



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA  
HILANDERÍA DE LA FUNDACIÓN FAMILIA SALESIANA SALINAS “EL  
SALINERITO” DE GUARANDA BASADO EN LA METODOLOGÍA TPM.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Mecánico

AUTOR: JONATHAN DANIEL TOPÓN GUALOTUÑA

TUTOR: ESTEBAN LEONIDAS RAMÍREZ GANGOTENA

Quito – Ecuador

2022

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

Yo, Jonathan Daniel Topón Gualotuña con documento de identificación N° 1720892544, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 11 de enero del año 2022



---

Jonathan Daniel Topón Gualotuña  
1720892544

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

Yo, Jonathan Daniel Topón Gualotuña con documento de identificación N° 1720892544, expreso mi voluntad, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “Diseño de un plan para la gestión del mantenimiento de la hilandería de la Fundación Familia Salesiana Salinas “El Salinerito” de Guaranda basado en la metodología TPM.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 11 de enero del año 2022

Atentamente,



---

Jonathan Daniel Topón Gualotuña  
1720892544

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Leonidas Esteban Ramírez Gangotena con documento de identificación N° 1717176356, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA HILANDERÍA DE LA FUNDACIÓN FAMILIA SALESIANA SALINAS “EL SALINERITO” DE GUARANDA BASADA EN LA METODOLOGÍA TPM, realizado por Jonathan Daniel Topón Gualotuña con documento de identificación N° 1720892544, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de enero del año 2022

Atentamente,



---

Ing. Leonidas Esteban Ramírez Gangotena, MSc

1717176356

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a Dios por ser la guía en mi vida ya que gracias a su bendición he logrado alcanzar con todas las metas y objetivos que me he propuesto.

De manera muy especial a mi madre Luz América que gracias a su ejemplo, amor, dedicación, valores, esfuerzo y sabios consejos me han sabido guiar incondicionalmente en el caminar de mi vida.

A mis hermanos Willian y Diego quienes con su ejemplo han sido mi modelo a seguir en mi vida académica y familiar, quienes supieron guiarme como padres dándome lo mejor de ellos sin esperar nada a cambio.

A mi hermana Andrea quien ha sido parte fundamental en todo lo que me he propuesto que gracias a sus consejos y su cariño me han permitido centrarme en mis metas hasta cumplirlas.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por cada día llenarme de bendiciones, por permitirme tener un día más de vida junto a mis seres queridos, por darme la salud y capacidad para poder cumplir con mis sueños por más complicados que estos parezcan.

A todo el personal tanto administrativo como operario de la Hilandería de la Fundación familia Salesiana “El Salinerito” quienes me dieron la apertura y facilidades para llevar a cabo esta investigación.

Un agradecimiento especial para el Ingeniero Esteban Ramírez y al Ingeniero Milton Jami ya que, mediante su ayuda desinteresada, sus conocimientos, dedicación y tiempo me han permitido concluir con el proyecto.

A mis profesores en general, amigos y compañeros, de los cuales llevo grandes recuerdos, así como experiencias compartidas a lo largo de mi vida universitaria.

De igual manera quiero extender un agradecimiento a todas las personas que de manera directa e indirecta colaboraron para la ejecución de este proyecto ya que su ayuda fue de suma importancia.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA .....	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
NOMENCLATURA .....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES.....	2
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1    Gestión del mantenimiento.....	4
1.2    Mantenimiento.....	6
1.3    Tipos de mantenimiento .....	7
1.3.1    Mantenimiento planificado .....	8
1.3.2    Mantenimiento preventivo .....	8
1.3.3    Mantenimiento predictivo .....	10
1.3.4    Mantenimiento correctivo .....	10
1.3.5    Mantenimiento no planificado .....	11
1.3.6    Mantenimiento correctivo no programado.....	11
1.4    Mantenimiento productivo total (TPM) .....	12
1.4.1    Características del TPM .....	13
1.5    Pilares del TPM .....	14
1.5.1    Mejora continua o método Kaizen .....	15
1.5.2    Mantenimiento autónomo o Jisho Hozen.....	15
1.5.3    Mantenimiento planificado .....	16
1.5.4    Mantenimiento de la calidad .....	17

1.5.5	Prevención del mantenimiento.....	18
1.5.6	Educación y entrenamiento.....	18
1.5.7	Áreas administrativas.....	19
1.5.8	Medio ambiente y seguridad.....	20
1.6	Filosofía de las 5S.....	21
1.6.1	Seiri (selección y/o clasificación).....	22
1.6.2	Seiton (organización).....	22
1.6.3	Seiso (limpeza).....	24
1.6.4	Seiketsu (estandarización).....	24
1.6.5	Shitsuke (disciplina).....	25
1.7	Análisis de modo y efecto de la falla (AMEF).....	26
1.8	Plan de mantenimiento.....	28
1.8.1	Tipos de tareas de mantenimiento.....	29
1.9	Conclusión del capítulo.....	30
CAPÍTULO II.....		31
MARCO METODOLÓGICO.....		31
2.1	Métodos de investigación.....	31
2.1.1	Método cualitativo.....	31
2.1.2	Método teórico.....	31
2.1.3	Método empírico.....	32
2.2	Tipos de investigación.....	32
2.2.1	Investigación documental o bibliográfica.....	32
2.2.2	Investigación de campo.....	32
2.2.3	Investigación experimental.....	32
2.3	Instrumentos de investigación.....	33
2.3.1	La entrevista.....	33
2.3.2	Formatos y registros de mantenimiento.....	33
2.4	Situación actual de la hilandería.....	34
2.4.1	Gestión actual del mantenimiento en la hilandería.....	34
2.5	Mantenimiento total productivo (TPM).....	35
2.5.1	Mejoramiento continuo.....	36
2.5.2	Mantenimiento autónomo.....	36
2.5.3	Mantenimiento planificado.....	37
2.5.4	Mantenimiento de la calidad.....	37

