministrada por la empresa

*Elaborado por:* B. Alarcón & D. Romero.

### **4.3. Principios del mantenimiento preventivo.**

Los principios de mantenimiento preventivo se centran en la inspección, limpieza y el reemplazo periodo de partes y piezas ya que ayuda a prevenir las fallas de piezas y materiales. La idea es establecer buenas condiciones para una excelente operación de la maquinaria.

#### **4.3.1. Mantenimiento preventivo maquinaria.**

- La periodicidad del mantenimiento permitirá que se gestione la intervención.
- Es importa realizar una introspección visual de partes para detectar fallas como grietas, fisuras, desgastes, soldaduras de elementos de fijación.
- Posteriormente es indispensable realizar una inspección mecánica para detectar a través de equipos la funcionalidad de elementos mecánicos.

#### **4.3.2. Mantenimiento preventivo de fallos.**

Los componentes importantes de la maquinaria soportan la carga y sobrecarga de trabajo lo que implica que tiendan a desarrollar roturas y grietas. Es por esta razón que es fundamental que se analice los fallos prematuros.

Los defectos que usualmente se presentan en la maquinaria son:

- Golpes.
- Sobrecargas.
- Apriete excesivo.
- Falta de limpieza.

- Desalineación.
- Ajuste inadecuado.

Consideraciones por las cuales se das situaciones de fallas:

#### **4.3.3. Fallo de material.**

- Desgastes de piezas por una inadecuada utilización de la lubricación. Se debe realizar una introspección para determinar con antelación el rediseño de las piezas y evitar el desgaste.
- Si el fallo se produce por corrosión es indispensable corregir características relacionadas a la temperatura.
- Si las piezas tienen fallas constantes es necesario cambiar de material.
- Los procesos de mecanización deben ser oportunos para evitar grietas y fisuras.

#### **4.3.4. Fallos por error humano.**

- Contratación de personal motivado que tenga el conocimiento y la experiencia para el trabajo con la máquina.
- Cuando se detectan varios fallos se requiere de capacitación y formación específica para la maquinaria en la cual se evidencian problemas.
- Para la reducción de errores por falla humana es necesario establecer modificaciones en los equipos a través de la introducción de Poka-Yoke o sistemas antierror.

#### **4.3.5. Condiciones externas anómalas.**

Se refiere a situaciones que se desarrollan de forma externa y que requieren de la corrección oportuna para adaptarlas a los requerimientos del equipo. En este sentido se debe analizar los efectos nocivos externos para reducir su impacto.

- Filtros con mayor capacidad de retención de suciedad para maquinaria que se encuentra fuera de las instalaciones de la oficina.
- Pintura anticorrosiva para máquina que por las condiciones climáticas se vuelve a oxidar.

#### **4.3.6. Mantenimiento preventivo de lubricantes.**

La lubricación de equipos previene el desgaste de las piezas en contacto, y el uso inadecuado de lubricación puede ocasionar el desgaste por fricción de las piezas o la baja calidad del equipo. Si existe un exceso de lubricación como es en mucho de los casos, las consecuencias son un incremento de temperatura de las máquinas lo que provoca un desgaste anticipado de las piezas.

Las ventajas por un mantenimiento adecuado de lubricación:

- Reducción de fricción y del desgaste.
- Disipación de calor por fricción.
- Vida prolongada del rodamiento.
- Prevención a la oxidación.

#### **4.3.7. Mantenimiento preventivo de averías.**

El 99% de los fallos son predecibles, para lo cual es necesario realizar un

análisis de avería para conocer las causas que han provocado la avería en el equipo.

Para lo cual es indispensable determinar las causas:

- Relato pormenorizado del accionar del personal considerando el antes, durante y después de un diagnóstico de avería.
- Condiciones a las que está expuesto la maquinaria ya sea este (temperatura, humedad, limpieza etc.
- Descripción de mantenimientos realizados con anterioridad en los que se identifique las anomalías.
- Condiciones internas de trabajo con la utilización de piezas.
- Registro de los valores con cada una de las piezas.

#### **4.3.8. Errores humanos por mantenimiento preventivo.**

En el mantenimiento preventivo si no existe personal con conocimiento y experiencia muchos pueden ser los factores que provoquen un error humano.

Si no se toman las medidas adecuadas los esfuerzos por reducir los errores no serán evidentes para lo cual se sugiere.

- Personal motivado con conocimiento y experiencia para el manejo de la maquinaria.
- Los procedimientos deben estar detallados de acuerdo a la utilización de cada maquinaria.
- La adopción de un procedimiento debe seguirse al pie de la letra para evitar que el personal de mantenimiento tenga fallas durante el proceso.

requieren de unos conocimientos técnicos específicos y deben ser siempre realizados por personal acreditado y experimentado y siguiendo escrupulosamente todas las medidas de seguridad detalladas.

El mantenimiento debe estar programado y ajustado a la carga de trabajo en cada momento productivo (intensidad de producción), intentando minimizar los tiempos de parada y evitar posibles pérdidas de productividad.

Todos los elementos o mecanismos repuestos en las labores de mantenimiento o reparación deben ajustarse a los datos técnicos del equipo sobre el que se trabaja. Esto garantiza tanto el correcto funcionamiento de la banda transportadora como la seguridad de las operaciones.

#### **4.3.9. Requerimientos de mantenimiento y especialistas.**

Se han planteado 2 opciones para la empresa con el fin de establecer alternativas sobre las cuales:

- Contratación de expertos en mantenimiento (externos)
- Mantenimiento con personal propio

#### **4.3.10. Contratación de expertos en mantenimiento (externos).**

Si bien este caso es bastante más sencillo para la empresa, es necesario plantear las ventajas y desventajas:

##### ***4.3.10.1. Ventajas de la Contratación de expertos en mantenimiento (externos).***

- No se requiere de capacitación, organización, contratación de personal interno.

- Existe ya la experticia por parte de la empresa externa.