2.5.5	Prevención de mantenimiento .....	38
2.5.6	Educación y entrenamiento .....	39
2.5.7	Áreas administrativas .....	39
2.5.8	Medio ambiente y seguridad .....	40
2.6	Filosofía 5S.....	40
2.6.1	Seiri (selección o clasificación) .....	40
2.6.2	Seiton (organización) .....	41
2.6.3	Seiso (limpieza).....	41
2.6.4	Seiketsu (estandarización).....	42
2.6.5	Shitsuke (disciplina).....	42
2.7	Análisis del modo y efecto de la falla (AMEF).....	42
2.7.1	Selección del equipo de trabajo.....	43
2.7.2	Tipo de AMEF a ejecutar .....	43
2.7.3	Funciones del proceso de máquinas y equipos. ....	43
2.7.4	Modos de falla.....	43
2.7.5	Causas potenciales de fallo .....	44
2.7.6	Identificar sistemas de control .....	44
2.7.7	Índices para la valoración de los modos de falla.....	44
2.7.8	NPR o Número de prioridad de riesgo .....	47
2.7.9	Acciones de mejora .....	48
2.8	Indicadores .....	48
2.8.1	Tiempo medio entre fallas (MTBF) .....	48
2.8.2	Tiempo medio de reparación (MTTR).....	49
2.8.3	Disponibilidad total.....	49
2.9	Plan de mantenimiento .....	49
2.9.1	Determinar objetivos y metas.....	50
2.9.2	Equipo y maquinaria a incluir .....	50
2.9.3	Revisar los mantenimientos previos.....	51
2.9.4	Consultar los manuales de los equipos.....	51
2.9.5	Designación de encargados y responsables.....	51
2.9.6	Escoger el tipo, tarea de mantenimiento y ejecutarlo .....	52
2.9.7	Revisión del plan.....	53
2.10	Conclusión del capítulo .....	53
CAPÍTULO III.....		54

DESARROLLO DEL PLAN PILOTO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ....	54
3.1 Inventario de máquinas y equipos .....	54
3.1.1 Codificación .....	55
3.2 Desarrollo de implementación del TPM.....	56
3.3 Pilar I: mejora continua .....	58
3.3.1 Indicadores.....	58
3.3.2 Análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) .....	58
3.4 Pilar II: mantenimiento autónomo.....	61
3.4.1 Ficha técnica.....	61
3.4.2 Lista de chequeo de activos.....	62
3.4.3 Limpieza de equipos .....	63
3.4.4 Lubricación de equipos .....	65
3.5 Pilar III: mantenimiento planificado .....	66
3.5.1 Plan de mantenimiento.....	66
3.5.2 Ordenes de mantenimiento.....	67
3.5.3 Reporte de averías .....	68
3.6 Pilar IV: Mantenimiento de la Calidad.....	69
3.6.1 Mantenimiento de la calidad de las máquinas y equipos .....	70
3.6.2 Mantenimiento de la calidad del proceso.....	71
3.7 Pilar V: prevención del mantenimiento.....	71
3.7.1 Matriz de decisión de compra de activos .....	72
3.8 Pilar VI: áreas administrativas.....	73
3.8.1 Reclutamiento de personal .....	73
3.8.2 Clasificación de proveedores .....	73
3.9 Pilar VII: educación y capacitación.....	75
3.9.1 Plan de capacitación .....	75
3.10 Pilar VIII: seguridad y salud .....	76
3.11 Diseño del plan de las 5S .....	77
3.11.1 Seiri .....	77
3.11.2 Seiton .....	78
3.11.3 Seiso .....	79
3.11.4 Seiketsu .....	80
3.11.5 Shitsuke.....	81
3.12 Conclusiones del capítulo.....	82

CONCLUSIONES .....	83
RECOMENDACIONES .....	84
REFERENCIAS .....	85
ANEXOS .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Tipos de mantenimiento.</i> .....	8
<b>Figura 2.</b> <i>Pilares del TPM.</i> .....	14
<b>Figura 3.</b> <i>TPM en áreas administrativas.</i> .....	20
<b>Figura 4.</b> <i>Filosofía de las 5S.</i> .....	21
<b>Figura 5.</b> <i>Curva de la bañera</i> .....	35
<b>Figura 6.</b> <i>Control de la calidad</i> .....	38
<b>Figura 7.</b> <i>Estructura niveles y sub niveles de una planta</i> .....	51
<b>Figura 8.</b> <i>Interpretación de la codificación de máquinas y equipos</i> .....	55
<b>Figura 9.</b> <i>Diagrama de flujo de la hilandería.</i> .....	57
<b>Figura 10.</b> <i>Análisis del modo y efecto de la falla.</i> .....	60
<b>Figura 11.</b> <i>Ficha técnica.</i> .....	62
<b>Figura 12.</b> <i>Lista de chequeo de activos.</i> .....	63
<b>Figura 13.</b> <i>Programa semanal de limpieza por área y máquina.</i> .....	64
<b>Figura 14.</b> <i>Programa semanal de limpieza por área y máquina.</i> .....	65
<b>Figura 15.</b> <i>Gama de mantenimiento preventivo.</i> .....	67
<b>Figura 16.</b> <i>Orden de mantenimiento.</i> .....	68
<b>Figura 17.</b> <i>Reporte de averías.</i> .....	69
<b>Figura 18.</b> <i>Reporte de operación.</i> .....	70
<b>Figura 19.</b> <i>Plan de capacitación.</i> .....	71
<b>Figura 20.</b> <i>Matriz de decisión de compra de activos.</i> .....	72
<b>Figura 21.</b> <i>Matriz de decisión de compra de activos.</i> .....	74
<b>Figura 22.</b> <i>Plan de capacitación y entrenamiento.</i> .....	76
<b>Figura 23.</b> <i>Ubicación y señalización de máquinas y herramientas.</i> .....	79
<b>Figura 24.</b> <i>Planificación de limpieza.</i> .....	80
<b>Figura 25.</b> <i>Inspección 5S.</i> .....	81
<b>Figura 26.</b> <i>Formato antes y después dentro del área.</i> .....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Gestión del Mantenimiento</i> .....	5
<b>Tabla 2.</b> <i>Aspectos generales del AMEF</i> .....	27
<b>Tabla 3.</b> <i>Índice de gravedad (G)</i> .....	45
<b>Tabla 4.</b> <i>Índice de frecuencia (F)</i> .....	46
<b>Tabla 5.</b> <i>Índice de detección (D)</i> .....	47
<b>Tabla 6.</b> <i>Número de prioridad de riesgo o NPR</i> .....	48
<b>Tabla 7.</b> <i>Tipos de tareas de mantenimiento.</i> .....	52
<b>Tabla 8.</b> <i>Inventario de máquinas y equipos.</i> .....	54
<b>Tabla 9.</b> <i>Codificación de la maquinaria.</i> .....	56
<b>Tabla 10.</b> <i>Objetivos de los indicadores.</i> .....	58
<b>Tabla 11.</b> <i>Comité de trabajo de las 5S.</i> .....	77

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> <i>Ficha técnica máquina batidora.</i> .....	89
<b>Anexo 2.</b> <i>Ficha técnica máquina lavadora – batidora.</i> .....	90
<b>Anexo 3.</b> <i>Ficha técnica máquina centrífuga.</i> .....	91
<b>Anexo 4.</b> <i>Ficha técnica máquina secadora.</i> .....	92
<b>Anexo 5.</b> <i>Ficha técnica cardadora.</i> .....	93
<b>Anexo 6.</b> <i>Ficha técnica máquina lobo (Piker).</i> .....	94
<b>Anexo 7.</b> <i>Ficha técnica máquina hiladora.</i> .....	95
<b>Anexo 8.</b> <i>Ficha técnica máquina madejadora.</i> .....	96
<b>Anexo 9.</b> <i>Ficha técnica máquina retorcedora.</i> .....	97
<b>Anexo 10.</b> <i>Ficha técnica máquina ovilladora.</i> .....	98
<b>Anexo 11.</b> <i>Ficha técnica tina tinturadora Hussong.</i> .....	99
<b>Anexo 12.</b> <i>Ficha técnica tina tinturadora Pegg.</i> .....	100
<b>Anexo 13.</b> <i>Ficha técnica caldero CBL.</i> .....	101
<b>Anexo 14.</b> <i>Ficha técnica caldero CBL1.</i> .....	102
<b>Anexo 15.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina batidora.</i> .....	103
<b>Anexo 16.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina lavadora – batidora.</i> .....	104
<b>Anexo 17.</b> <i>Cronograma de mantenimiento tanque de lavado.</i> .....	105
<b>Anexo 18.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina centrífuga</i> .....	106
<b>Anexo 19.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina secadora.</i> .....	107
<b>Anexo 20.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina cardadora.</i> .....	108
<b>Anexo 21.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina lobo (Piker).</i> .....	109
<b>Anexo 22.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina hiladora.</i> .....	110
<b>Anexo 23.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina madejadora.</i> .....	111
<b>Anexo 24.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina retorcedora.</i> .....	112
<b>Anexo 25.</b> <i>Cronograma de mantenimiento máquina ovilladora.</i> .....	113
<b>Anexo 26.</b> <i>Cronograma de mantenimiento tinta tinturadora Hussong.</i> .....	114
<b>Anexo 27.</b> <i>Cronograma de mantenimiento tinta tinturadora Pegg.</i> .....	115
<b>Anexo 28.</b> <i>Cronograma de mantenimiento caldero CBL.</i> .....	116
<b>Anexo 29.</b> <i>Cronograma de mantenimiento caldero CBL1</i> .....	117

## NOMENCLATURA

<b>AMEF</b>	Análisis de Modos y Efectos de Fallas
<b>TPM</b>	Mantenimiento Productivo Total
<b>MTTO</b>	Mantenimiento
<b>G</b>	Gravedad
<b>F</b>	Frecuencia
<b>D</b>	Detección
<b>NPR</b>	Número de Prioridad de Riesgo
<b>MTBF</b>	Tiempo Medio Entre Fallas
<b>MTTR</b>	Tiempo Medio de Reparación

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar un plan para el manejo de la Gestión del Mantenimiento basado en el TPM, en la Hilandería de la Fundación Familia Salesiana “El Salinerito” la cual se dedica a la producción de hilos de origen animal.

La ejecución de este trabajo se encuentra fundamentada en bases teóricas, así como diversas metodologías que a través del tiempo han dado resultados positivos en diversas empresas por la aplicación del TPM en sus procesos productivos. Por lo cual se efectuó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, en donde se identificó los problemas esenciales, así como los diferentes requerimientos de las áreas productivas orientadas en la gestión del mantenimiento.

Se estableció el diseño de los pilares del TPM conjuntamente con la aplicación de las 5s, la cual busca disminuir el uso de mantenimientos correctivos, paradas imprevistas y aumentos en costos de mantenimiento, así como generar un ambiente laboral limpio y ordenado.

El TPM brinda una solución a la problemática identificada con el fin de establecer una nueva organización en la empresa desde las áreas administrativas hasta las operativas, en la cual el recurso humano será el encargado de llevar a cabo esta metodología.

Es por ello que se vio en la necesidad de ejecutar la elaboración de una guía técnica por medio del software Excel, la cual está constituida por diferentes fichas que le permitirán a la empresa hacer uso en las diferentes actividades con el fin de generar mejoras a futuro.

**PALABRAS CLAVES:** Correctivo, Gestión, Mantenimiento, Mejora, Preventivo.

## **ABSTRACT**

The purpose of the research work is to elaborate a plan for the management of the Maintenance Management based on the TPM, in the Hilandería of the Fundación Familia Salesiana “El Salinerito”, dedicated to the production of animal yarns.

The execution of this work is based on theoretical foundations, as well as various methodologies that over time have given positive results in various companies by the application of TPM in their production processes. Therefore, a diagnosis of the current situation of the company was made, where the essential problems were identified, as well as the different requirements of the productive areas oriented to maintenance management.

The design of the TPM pillars was established together with the application of the 5s, which seeks to reduce the use of corrective maintenance, unplanned shutdowns and increases in maintenance costs, as well as to generate a clean and orderly work environment.

The TPM provides a solution to the identified problem in order to establish a new organization in the company from the administrative to the operational areas, in which the human resources will be in charge of carrying out this methodology.

For this reason, it was necessary to develop a technical guide using Excel software, which is made up of different files that will allow the company to make use of the different activities in order to generate future improvements.

**KEY WORDS:** Corrective, Management, Maintenance, Improvement, Preventive

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo del plan para el manejo del Mantenimiento en la Hilandería de la fundación familia salesiana “El Salinerito” de Guaranda se fundamenta en los ocho pilares de la metodología del TPM, que ayudará a llevar un manejo adecuado en las áreas y actividades que se involucran en el proceso de manufactura, optimizando de manera adecuada el estado de las máquinas, así como de los equipos, permitiendo de esta manera aumentar la calidad del producto y darle un valor agregado a la mano de obra operativa.