#### **4.3.10.2.Desventajas de la Contratación de expertos en mantenimiento (externos).**

- No se puede tener total control sobre las operaciones realizadas.
- En caso de bajo presupuesto de la empresa o desorganización, puede evitarse esta contratación, quedando los equipos expuestos y con las desventajas de la falta de mantenimiento.
- El costo es más elevado.

Para aplicar este caso es necesario establecer con la empresa contratada lo siguiente:

- Cronograma de mantenimiento.
- Entrega de formatos de control e informes para su llenado.
- Contrato y firmas de responsabilidad.

#### **4.3.11. Mantenimiento de equipo internamente.**

Las ventajas y desventajas se presentan a continuación:

##### ***4.3.11.1.Ventajas del Mantenimiento de equipo internamente.***

- Se puede disponer de personal capacitándolo en todo lo que se requiere de acuerdo a los equipos que se dispone.
- Se puede disponer de control sobre las operaciones realizadas bajo políticas empresariales, documentación y con el control del propio personal.
- El costo es menor.

#### ***4.3.11.2.Desventajas del Mantenimiento de equipo internamente.***

- Se requiere de una importante capacitación para garantizar la operación.
- No se dispone de la experticia y experiencia de las empresas.
- Se requiere tomar un control permanente sobre el tema para.

Para aplicar este caso es necesario los siguientes parámetros:

- Establecer los procedimientos requeridos internamente para el mantenimiento0
- Capacitar al personal que actualmente se seleccionará para que entiendan el proceso y logren experticia0
- Determinar las fechas, responsables, uso de formatos para el personal a cargo.

#### **Personal requerido.**

1 Jefe de producción.

2 Técnicos.

Firma de control: Director técnico.

Por tanto, a continuación, se presenta el cronograma de mantenimiento, los procedimientos principales y los formatos de control.

#### **4.4. Cronograma de mantenimiento.**

De acuerdo a las necesidades de mantenimientos, en base a la literatura, se requerirá un mantenimiento de la siguiente manera de los principales equipos:

**Tabla 5. Cronograma de mantenimiento.**

<b>Mensual</b>	<b>2 veces al año</b>	<b>Anual</b>	<b>Cada 2 años</b>
Molino Centrífuga	Prensas Secador	Cocinador Calderos	Equipo eléctrico: Tablero eléctrico Transformador Sensores

*Fuente: Elaboración propia.*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

En función de estos requerimientos y las necesidades del mantenimiento se plantea el siguiente cronograma de actividades, mismo que se instaurará dentro de las políticas de la empresa, de cumplimiento obligatorio.

4.5. Cronograma de implementación anual de mantenimiento preventivo Nutrifishing S. A.

Tabla 6. Cronograma de implementación anual de mantenimiento preventivo Nutrifishing S. A.

Actividades	MES semana	Tiempo y horario	2021																																																		
			Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre						
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							
Capacitación			X	X																																																	
Revisión de requerimientos y documentación previa al mantenimiento	4 horas de 9:00 - 13:00				X																																																
Mantenimiento mensual (Molino, centrífuga)	2 horas. De 18:00 a 20:00				X								X												X																												
Revisión de requerimientos y documentación previa al mantenimiento	4 horas de 9:00 - 13:00																X																																				
Mantenimiento semestral (Prensas, secador)	2 días. De 18:00 a 22:00																X																																				
Revisión de requerimientos y documentación previa al mantenimiento	4 horas de 9:00 - 13:00																																																				
Mantenimiento anual (Cocinador, calderos)	2 días. De 18:00 a 22:00																																																				
Revisión de requerimientos y documentación previa al mantenimiento	4 horas de 9:00 - 13:00																																																				
Mantenimiento cada 2 años	3 horas. De 18:00 a 21:00																																																				

Fuente: Elaboración propia.  
Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.

#### 4.6. Detalles básicos del mantenimiento por equipo.

**Tabla 7. Mantenimiento preventivo de equipos.**

	<b>NUTRIFISHING</b>	Fecha	26 nov 2020						
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO PRESNTRAINER</b>	Versión: 1							
		Responsable:							
<p><b>Prestrainer.</b></p> <p>El mantenimiento preventivo para el prestrainer es 2 veces al año para contribuir a que la maquinaria tenga una larga vida operativa con menos problemas y consuma baja energía.</p> <p><b>Mantenimiento.</b></p> <p>Para el funcionamiento de la maquinaria se requiere del conocimiento del sistema mecánico para evitar el deterioro de piezas. A continuación, se detalla los componentes importantes que requieren de mantenimiento preventivo.</p> <p><b>Registro de mantenimiento preventivo prestrainer.</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Partes y elementos.</th> <th>Mantenimiento preventivo.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamientos.</td> <td> <p>El plan de mantenimiento se orienta a evitar el fallo por fatiga provocado por la cortadura o el exceso de carga.</p> <p>Son partes que requieren de un mantenimiento preventivo porque muchos de los fallos prematuros se generan por golpes, sobrecarga, limpieza, apriete excesivo, desalineación.</p> </td> </tr> <tr> <td>Lubricación de piezas.</td> <td> <p>La lubricación de equipos garantiza un funcionamiento adecuado. Se requiere de un lubricador de calidad y confiable acorde a la maquinaria.</p> <p>Emplear una estructura sellante para prevenir que las partículas generen contaminación en los fluidos.</p> </td> </tr> </tbody> </table>				Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.	Rodamientos.	<p>El plan de mantenimiento se orienta a evitar el fallo por fatiga provocado por la cortadura o el exceso de carga.</p> <p>Son partes que requieren de un mantenimiento preventivo porque muchos de los fallos prematuros se generan por golpes, sobrecarga, limpieza, apriete excesivo, desalineación.</p>	Lubricación de piezas.	<p>La lubricación de equipos garantiza un funcionamiento adecuado. Se requiere de un lubricador de calidad y confiable acorde a la maquinaria.</p> <p>Emplear una estructura sellante para prevenir que las partículas generen contaminación en los fluidos.</p>
Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.								
Rodamientos.	<p>El plan de mantenimiento se orienta a evitar el fallo por fatiga provocado por la cortadura o el exceso de carga.</p> <p>Son partes que requieren de un mantenimiento preventivo porque muchos de los fallos prematuros se generan por golpes, sobrecarga, limpieza, apriete excesivo, desalineación.</p>								
Lubricación de piezas.	<p>La lubricación de equipos garantiza un funcionamiento adecuado. Se requiere de un lubricador de calidad y confiable acorde a la maquinaria.</p> <p>Emplear una estructura sellante para prevenir que las partículas generen contaminación en los fluidos.</p>								