La elaboración del presente proyecto se encuentra constituido por tres capítulos los mismos que se resumen de la siguiente manera:

El capítulo uno, describe la fundamentación teórica de los aspectos generales y específicos del mantenimiento y de su gestión, así como la importancia de la aplicación del TPM y sus pilares como una metodología que permita mejorar los procesos productivos desde las áreas administrativas hasta las operativas.

El segundo capítulo utiliza las metodologías de la investigación las mismas que ayudaron a comprender la situación que enfrenta la Hilandería, de igual manera permitieron establecer el diseño de los pilares del TPM conjuntamente con la aplicación de las 5s, la cual busca reducir los mantenimientos correctivos, paradas imprevistas y aumentos en costos de mantenimiento, así como generar un ambiente laboral cómodo, limpio y ordenado.

El tercer capítulo desarrolla el diseño del plan para el manejo del mantenimiento fundamentado en la metodología del TPM la cual proporciona una solución a la falta de organización y estructura del mantenimiento en las áreas y maquinaria de la Hilandería, complementadas por el desarrollo del plan de las 5S el cual permitirá establecer una metodología de orden y limpieza en el cual la participación activa de los empleados influirá en el resultado de la misma.

## ANTECEDENTES

Las industrias comunitarias en el Ecuador han crecido permitiendo que los pobladores de las comunidades sean los principales partícipes y benefactores de las actividades productivas en las que se desarrollan, la mayoría de personas no tienen el conocimiento de la importancia y la rentabilidad que el Mantenimiento Productivo Total o TPM puede aportar.

La problemática nace debido a la carencia de un plan que gestione el mantenimiento adecuadamente basado en metodologías que mejoren su productividad y confiabilidad, por lo que se realizan arbitrariamente dando apertura a un índice más alto en fallas tanto mecánicas como humanas que con el tiempo generarán costos y porcentajes altos de egresos.

La empresa al ser una industria comunitaria cuenta con el aporte humano de los pobladores en la comunidad de Salinas (Guaranda) quienes se encargan de la maquinaria, pero al no contar con conocimientos técnicos de las mismas los procesos de mantenimiento no son gestionados de una manera adecuada

Se suma a esto el hecho de no contar con una adecuada información de la maquinaria al igual que de las actividades de mantenimiento que se ejecutan en cada intervención de mantenimiento.

La formulación de un plan piloto para el manejo de la Gestión del Mantenimiento fundamentado en el TPM propone varios beneficios en su posible implementación, teniendo en cuenta las necesidades, así como, los requerimientos dentro de la empresa, la cual busca reducir los valores generados mediante las actividades de reparación, así como por la compra de repuestos con el fin de fomentar la agilización y seguridad en los procesos productivos, el mismo que genera dentro del personal un sentimiento de satisfacción, inclusión y pertenencia al igual que de compromiso sobre lo que se encuentra a su cargo, generando un ambiente organizado así como un óptimo clima laboral el cual busca aumentar la eficiencia en los procesos así como una mayor productividad.

**Objetivo General:**

Diseñar e implementar un plan piloto para la gestión del mantenimiento de la Hilandería de la Fundación Familia Salesiana Salinas “El Salinerito”, basado en la metodología TPM.

**Objetivos específicos:**

- Definir la situación actual del proceso productivo y de su mantenimiento.
- Definir una base de datos de todos los equipos y máquinas, de la sección de la hilandería con la información necesaria, para una fácil identificación y organización de los mismos.
- Diseñar un plan de mantenimiento unificando equipos, maquinaria, capital humano y puestos de trabajo partiendo de la metodología TPM.
- Implementar el plan piloto del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la sección de la hilandería.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

El objetivo al desarrollar el primer capítulo es la de sustentar de manera bibliográfica la investigación, mediante conceptos y definiciones tanto generales como específicos que formarán parte de la temática a tratar, los mismo que giran en torno a la gestión del mantenimiento, metodología TPM y las 5S determinando los beneficios que pueden dar dentro de la empresa.

### 1.1 Gestión del mantenimiento

La actual situación exige que las empresas incorporen metodologías activas además de estables, que permitan la inmediata manera de contestar a un requerimiento nuevo, logrando ajustarse a las diferentes necesidades, el conservar esa seguridad es un papel en donde las organizaciones conscientemente deben requerirlas para disponer de acciones de mantenimiento fiables al igual que seguras.

El mantenimiento y su buena gestión en un proceso productivo contempla la necesidad de establecer métodos para su gestión y gerencia en cualquier actividad, por lo tanto, es una de las actividades más importantes, ya que, aseguran la disponibilidad de maquinaria, tener un alto ciclo productivo permitiendo de tal manera mejorar los costos de producción.

Zambrano y Leal [1] mencionan que, al momento de hacer uso de la función del mantenimiento, se debe recalcar que los procesos para una adecuada administración y gerencia de cualquier actividad con respecto al mantenimiento se fundamentan en los objetivos mencionados a continuación en la tabla 1, los cuales permitirán mantener un adecuado costo en la etapa funcional de los recursos, además de brindarle correctas ventajas altamente competitivas, procurando de esta manera afirmar la sostenibilidad en la empresa.

**Tabla 1.** Gestión del Mantenimiento [1].

<b>GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>	
Planificar	Con la finalidad de alcanzar las acciones de mantenimiento.
Programar	Utilizar cualquier método, ya sea por medio de un diagrama Gantt, autoría propia, así como de software, para establecer el uso de cada actividad y recurso dentro de un período determinado.
Ejecutar	Llevar a cabo las actividades administrativas vinculadas con la orientación y coordinación del equipo de trabajo de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos.
Archivar	Cada etapa del proceso para obtener información al momento de toma de decisiones.
Seguir	Obtener información que permita realizar ajustes inmediatos a través de la supervisión ideal de las operaciones de mantenimiento.
Controlar	De acuerdo con la normativa establecida, verificar si existen desviaciones en su comportamiento y funcionamiento mediante indicadores que permitan corregirlos.
Evaluar	Con el fin de reducir errores, implementado la experiencia conocida en otras actividades, la cual permita que el proceso sea inteligente, formándose a base de realidades y experiencias.
Retroalimentar	A lo largo del tiempo los buenos resultados obtenidos en los procesos, ejecutarlos para una mejora continua.

Herrera y Duany [2] señalan que, el mantenimiento ha evolucionado con el pasar del tiempo, por lo que es necesario para su aplicación implantar políticas e idas que

generen una adecuada organización, la cual permita manejar los diferentes métodos de mantenimiento, de una manera en la cual se pueda establecer una planificación descriptiva total de las rutas con sus tareas de mantenimiento por ejecutar, a través de la formación de equipos interactivos de estudio y operación, desarrollando sistemas de control así como de gestión global de cada una de las operaciones, con el mínimo costo garantizando el desempeño general y el cumplimiento de cada área así como de equipo de trabajo.

Por lo tanto la gestión del mantenimiento se la puede conceptualizar como la manera para sintetizar las diferentes actividades orientadas a establecer objetivos y prioridades de mantenimiento, mediante la conjunción de actividades técnicas establecidas desde una concepción de acciones administrativas gestionadas a lo largo del periodo de vida de la maquinaria con el fin de conservar o mantenerla en un estado en donde logre llevar a cabo su funcionalidad, estableciendo una optimización continua recordando siempre los aspectos económicos más importantes para la empresa [3].

## **1.2 Mantenimiento**

Con el pasar del tiempo el desarrollo industrial experimentado al inicio del Siglo XIX, ha hecho que el mantenimiento curse una diversidad de etapas. Durante los principios de la revolución industrial, al propio personal operativo se le delegaba aquellas reparaciones de los equipos que utilizaban. Mientras más grande era la exigencia en las industrias, la maquinaria se fue haciendo más compleja, por lo cual se vio necesario una mayor dedicación a las diferentes labores de reparación, de igual manera las labores de mantenimiento se incrementaban, empezaron los primeros equipos a formarse al igual que los departamentos para la gestión de la misma, direccionadas mediante una misión y visión distinta al del personal de producción [4].

A lo largo de la primera guerra mundial, nace el concepto de confiabilidad, esta buscaba una forma adecuada de resolver las averías generadas en las máquinas encargadas a los responsables del mantenimiento. Esto implicó la generación de una nueva estructura en sus departamentos, determinando que estos deben cumplir con la función principal de ejecutar labores que permitan eliminar aquellas averías que

aparecen en el sistema reduciendo así las paradas imprevistas en la producción, así como reducir los valores por la ejecución de la misma [5].

Cevallos [6] explica que se entiende por mantenimiento industrial al desempeño empresarial destinado a mantener en condiciones adecuadas y operativas los equipos e instalaciones tanto de producción como las auxiliares al igual que el de servicios, es por ello que puede mencionarse al mantenimiento como un conjunto de acciones elementales para conservar y restaurar un sistema en un estado que le posibilite asegurar su correcta funcionalidad llegando a tener mínimos costos para llevarlos a cabo.

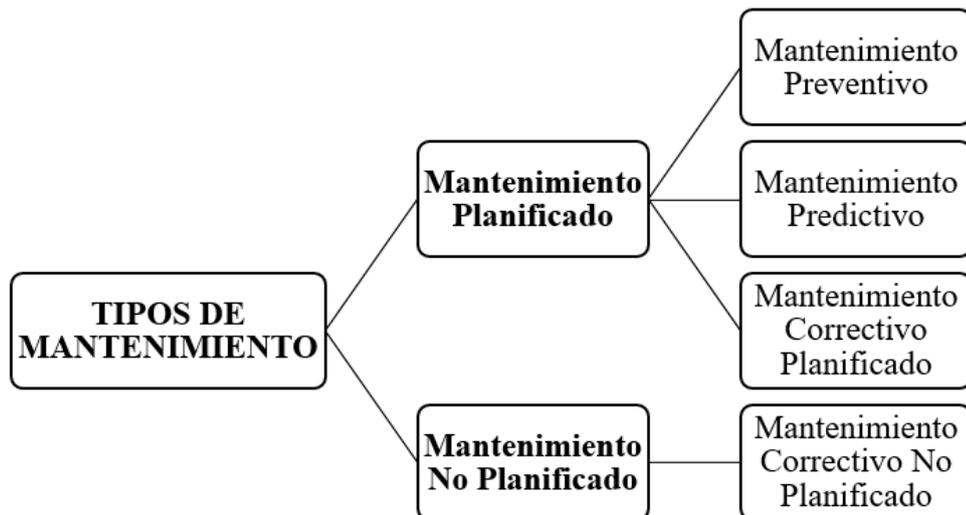
El mantenimiento engloba todas aquellas acciones al igual que técnicas que permiten prevenir fallos, realizar revisiones, lubricación, reparaciones eficaces, entregando al mismo tiempo reglas para un manejo adecuado del mantenimiento de las máquinas, a sus operadores, por lo cual es una ciencia que permite buscar los mejores beneficios para las máquinas, procurando prolongar su vida funcional y operativa de manera rentable para el usuario [4].

Barrios y Ortiz [7] señalan que el grupo de actividades realizadas durante el mantenimiento en los activos de la empresa, permiten reponer o conservar en condiciones adecuadas, con la finalidad de que estos cumplan su meta preestablecida para afirmar la competitividad de la organización, ya que permite generar una elevada confianza y disponibilidad para cubrir con todas las normativas, procesos y requerimientos de calidad al igual que de seguridad así como de control ambiental.

### **1.3 Tipos de mantenimiento**

En una misma empresa u organización pueden existir diversos tipos de mantenimiento, los mismos que varían el carácter de actividades involucradas, siendo muy importante recalcar que algunos de ellos están relacionados con la evolución del mantenimiento industrial.

En la figura 1, se describe los tipos de mantenimiento.



**Figura 1.** Tipos de mantenimiento.  
Elaborado por: Jonathan Topón

### 1.3.1 Mantenimiento planificado

Este tipo de mantenimiento tiene como propósito disminuir la gran variedad de problemas que puedan generarse en las máquinas o equipos, con el fin de eliminarlos mediante una variedad de actividades de mejora tanto preventivos y predictivas.

### 1.3.2 Mantenimiento preventivo

Es un tipo de mantenimiento el cual se ejecuta en un momento en el que no existe ningún tipo de producción, para que este mantenimiento tenga éxito se lo debe aplicar periódicamente, de esta forma el equipo o maquinaria no mostrará ningún indicio de encontrarse total o parcialmente averiado.