Cojinetes.	Por el montaje inadecuado y las condiciones de trabajo se requiere de un mantenimiento preventivo para reducir el desgaste mecánico, deformación, roturas, separación por roce, desgaste por corrosión.
Engranajes.	<p>Los engranajes presentan problemas relacionados a una mala lubricación lo que provoca rodadura y desplazamiento.</p> <p>El mantenimiento preventivo se centra en evitar deformación, corrosión, fractura y separación para lo cual debe emplearse una lubricación adecuada.</p>
Acoplamientos.	El 75% de los problemas que se desarrolla con el equipo se dan por fallos relacionados a la lubricación que provocan desgaste, deformación y rotura.

	<b>NUTRIFISHING</b>	Fecha	26 nov 2020
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO SECADOR</b>	Versión: 1	
		Responsable:	

**Secador.**

El mantenimiento preventivo para el secador es 2 veces al año para contribuir a que la maquinaria tenga una larga vida operativa con menos problemas y consuma baja energía. El plan de mantenimiento juega un factor fundamental en la operación.

A continuación, se detallan aspectos de mantenimiento preventivo para la secadora.

**Registro de mantenimiento preventivo secador.**

Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.
Cilindros.	<p>Control de las fugas y su conexión es un mantenimiento preventivo que aporta a la seguridad y la utilización adecuada de los amortiguadores.</p> <p>Control y limpieza de las partes permite evidenciar que existe una lubricación adecuada.</p> <p>Comprobar el apriete de las piezas para evitar las fugas.</p> <p>Limpieza constante de las zonas de polvo y suciedad.</p> <p>Mantener y utilizar un aceite hidráulico de alta calidad.</p>
Motor eléctrico.	<p>Es recomendable que para un mantenimiento preventivo se analice las siguientes consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Mantenimiento periódico del estado general de las conexiones eléctricas y piezas.</li> <li>● Limpieza de partes y piezas.</li> <li>● Inspección visual de las partes y piezas que inciden en el funcionamiento del motor eléctrico después de 20 operaciones</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Revisión de la obstrucción de las rejillas (Barro, fibras, hollín)</li> <li>● Las partes deben mantener una buena lubricación con insumos de calidad.</li> </ul>
Válvulas de regulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El diagnóstico visual permite evidenciar los límites de funcionamiento de las válvulas</li> <li>● La sustitución de las válvulas garantiza el funcionamiento de la secadora.</li> <li>● Es importante analizar los goteos por avería determina la presión inadecuado del uso de la válvula.</li> </ul>
Rodamientos	El plan de manteamiento se orienta a evitar el fallo por fatiga provocado por la cortadura o el exceso de carga.

	<b>NUTRIFISHING</b>	Fecha	26 nov 2020
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOLINO</b>	Versión: 1	
		Responsable:	

### **Molino.**

El mantenimiento del molino se realiza con periodicidad esto se debe a que gran parte de las piezas requiere de una lubricación adecuada se requiere de una inspección constante para evitar averías y fallas.

### **Registro de mantenimiento preventivo molino.**

Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.
Lubricación.	<p>Las partes y las piezas deben mantener una lubricación adecuada lo que implica utilizar insumos de calidad.</p> <p>Verificación del nivel de aceite.</p> <p>Periodicidad del engrase de las piezas.</p> <p>Verificación del estado del lubricante.</p>
Conexiones.	<p>El buen funcionamiento de las conexiones es clave y requiere de un proceso preventivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Verificación de conexiones mediante un diagnóstico visual o de operación.</li> <li>● Determinación del funcionamiento correcto a través de herramientas complementarios.</li> </ul>
Rodamientos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Verificación de las temperaturas.</li> <li>● Identificación de las vibraciones.</li> <li>● Identificación correcta de los rodamientos, si no cumplen con estas especificaciones no es factible alinearlos.</li> </ul>

<p>Elementos de anclaje y fijación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La periodicidad de un mantenimiento preventivo permite detectar si existe elementos que requieren de modificación o cambio.</li> <li>● Reajuste de pernos.</li> <li>● Desgaste de pernos y cepilladoras.</li> <li>● Roturas de pernos.</li> </ul>
<p>Elementos de filtración y roturas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Diagnóstico visual para identificar fisuras y roturas en cangilones.</li> <li>● Evidenciar las filtraciones de partes y piezas.</li> <li>● Lubricación de partes y piezas para evitar roturas y filtraciones.</li> </ul>

	<b>NUTRIFISHING</b>	Fecha	26 nov 2020
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRÍFUGA</b>	Versión: 1	
		Responsable:	

### **Centrífuga.**

La conservación de la maquinaria requiere de una periodicidad constante del funcionamiento.

### **Registro de mantenimiento preventivo Centrífuga.**

Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.
Elementos hidráulicos.	La eficiencia de la maquinaria depende de elementos hidráulicos, se requiere de un aceite hidráulico de calidad. Para evitar pérdidas volumétricas de líquido.
Cojinetes.	Los cojinetes son partes de la maquinaria que tienden a desgastarse con facilidad.  Cada mes se debe verificar el estado y el funcionamiento de los cojinetes.  La limpieza es parte de un buen funcionamiento ya que permite despejar la suciedad de los drenajes.
Lubricación, aceites y líquidos.	La lubricación sigue siendo un parámetro de análisis fundamental para el mantenimiento preventivo.  Mensualmente se debe evaluar el nivel de lubricación de la maquinaria.  Se requiere de un nivel óptimo, no debe de estar por debajo del límite sugerido por el fabricante.  Verificar que el aceite sea transparente y sin espuma.  Aplicar líquidos antioxidantes a las superficies de la máquina, en los que eventualmente se presenta corrosión y oxidación propio de las condiciones en las que se encuentra la maquinaria.