Este tipo de mantenimiento es aquel que basándose en el tiempo tiene como fin el de anticiparse a las potenciales fallas que pueden originarse en las diferentes máquinas, por lo general trata de prevenir la presencia de fallas siempre y cuando existan actividades correctamente planificadas [8].

Esta clase de mantenimiento es conocido como de tipo proactivo ya que trabaja inicialmente con los datos proporcionados por los fabricantes, además de utilizar datos estadísticos ligados a los fallos más frecuentes en la maquinaria. Esto produce un grupo

de métodos, así como de procedimientos a desarrollarse en lapsos de tiempo programadas con lo que se busca eliminar las paras en el proceso productivo no programadas, las mismas que se generan por medio de los operarios quienes trabajan en los equipos hasta el momento de presentarse una situación que requiera de una intervención.

El mantenimiento preventivo se fundamenta en señalar y reparar todo tipo de problemas minúsculos como pequeñas calibraciones, de igual manera aquellas actividades que involucran mínimas reparaciones y esfuerzos tales como lubricación y limpieza, así como el cambio de partes anteriormente no planificadas, es por ello que estas actividades permiten tener una alta confiabilidad en los equipos y que estos operen con mayor eficacia y seguridad [9].

La finalidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo es generar una adecuada entrega del proceso manufactura realizado, obteniendo un ahorro considerable en los precios por producción, de la misma manera asegurar aquellos activos de importancia para la empresa.

El ahorro de costos generado en el mantenimiento se puede asumir a diversos factores como disponer de tiempos mínimos perdidos por la consecuencia de reducción de pausas en la maquinaria por desperfectos o averías, mejor preservación además de una larga duración de los activos por no haber necesidad de renovar equipos en un tiempo no establecido, disminución de la cantidad de manufactura rechazada, desperdicios y repeticiones, que son el resultado de obtener condiciones adecuadas del equipo. De igual manera, se debe disponer de mínimas reparaciones en elevadas ocasiones, debido a que estas son prevenidas por medio de reparaciones acertadas y rutinarias. Asimismo, a la hora de implementar un plan de mantenimiento preventivo, existen varias situaciones que deben ser consideradas, las mismas que deben ser revisadas y de ser el caso eludirlas cuando sea necesario [10].

### **1.3.3 Mantenimiento predictivo**

Marcillo [8] menciona al mantenimiento predictivo como un conjunto de actividades objetivas (mediante instrumentos), así como subjetivas (por medio de los sentidos) mediante actividades de inspección en intervalos regulares que permiten predecir fallos en los equipos mucho antes que estos sucedan.

Este tipo de mantenimiento se utiliza de manera anticipada con el propósito de que no intervenga en el proceso productivo o de manera aglomerada en la maquinaria, está conformada por la aplicación de una gama de pruebas no destructivas las cuales permiten establecer un conveniente monitoreo del manejo de las mismas así como identificar cualquier inconveniente existente, teniendo de esta manera una acertada idea para planear de forma adecuada actividades y tareas correctivas que se acomoden a los requerimientos de la maquinaria, por lo cual es necesario conocer las variables o elementos que están implicados en el proceso de manufactura, para de esta manera poder identificar anticipadamente las fallos, los procedimientos comúnmente utilizados incluyen el estudio de vibraciones , análisis por imágenes térmicas y rayos X , estudio mediante ultrasonido (UT), entre otros. [11].

Este tipo de mantenimiento tiene como fin no solo la disponibilidad de la maquinaria si no que la mejora productiva al reducir costos de mantenimiento y paradas innecesarias.

### **1.3.4 Mantenimiento correctivo**

Quishpe[12] señala que el mantenimiento correctivo se lo puedo definir como la agrupación de acciones de reparación, así como de sustitución de elementos que se encuentran en malas condiciones u obsoletos, por repuestos nuevos que se efectúan una vez que surge un fallo, el objetivo principal es poner en actividad el equipo lo más pronto posible y con el mínimo gasto.

Las correcciones de las fallas generadas se efectúan una vez que se dispone del personal necesario al igual que instrumentos para su intervención, datos y repuestos,

este mantenimiento se acopla a los requerimientos del proceso de manufactura, su accionar se encuentra establecido en una planificación, normalmente se efectúa una vez que los elementos de las máquinas y equipos cumplen con su etapa útil [13].

### **1.3.5 Mantenimiento no planificado**

Es un tipo de mantenimiento el cual se presenta una vez que se ha pasado por alto las diferentes acciones de mejora recurriendo a la necesidad de reparos urgentes e inmediatos.

### **1.3.6 Mantenimiento correctivo no programado**

Se establece como un tipo mantenimiento el es cual es innegable de efectuar a pesar de planificar con antelación actividades preventivas, que son efectuadas constantemente al existir casos en los cuales se presenta un desgaste en la etapa funcional de los elementos de la máquina, ya que su propósito es reparar la parte afectada, con el propósito de colocarla nuevamente en marcha. Existen varias razones que pueden producir pausas inesperadas como : carencia de mantenimientos, operabilidad de los equipos en un inadecuado estado de funcionamiento, inconvenientes para la construcción de piezas y mala utilización de la maquinaria por parte del personal [14].

Su intervención se da cuando existe un fallo la misma que causa una menor capacidad de trabajo en la máquina. Entre sus actividades primordiales se encuentra los Overhalls mayores en donde se hace un desmontaje total o una reparación general del equipo. Esta clase de mantenimiento no necesita de estudios ni averiguaciones para su accionar, con ello se consigue un máximo aprovechamiento de los recursos, sin embargo, cabe subrayar que la ocurrencia del fallo es de manera aleatoria, es decir, en el instante menos deseado y menos esperado [12].

Gamarra [10] en su apartado menciona que este tipo de mantenimiento es caracterizado por generar altos valores por la ejecución de mano de obra, precisando una alta accesibilidad de la misma. De igual manera, es muy importante contar con un alto

costo de oportunidad, debido al incrementos en la magnitud de los niveles del inventario de repuestos, para que estos puedan tener una mayor disponibilidad en el momento de efectuar un arreglo para cualquier daño imprevisto. A través de la práctica diaria se puede determinar que, este tipo de mantenimiento es ineludible e imprescindible, ya que es imposible evadir algún problema en un instante definido.

Quishpe [12] menciona que este mantenimiento puede presentar un problema, el cual consta de tener siempre en stock partes o repuestos de difícil adquisición, debido que varios elementos que pueden fracasar en el proceso productivo suelen necesitar de una administración de compra elevado, como se da en los casos de máquinas importadas, en donde algunas de sus partes no existirían en el mercado nacional.

#### **1.4 Mantenimiento productivo total (TPM)**

González [15] en su apartado menciona que el modelo TPM es una herramienta importante a considerar además de ser muy ventajosa de incorporar a una empresa, pero que esta no debe basarse totalmente en un plan de mantenimiento, si no por lo contrario debe generar un plan integrado que incorpore los pilares fundamentales del TPM o por su siglas Mantenimiento productivo total.

La innovación primordial que aplica el TPM, se basa en que el personal operativo es el encargado de ejecutar el mantenimiento básico de su equipo de trabajo. El cual le lleva a conservar su máquina hasta condiciones óptimas de funcionalidad y seguridad, permitiéndole de esta manera desarrollar sus habilidades de identificar inconvenientes potenciales mucho antes de que estas sean generadores de averías.

Cuatrecasas y Torrell [16] mencionan al TPM como una filosofía conformada por la secuencia de acciones estructuradas las cuales una vez establecidas permiten acrecentar la competitividad de una organización. Por lo tanto, el TPM es considerado como una técnica de alta productividad ya que permite generar habilidades competitivas por medio de la exclusión de las imperfecciones originadas en las operaciones.

El TPM, es una metodología que se encuentra fundamentada por el mantenimiento preventivo. Esta metodología tiene como responsabilidad el evitar pérdidas que puedan estar relacionadas con la calidad y el costo durante el ciclo funcional del proceso productivo. Tiene como finalidad perfeccionar el rendimiento de las áreas de trabajo, mediante la participación activa de por parte del capital humano, empezando por el personal administrativo hasta el operativo, ya que de esta forma se buscará que los fallos y deficiencias en el proceso de manufactura no se originen [17].

El Mantenimiento Total Productivo o TPM está enfocado de la siguiente manera:

**T:** procede de la palabra total que define a todas las acciones que se efectúan por parte de quienes conforman la empresa, existiendo tres puntos fundamentales: colaboración del equipo de trabajo, efectividad, metodologías de administración del mantenimiento.

**P:** proviene del vocablo productivo, el cual establece el funcionamiento y productividad adecuada de los equipos y máquinas.

**M:** procede del vocablo mantenimiento, define a todas aquellas actividades diferentes de gestión y transformación de una organización [18].

#### **1.4.1 Características del TPM**

La característica que presenta el TPM descrita por Tuarez [18] es la del objetivo cero, es decir que el valor de cero se debe tener como norma en cualquier actividad, ejemplificando: cero averías, cero despilfarros, cero accidentes, entre otros. Puesto que primero su fin es el de impedir que durante el proceso productivo se presente una avería, si esta acontece es necesario efectuar acciones y métodos que permitan repararla sin necesidad de que esta pierda productividad. Por tal motivo el TPM se apoya en tres principios con lo cual busca conseguir una correcta prevención.

Mantenimiento de todo aquello que es fundamental durante el ciclo de manufactura. Por lo que, es necesario evitar el deterioro prematuro de la maquinaria a través de la gestión del mantenimiento que maximice su alta durabilidad y disponibilidad.

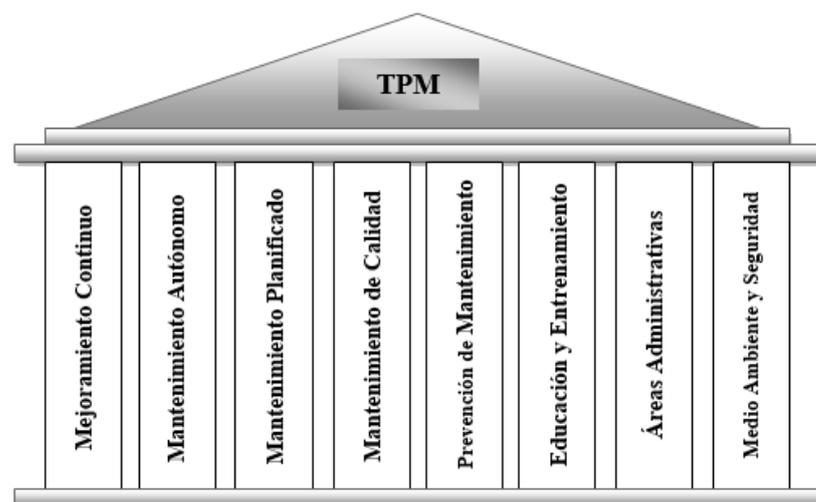
Identificación temprana de irregularidades, las cuales pueden interferir en el estado óptimo de su funcionamiento, las mismas que generan un balance negativo de costos del ciclo productivo, al presentarse altos valores económicos.

Las tareas correctivas presentadas de manera imprevista frente a la identificación temprana de fallos, para lo cual la empresa debe contar con estrategias de acción rápidas, eficaces y adaptables, que permitan eliminar estos potenciales fallos sin generar variabilidad en su funcionamiento ni presentar más adelante averías de alto impacto [18].

### 1.5 Pilares del TPM

El TPM es un modelo direccionado a establecer cero defectos y averías, por lo cual su éxito depende de sus ocho pilares fundamentales que la conforman los cuales se detallan en la figura 2, los mismos que son un sustento para la creación de sistemas de alta productividad.

La misión de cada pilar mencionada por Mora [19] es la de reducir las pérdidas hasta su completa eliminación, siendo estos ocho pilares los puntos más vitales del TPM con los cuales se logra una metodología de mucho orden así como de disciplina, ya que es un mecanismo que transforma el entorno de trabajo y la forma en la que se trabaja.



**Figura 2.** Pilares del TPM.  
Elaborado por: Jonathan Topón

### **1.5.1 Mejora continua o método Kaizen**

Fernández [20] menciona que el primer pilar del TPM desarrolla un grupo de actividades en el cual es necesario el compromiso al igual que la colaboración de las distintas áreas que conforman los procesos de producción, para de esta manera maximizar la eficiencia de la maquinaria a utilizarse mientras esta se encuentre en marcha, el cual se consigue por medio de un trabajo organizado de la maquinaria a utilizarse, de igual manera eliminando de forma general todas las pérdidas presentadas durante los diferentes procesos que se ejecutan en diferentes plantas industriales.