	Cambio de aceite después de 2 mil horas de funcionamiento.
Elementos de anclaje y fijación.	<p>Evaluar que los pernos y tornillos estén apretados y cumplan su función.</p> <p>Verificar que los pernos de sujeción estén apretados y brinde seguridad.</p>

	<b>NUTRIFISHING</b>	Fecha	26 nov 2020
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO TANQUES</b>	Versión: 1	
		Responsable:	

### Tanques.

Los tanques requieren de algunas consideraciones preventivas que la empresa puede optar para una mayor vida útil. En este contexto se manejan lineamientos de prevención para partes y piezas del tanque. Se requiere una revisión anual.

### Registro de mantenimiento preventivo tanques.

Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.
Tanques.	<p>La limpieza mejora el rendimiento de producción, reduce la obstrucción y alarga la vida del equipo.</p> <p>Las paredes y fondos del tanque requieren de limpieza para reducir las impurezas y líquidos residuales propios del proceso de harina.</p>
Elementos de anclaje y fijación.	El diagnóstico visual permite identificar pernos en mal estado o reajuste de los mismos.

Lubricación, aceites y líquidos.	Lubricación adecuada a las partes y piezas contribuye a un mejor funcionamiento de la maquinaria.
Fugas.	Verificación de las válvulas y fugas. Detección temprana de fluidos y aceites.

	<b>NUTRIFISHING</b>	Fecha	26 nov 2020
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO TOLVA</b>	Versión: 1	
		Responsable:	

### **Tolva.**

Es un sistema diseñado para distribuir los alimentos requiere de ciertos parámetros de prevención para evitar el estancamiento de la producción una sobre carga del producto para lo cual se requieren de un seguimiento constante de la producción y de la operación del sistema, con un control anual. El mantenimiento preventivo se centra en:

### **Registro de mantenimiento preventivo tolva.**

Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.
Motor vibrador.	Periodicidad de la revisión del motor, conexiones, partes y piezas.  Verificación de la lubricación adecuada de partes.  Inspección para verificar fisuras o desgaste de piezas.
Estructura de la tolva y partes.	Requiere de la limpieza del área y de las partes que forma parten de la estructura.  Revisión visual de las partes y piezas que conforman la estructura.

Lubricación y aceites.	<p>Revisión de un adecuado nivel de aceite de acuerdo a las especificaciones del motor.</p> <p>Todas las partes deben contener la lubricación adecuada para su funcionamiento.</p>
Poleas y correas de transmisión.	<p>Limpieza de las partes y piezas evitando la suciedad y acumulación de residuos (harina o aceite de pescado).</p> <p>Comprobación de la tensión de las correas de transmisión.</p> <p>Introspección visual del funcionamiento de las poleas.</p>
Conexión.	<p>Verificaciones de la caja de conexiones.</p> <p>Comprobación de la desconexión del equipo.</p>

	<b>NUTRIFISHING</b>		Fecha	26 nov 2020
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO COCINADOR - CALDERAS</b>		Versión: 1	
			Responsable:	

### **Cocinador, calderas.**

La cocción del pescado es uno de los procesos claves para la producción de harina de pescado y aceite para el cumplimiento de altos estándares de calidad se requiere de un consumo menor de combustible proceso que se logra a través de un adecuado mantenimiento preventivo.

### **Registro de mantenimiento preventivo cocinador.**

Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.
Elementos de alimentación de rotor y estator.	<p>Requiere de un mantenimiento periódico para verificar que las mangueras y válvulas funciones de manera oportuna. Para lo cual se requiere de:</p> <p>Diagnóstico visual de las partes, verificación del funcionamiento de mangueras y válvulas.</p> <p>Verificación de fluidos que no forman parte de las líneas de alimentación.</p> <p>Cambio de piezas por desgaste o fisura que no contribuyen a brindar seguridad.</p>
Motor y válvulas.	<p>Verificación de las conexiones eléctricas.</p> <p>Verificación de aceites y engrase de piezas.</p> <p>Verificación de fisuras y desgaste de piezas.</p> <p>Limpieza de partes y piezas.</p> <p>Las válvulas serán verificadas con periodicidad para reducir explosiones (fisuras, desgaste y roturas).</p> <p>La temperatura deber ser controlada de acuerdo al volumen de producción.</p>

	Rotación.	<p>Verificación de la velocidad de rotación para la obtención de una mejor cocción de pescado.</p> <p>Verificación de los cilindros y el estado de los mismos.</p>	
--	-----------	--	--

	<b>NUTRIFISHING</b>	Fecha	26 nov 2020
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO TABLERO ELÉCTRICO</b>	Versión: 1	
		Responsable:	

### **Tablero eléctrico.**

El proceso de prevención de los tableros eléctricos se centra en establecer dispositivos de seguridad que sean fáciles de controlar y maniobrar. Para lo cual se requieren los siguientes lineamientos de prevención.

### **Registro de mantenimiento preventivo tablero eléctrico.**

Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.
Tableros eléctricos.	<p>Diagnóstico visual del funcionamiento de los tableros eléctricos.</p> <p>Verificación del funcionamiento de la caja eléctrica.</p> <p>Comprobación de los conductores eléctricos.</p> <p>Verificación de la rotulación del tablero eléctrico.</p> <p>Comprobación de la capacidad térmica de los cables.</p> <p>Análisis termográfico de los tableros eléctricos.</p> <p>Mediciones de la temperatura de cada interruptor.</p>
Limpieza del tablero y partes.	<p>Los componentes eléctricos del tablero requieren de una constante limpieza.</p> <p>Las barras de alimentación de cada tablero eléctrico requieren de limpieza para su funcionamiento.</p>

	Las cajas deben estar libres de suciedad y polvo.	
--	---	--

	<b>NUTRIFISHING</b>	Fecha	26 nov 2020
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR TRIFÁSICO</b>	Versión: 1	
		Responsable:	

### **Transformador trifásico.**

El transformador trifásico requiere de un mantenimiento preventivo cada dos años para la verificación de su funcionamiento. Sin embargo, se consideran algunas pautas que aportan a mayor nivel de vida útil.

### **Registro de mantenimiento preventivo transformador trifásico.**

Partes y elementos.	Mantenimiento preventivo.
Aceites.	El diagnóstico visual permite identificar la condición y color del buen estado del aceite. es fundamental que se realicen análisis de laboratorio para verificar su óptimo funcionamiento.
Elementos de anclaje y fijación.	Los especificadores del fabricante sugieren que los pernos sean ajustados con regularidad.  Un correcto funcionamiento depende del aseguramiento de los pernos, tornillos.
Limpieza de partes y piezas.	Para las partes externas se requiere de la limpieza de agua con jabón suave asegurándose que no exista impurezas y suciedades.  Con una limpieza adecuada se evita la corrosión de las partes.  Si existen partes con puntos de óxido, repinta con pintura antioxidante.

	Bobinas.	<p>Las bobinas requieren de una limpieza periodicidad para evitar que la suciedad obstruya los canales de enfriamiento.</p> <p>Evitar que los bobinas se sometan a la absorción de humedad, requerirán de un proceso de secado especializado.</p>	
--	----------	---	--

	<b>NUTRIFISHING</b>	Fecha	26 nov 2020
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO BANDAS TRANSPORTADORAS</b>	Versión: 1	

### **Mantenimiento de bandas transportadoras.**

- Engrasado y limpieza de los diferentes elementos rodantes.
- Ajustes y medición bajo reglaje de la banda.
- Cambio de elementos dañados o en deterioro importante.
- Verificar si existen fugas hidráulicas o de aceite.
- Revisión de conexiones eléctricas y pasos de corriente de acuerdo a la holgura permitida.
- Verificación de los sistemas de seguridad y protección.

Cuando sea requerido el cambio de piezas o desmantelado de la estructura de las cintas, incluyendo el motor, rodamientos, tambores u otros, se requerirá personal especializado para el ajuste y comprobación del mantenimiento.

*Fuente: Elaboración propia.*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

## **4.7. Documentación de seguimiento y control.**

### **4.7.1. Formatos de control.**

Se considera fundamental realizar un sustento de documentos que permitan por una parte verificar el trabajo realizado, establecer responsables del mantenimiento y por otro lado mantener registrado el mantenimiento que se realiza, con el fin de analizar en los posteriores mantenimientos, qué piezas están recién reemplazadas, la

situación observada previamente y los detalles de cada mantenimiento, con ello se podrá garantizar un proceso continuo de control y cumplir finalmente los objetivos del mantenimiento preventivo.

Para ello se utilizará dos formatos de control. Uno técnico el cual lleve los detalles técnicos del control, es decir, los pasos seguidos y comentarios. Y posteriormente un informe general donde se establezca las generalidades del mantenimiento realizado, piezas cambiadas o reparadas, para el seguimiento respectivo. A continuación, los formatos.

**Tabla 8. Formato de control de acuerdo al procedimiento.**

<b>PROCEDIMIENTO</b>				
	<b>Consideraciones</b>	<b>¿Se cumplió?</b>	<b>Comentarios</b>	<b>Acciones Correctivas</b>
	<b>Antes del mantenimiento</b>			
<b>1</b>	Se ha verificado que el ingreso de potencia está completamente desenergizado.			
<b>2</b>	Se han desconectado las conexiones adicionales.			
<b>3</b>	Se ha desconectado la tierra del neutro			
	<b>Pasos del mantenimiento</b>			
<b>5</b>				
<b>6</b>				
<b>7</b>				
<b>8</b>				
<b>...</b>				
	<b>Una vez finalizado el mantenimiento</b>			
<b>10</b>	Se ha verificado que no existan potenciales cortos en los circuitos previo a la reconexión.			
<b>11</b>	Se ha conectado el equipo a la energía y el neutro acorde a los requerimientos del equipo			
<b>12</b>	Se han realizado las pruebas de funcionamiento.			

*Fuente: Elaboración propia*

*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

**4.7.2. Informe de verificación de los equipos.**

**Tabla 9. Informe de mantenimiento.**

<p><b>Informe de mantenimiento preventivo</b> <b>NUTRIFISHING</b></p> <p><b>Mantenimiento de:</b> .....</p> <p><b>Fecha:</b> <b>Responsables:</b></p> <p><b>Cumplimiento de procedimientos* <input style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 15px; vertical-align: middle;" type="text" value="%"/></b> <b>Verificación realizada</b></p> <p><b>Novedades observadas</b></p> <p><b>Reemplazo o arreglo de piezas</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-top: 10px;"><p>Observaciones adicionales</p></div> <p><b>Responsable:</b> _____</p> <p><b>Personal de control:</b> _____</p>
--

*Fuente: Elaboración propia*  
*Elaborado por: B. Alarcón & D. Romero.*

\* El porcentaje de cumplimiento de los procedimientos será llenado por el supervisor indicando en que porcentaje se cumplieron los procedimientos establecidos.

## CONCLUSIONES.

- A través de la presente investigación y propuesta ha sido posible cumplir con el objetivo planteado de diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar el desempeño operacional, sin descuidar la seguridad y procurando optimizar la productividad de la empresa industrializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena. La investigación ha logrado sustentar por una parte la teoría sobre los temas de estudio, con el fin de que la metodología y propuesta realizadas estén sustentados bajo la técnica verificable, además se ha planteado un marco metodológico que sustente la propuesta en función de las necesidades y requerimientos de la planta y la técnica existe. Finalmente se ha desarrollado el plan de mantenimiento sustentado no solamente en los puntos de mantenimiento a cubrir, sino considerando además el sistema requerido para dar soporte a un procedimiento fundamental y delicado como es el mantenimiento preventivo para la empresa.
- En cumplimiento de los objetivos específicos se ha generado información complementaria, misma que está basada en la experiencia del personal operativo y de mantenimiento, sobre la cual se ha trabajado para ajustar los requerimientos actuales para mejorar el tiempo de vida, la permanencia de la operación, evitar fallos y por tanto mejorar la productividad de la planta.
- En cumplimiento con el objetivo número dos, se ha diseñado un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Nutrifishing S.A. en el cual se presentan los procedimientos de la planta con el fin de entender los requerimientos de proceso y por tanto de mantenimiento de equipos,

estableciendo todos los aspectos que se requieren, pero además se ha considerado los principios que debe considerar el mantenimiento preventivo, pues el mismo es toda una técnica que debe estar sustentada, las opciones de personal o expertos requeridos, la técnica de mantenimiento en cada caso y la documentación de soporte.

- Finalmente, de acuerdo a la necesidad de estructurar a manera de política y actividad permanente, el mantenimiento preventivo del equipamiento de la planta, se ha planteado el cronograma de mantenimiento preventivo para la empresa Nutrifishing S.A. en el que se plantean las fechas y horarios requeridos de mantenimiento para todo el año.

## RECOMENDACIONES

- Luego de plantear la presente propuesta, es fundamental que la empresa, no solamente tome como referencia la presente documentación, sino que la establezca como parte de sus políticas operativas, pues cada una de las partes consideradas en el presente plan están integradas como un sistema que garantiza el cumplimiento de un mantenimiento efectivo y con ello el logro de los objetivos que es incrementar la vida útil de los equipos, evitar fallas y por tanto una producción detenida y con todo ello disminuir costos e incrementar productividad en favor de la empresa.
- La capacitación planteada en la presente propuesta es fundamental para lograr el éxito del mantenimiento, pues el conocimiento, principios y capacidad de los técnicos a cargo es uno de los temas de mayor relevancia para cumplir con los objetivos planteados.
- Se recomienda hacer uso de la presente propuesta para implementar otros procesos y sistemas para dar cumplimiento al mantenimiento preventivo en otros procesos y de esa manera lograr no solamente conocimientos individuales, sino procesos completos con todas las herramientas de soporte necesarias.
- Finalmente es necesario que la empresa una vez implementado el proceso planteado y su cronograma, establezca reuniones de control donde se verifique el cumplimiento del sistema planteado y pueda a su vez corregir posibles errores o mejoras en el mismo, para que con el tiempo el proceso planteado pueda ser ajustado y optimizado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Leitón Moya, O. (2015). Diseño de un Plan de Mantenimiento Productivo total (TPM) Enfocado en el Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento autónomo y la Eficiencia General de Equipos (OEE) para los Equipos más Críticos de la Planta FAS. Costa Rica. Obtenido de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6107/proyctograduacion\\_mantenimientopreventivo\\_omarleiton.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6107/proyctograduacion_mantenimientopreventivo_omarleiton.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Aceite Hidráulico ISO 68*. (31 de Enero de 2016). Recuperado el 7 de Septiembre de 2020, de Lubricantes Dana: <https://lubricantesdana.com/productos/lubricantes-automotrices-grasas-uae/aceite-hidraulico-engranajes/aceite-hidraulico-iso-68/>
- Alban Salazar, N. (2017). Implementacion de un Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad de las Maquinarias en la Empresa Construcciones Reyes S.R.L. para Incrementar la Productividad. Chiclayo. Recuperado el 15 de 09 de 2020, de [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/798/3/TL\\_AlbanSalazarNery.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/798/3/TL_AlbanSalazarNery.pdf)
- Angel, R. D., & Olaya, H. M. (2014). *Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo pra la Empresa AGROANGEL*.
- Apablaza Solis , W., & Flores Gutiérrez , D. (2017). *Plan de Mantenimiento Automatizado Pontón Pesquera Camanchaca Pesca Sur S.A. .* Bío Bío, Chile: Universidad del Bío Bío, Facultad de Ingenieria.
- Aragón, N. (21 de Junio de 2015). *Reingeniería de procesos de negocios*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de Gestipolis:

[www.gestiopolis.com/reingenieria-de-procesos-de-negocio-bpr/](http://www.gestiopolis.com/reingenieria-de-procesos-de-negocio-bpr/)

Arias, F. (2016). *El proyecto de Investigación. (7ta. ed.)*. Caracas-Venezuela:

Editorial Episteme, C.A.

Banco Central del Ecuador. (2017). *Reporte de Minería*. Dirección Nacional de

Síntesis Macroeconomía. Quito: Banco Central del Ecuador. Recuperado el 1 de Septiembre de 2020, de

<https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ReporteMinero012017.pdf>

Blanco, E. (2018). *Molienda*. Madrid: Universidad de Cantabria. Recuperado el 6 de

Septiembre de 2020, de

[ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/8.\\_molienda.pdf](http://ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/8._molienda.pdf)

Boland, L., Carro, F., Stancatti, M. J., Gismano, Y., & Banchieri, L. (2007).

*Funciones de la Administración-Teoría y Práctica*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Obtenido de

<https://books.google.com.ec/books?id=2NMedAshxncC&pg=PA124&dq=tipos+de+mantenimiento&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj96O24luzrAhWPMVkKHbjYDag4HhDoATAEegQIARAC#v=onepage&q&f=true>

Budynas, R., & Nisbett, K. (2015). *Shigley's Mechanical Engineering Design*

(Décima ed.). New York: Mc Graw Hill Education. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de

<https://drive.google.com/file/d/0B54Zcl7fTIXNRm4zQ2lsQ1g4MFk/view>

Cansino Flores, E. A. (Abril de 2015). Elaboracion de un Plan de Mantenimiento

Preventivo y Seguridad Industrial para la Fabricacion Minerosa. Quito, Ecuador.

Chang Nieto, E. (2008). Propuesta de un Modelo de Gestión de Mantenimiento

Preventivo para una Pequeña Empresa del Rubro de Minería para Reducción de Costos del Servicio de Alquiler. Lima, Peru.

Donaldson. (2012). *Donaldson Aircel. Donaldson Aircel.*: Obtenido de Donaldson Aircel: <http://www.dearingcomp.com>

Dumaguala Encalada, E. M. (2014). Gestion e Implementación del Plan de Mantenimiento en los Laboratorios del Área de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Cuenca. Recuperado el 16 de 09 de 2020, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6344/6/UPS-CT002910.pdf>

Durán, G. (2014). Reingeniería de Procesos. (Redalyc, Ed.) *Redalyc.org*, 42(3), 29-37. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de [academia.edu/33916028/Revista\\_reingenieria\\_de\\_procesos](http://academia.edu/33916028/Revista_reingenieria_de_procesos)

EMIS. (20 de Enero de 2020). *NUTRIFISHING S.A. (ECUADOR)*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de [https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Nutrifishing\\_SA\\_es\\_3982645.html](https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Nutrifishing_SA_es_3982645.html)

Enriquez , A., & Marquez, R. (2019). *Propuesta de mejora de la eficiencia de la línea de producción de una planta de harina de pescado aplicando la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM)*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas .

Enriquez Quispe , A., & Márquez Arnao, R. (2019). *Propuesta de mejora de la eficiencia de la línea de producción de una planta de harina de pescado aplicando la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM)*. Lima : UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS-FACULTAD DE INGENIERIA.

Franco, A. S. (2015). *Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para el*

*Sistema de Empaque de la Línea Quantum de la Empresa Papeles Nacionales S.A.*

García Montoya, S. (2017). Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa Estructuras del Kafee. Pereira.

García Sierra, J., Cárcel Carrasco, J., & Mendoza Valencia, J. (2019). Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia. 8(2).

García, J. J. (2020). Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control Manual APPCC Nutrifishing S.A. Guayaquil.

García, M., Alcaide, J., & Gómez, T. (2017). *Fundamentos del Diseño en la Ingeniería*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de

[https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/34c2348d-cce6-4480-b37a-c2c7b64d8c80/TOC\\_0989\\_02\\_01.pdf?guest=true](https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/34c2348d-cce6-4480-b37a-c2c7b64d8c80/TOC_0989_02_01.pdf?guest=true)

Gómez De León, F. C. (1998). *Tecnología del Mantenimiento Industrial* (Primera ed.). Murcia, España: Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia.

Guerrero, R. (2018). *Mantenimiento Preventivo de Sistemas Domóticos e Inmóticos*.

*ELEM0111*. IC Editorial Pertenece a Innovación y Cualificación S. L.

Obtenido de

<https://books.google.com.ec/books?id=MWVNDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=tipos+de+mantenimiento&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjF--HclezrAhUsw1kKHes1D5IQ6AEwBXoECAQQAg#v=onepage&q=tipos%20de%20mantenimiento&f=false>

Hall, A., Holowenko, A., & Laughlin, G. (2018). *Teoría y Problemas de Diseño de*

*Máquinas*. México: McGraw Hill. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de [https://kupdf.net/download/-diseo-de-maquinas-teoria-y-320-problemas-resueltos-ashall-shaum\\_5b82ffe5e2b6f51a38a15064\\_pdf](https://kupdf.net/download/-diseo-de-maquinas-teoria-y-320-problemas-resueltos-ashall-shaum_5b82ffe5e2b6f51a38a15064_pdf)

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. (2014).

*Metodología de la investigación Sexta Edición*. México, D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hidalgo, N. (2014). *Diseño de un sistema de operaciones y mantenimiento para maquinaria y equipos de BORSEA S.A.* Guayaquil: Universidad de Gauyaquil - Facultad de Ingeniería Industrial.

ISO 9001. (31 de Enero de 2015). *Gestión basada en procesos*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9000: <http://iso9001calidad.com/gestion-basada-en-procesos-25.html>

Jasso, A. C. (2012). *Implementación del Mantenimiento Predictivo en la Empresa AGR- RACKEND*.

Jiménez Raya, F. (2015). *Mantenimiento Preventivo der Sistemas de Automatización Industrial*. Malaga, España: IC Editorial. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=EP1qDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=mantenimiento+preventivo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwir3pPzluzrAhUnqlkKHUJaDawQ6AEwAnoECAyQA#v=onepage&q=mantenimiento%20preventivo&f=false>

Lindao Beltrán , R. G. (2016). Identificación de los Equipos Críticos en la Planta Procesadora de Alimento Balanceado en Avícola San Isidro S.A. AVISID para Optimizar el Sistema de Mantenimiento Preventivo. Guayaquil, Ecuador.

Mamani, J. (25 de Octubre de 2018). Tintaya fundamentos operacion. *Slideshare*, 1-

31. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020

Manganelli, R., & Klein, M. (2014). *Cómo hacer reingeniería*. Bogotá: Norma -

Studylib. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de

[studylib.es/doc/11909/cómo-hacer-reingniería%3B-raymond-manganelli-y-mark-m-klein](https://studylib.es/doc/11909/cómo-hacer-reingniería%3B-raymond-manganelli-y-mark-m-klein)

Manzur, J., & Ampuero, A. (2013). *Reingeniería en el proceso de adquisición y*

*abastecimiento de suministros de productos para la producción minera en el grupo Minero Loor*. Samborondón: Universidad Espíritu Santo. Recuperado

el 1 de Septiembre de 2020, de

<http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/1161/1/Tesina%20Juan%20Carlos%20Manzur%20Loor.pdf>

Morales, J., & Silva, R. (2017). Total productive maintenance (TPM) as a tool for

improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an

auto-parts machining line. *Int J Adv Manuf Technol* 92, 1013–1026. DOI

10.1007/s00170-017-0052-4.

Moran, M. (2014). *Fundamentos de termodinámica técnica*. Reverte.

Moreno, R., & Parra, K. (4 de Septiembre a Diciembre de 2012). La Reingeniería de

proceso. Una herramienta en la gestión de negocios caso Cereales Santiago.

*Redalyc - Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, España*

*y Portugal*(4), 85-98. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de

[redalyc.org/pdf/1813/181325081007.pdf](https://redalyc.org/pdf/1813/181325081007.pdf)

Mott, R. (2014). *Diseño de elementos en Máquinas* (Quinta ed.). New Jersey:

Pearson. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de

<https://doku.pub/download/mott-diseo-de-elementos-de-maquinas-5ta-edicion-el9vgk1xekqy>

- Muñoz, A., & Sanunga, G. (2015). *Diseño, construcción e implementación de un molino triturador para producir de 50 a 100 Kg de escama hasta 20 mm PET*. Quito: Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE. Recuperado el 1 de Septiembre de 2020, de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/9730/T-ESPE-048697.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nafis, A., Jamal , H., & Syed, M. (2017). Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case a textile case. *Springer-Verlag London Ltd.*, 239-257 DOI 10.1007/s00170-017-0783-2.
- Obeso , A., & Yaya, J. (2018). *Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado en la empresa INVERSIONES REGAL - Chimbote 2018*. Chimbote-Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería.
- Obeso, A., Yaya, J., & Chucuya, R. (2019). Implementación del Mantenimiento Productivo Total en la mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado. *INGnosis 2019; 5(2).*, 126-138.
- Ocampo Márquez, S. (2020). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA INSTITUCIÓN DE FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN - IFC*. Montería - Córdoba : UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA-FACULTAD DE INGENIERÍA.
- Opina, D. (2012). *La Reingeniería de procesos: Una herramienta gerencial para la innovación y mejora de la calidad en las organizaciones*.
- Osorio, E., & Roy , S. (2016). Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Disponibilidad de la Perforadora Diamantina Superdrill H600 de

la Empresa Maqpower S.A.C. Huancayo, Peru. Recuperado el 16 de 09 de 2020, de

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1657/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ospina, R. (2 de Junio de 2012). La Reingeniería de Procesos: Una herramienta gerencial para la innovación y Mejora de la calidad en las organizaciones. *Redalyc.org, II(2)*, 91-99. Recuperado el 6 de Septiembre de 2020, de [www.redalyc.org/pdf/4096/409634344006.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/4096/409634344006.pdf)

Pardeep, G., & Sachit, V. (2016). Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study. *International Journal of Production Research 54(10)* , 2976–2988. DOI:10.1080/00207543.2016.1145817.

Penkova Vassileva, M. (04 de Octubre de 2007). Mantenimiento y Análisis de Vibraciones. *Ciencia y Sociedad Publica Dominicana, XXXII(4)*. Recuperado el 10 de 09 de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87032407>

Penkova Vassileva, M. (04 de Octubre de 2007). Mantenimiento y Análisis de Vibraciones. *Ciencia y Sociedad Publica Dominicana, XXXII(4)*. Recuperado el 10 de 09 de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87032407>

Pérez Leal, J. (21 de Diciembre de 2017). *QUÉ ES UNA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de ASESORIA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO : <https://asesoriatesis1960.blogspot.com/2017/>

Pérez, Andrés , Gilbert, S., & Pérez, B. (1 de Diciembre de 2017). Reingeniería de Procesos. *3c Empresa - Edición especial*, 81-91. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de [3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art\\_10.pdf](http://3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_10.pdf)

Pinedo, L. (2018). *Aplicación del mantenimiento preventivo para disminuir los costos de mantenimiento de la empresa pesquera ICEF S.A.C – Chimbote 2018*. Lima: Universidad César Vallejo-Facultad de Ingeniería.

Project Management Institute, Inc. (2017). *PMBOK® Guide – Sixth Edition*.

Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok>

Quinga, F. (2014). *Reingeniería e Implementación de circuitos de Control*.

Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 1 de Septiembre de 2020, de

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3131/1/25T00218.pdf>

Ramos Chávez , C., & Mamami Yanque , L. (2018). *EVALUACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO P.O.S. Y BALANCE DE MATERIA EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO*. Arequipa - Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN-FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS.

Renove Tecnología S.L. (2019). *TIPOS DE MANTENIMIENTO*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de RENOVETEC:

<http://mantenimiento.renovetec.com/organizacionygestion/134-tipos-de-mantenimiento>

Renove Tecnología S.L. (2018). *TIPOS DE MANTENIMIENTO*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de RENOVETEC: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento#:~:text=Mantenimiento%20En%20Uso%3A%20es%20el,por%20los%20usuarios%20del%20mismo.&text=Este%20tipo%20de%20mantenimiento%20es,Maintenance%2C%20Man>

- Sánchez, D. (2018). *Diseño y cálculo de un reductor de velocidad para una cinta transportadora*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Recuperado el 7 de Septiembre de 2020, de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/168224/VOLUMEN%201.pdf>
- Sanchez, F., & Pérez, A. (2014). *Mantenimiento Mecánico de Maquinas*. Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Skychillers. (2014). *Recuperado el 23 de 04 de 2015, de Skychillers:*. Obtenido de <http://skychillers.com/que-es-un-chiller.php>
- Sociedad Nacional de Pesquería . (2018). *Aceite de pescado con Omega 3: Súper alimento*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2020, de <https://www.snp.org.pe/aceite-de-pescado/>
- Tamayo, T. (2012). *el proceso de la investigacion cientifica*.
- Tumbaco Pibaque, E. R. (2017). Plan de Mantenimiento Preventivo Aplicado a Sistema Extrusor de Aluminio - Sutton. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/22742/1/Tesis%20Erick%20Tumbaco.pdf>
- Villasana, O. (2014). *Diseño de un condensador de coraza y tubos*. México: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado el 7 de Septiembre de 2020, de <https://docplayer.es/61496571-Disenio-de-un-condensador-de-coraza-y-tubos-t-e-s-i-s-que-para-obtener-el-titulo-de-ingeniero-mecanico-presenta-oscar-daniel-villasana-villagomez.html>

# **ANEXOS**

**ANEXO 1.Planta Nutrifishing S. A.**



**ANEXO 2.Equipo Nutrifishing S. A.**



**ANEXO 3.**Poza de recepción de la planta harinera Nutrifishing S. A.





ANEXO 4.Planta harinera Nutrifishing S. A.





ANEXO 5. Tanques de almacenamiento de aceite de la empresa Nutrifishing S. A.



**ANEXO 6.**Planta evaporadora para la producción de concentrado de la empresa Nutrifishing S. A.





**ANEXO 7.** Reunión de planeación para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo de la empresa Nutrifishing S. A.