El primer pilar del TPM pretende eliminar seis tipos de pérdidas que se encuentran dentro del proceso de producción los cuales se mencionan a continuación:

- Averías en la maquinaria.
- Acciones de mantenimiento no programados.
- Tiempos de para innecesarios.
- Reducción de velocidad en la maquinaria y ciclo productivo.
- Desperfectos durante el ciclo de producción.
- Déficit de recursos al momento de poner en marcha la maquinaria.

### **1.5.2 Mantenimiento autónomo o Jisho Hozen**

Cuatrecasas y Torrell [16] mencionan que el mantenimiento autónomo se encuentra fundamentado en la eficaz participación del personal operativo en actividades de mantenimiento, los mismos que deberán efectuar diferentes acciones menores de mantenimiento electromecánico, electrónicas o mecánicas en su máquina o equipo, permitiéndole así conservar el sitio de trabajo en condiciones impecables. Este proceso es considerado el de alta importancia en la mejora del ciclo productivo. Tiene como objetivo el implicar al personal operativo en el cuidado de la maquinaria por medio de un elevado nivel de formación, así como de capacitación profesional, estableciendo condiciones óptimas de operación, orden, limpieza y seguridad

Este tipo de mantenimiento tiene como finalidad impedir las averías a través de la incorporación de un método descrito de la siguiente forma:

- Asepsia en todas las áreas de la empresa.
- Reducción de focos de contaminación.
- Uso de técnicas de inspección y auditoria.
- Uso de métodos de auto auditoria de las acciones efectuadas.
- Normalización de los procesos.
- Supervisión de Objetivos.

### **1.5.3 Mantenimiento planificado**

El propósito del pilar que trata el mantenimiento planificado es el de contrarrestar los diferentes inconvenientes que pueda presentar el equipo mediante actividades predictivas, preventivas, así como de mejora. Mediante la adecuada administración de las acciones de mantenimiento por lo que es indispensable disponer de bases de datos específicos al igual que detallados, disposición para organizar los recursos, administración de técnicas de mantenimiento, además de disponibilidad del personal de trabajo motivado en la realización de las actividades a las que han sido encargadas, las cuales buscan anticiparse a las fallas en los procesos de manufactura [10].

Se encuentra fundamentado en comprender el desarrollo presentado en las máquinas de la empresa, teniendo en cuenta la estabilidad existente entre el costo beneficio. Además, tiene como meta mantener la maquinaria en un adecuado estado de funcionalidad a través de acciones planificadas y estructuradas, para de esta forma disminuir notablemente las fallas encontradas en las mismas con el fin de no tener paradas imprevistas en el proceso productivo [20]. Por lo que se establecen ciertas medidas con el propósito de conseguir su objetivo:

- Implementar medidas de acción cotidianas.

- Gestionar planes para el mantenimiento programado.
- Mejorar las condiciones de funcionamiento de los activos con los que cuenta la empresa.
- Administración de repuestos con un amplio stock.
- Mejorar la función de diagnóstico, detección y previsión de averías.
- Gestionar cronogramas para la lubricación de las máquinas.

#### **1.5.4 Mantenimiento de la calidad**

Gamarra [10] describe como la forma adecuada para aumentar la calidad de la producción disminuyendo la diversificación del producto final, enfocándose primordialmente en el cumplimiento de las normativas establecidas, controlando el estado de los recursos, así como el estado de la maquinaria involucrada durante el proceso de manufactura con el fin asegurar la calidad del producto. A menudo durante el proceso productivo los equipos tienden a exponer problemas tales como averías que no necesariamente requieren detener la maquinaria, sin embargo, producen pérdidas debido a que el producto final presenta un cambio de características en su calidad.

Para cumplir con las normativas que se establecen por un órgano regulador es necesario:

- Actividades para el mantenimiento enfocadas a la preservación de la maquinaria con el fin de no generar defectos en la calidad del producto.
- Prevenir desperfectos en cuestión de calidad mediante la certificación del correcto accionar de la maquinaria controlando que estas se encuentren dentro de la normativa técnica.
- Identificar las alteraciones que pueden exponer los activos con la finalidad de anticipar deficiencias las cuales permitan acoger diversas actividades preventivas con el fin de remover una probable anomalía.

- Señalar los elementos fundamentales de la maquinaria que poseen un gran impacto en la creación y la calidad , para así llevar un control continuo de los mismos [20].

### **1.5.5 Prevención del mantenimiento**

La prevención del mantenimiento tiene como finalidad mencionar aquellas acciones que permitan establecer mejoras en las fases de diseño, creación y arranque en la maquinaria, para reducir los costes generados por el mantenimiento durante su etapa funcional. Con lo cual se pretende que al momento de adquirir nuevos equipos las empresas puedan disponer del historial del desempeño de la maquinaria, para de esta manera generar probables mejoras en el diseño. Además, de minimizar radicalmente las posibles fallas que se puedan dar en el momento en el que la máquina esté en funcionamiento durante el ciclo productivo. Las técnicas de mantenimiento preventivas se fundamentan primordialmente en la confiabilidad, por lo cual es necesario contar con una data precisa además de detallada la cual mencione la frecuencia en la cual se presentan las averías y su reparaciones [16].

### **1.5.6 Educación y entrenamiento**

Este pilar según Mora [19] en su apartado mencionada que busca entablar normativas en el cual los operarios , técnicos y personal de otras áreas, se mantengan preparados en el proceso técnico, entrenados, motivados, entre otros, con las mejores metodologías por lo cual se les permita estar en un proceso permanente de crecimiento personal, laboral e institucional. De esta manera lo que se busca es que el capital humano al conocer el funcionamiento de cada máquina este responda de manera eficaz e inmediata ante una falla o un problema.

Varias empresas que han aplicado el TPM aún no han comprendido de que trata este pilar al momento de aplicarlos en sus instalaciones, desconociendo los beneficios que esta puede brindar al aprovechar la destreza y máxima capacidad del personal para lograr aumentar la efectividad al momento de efectuar cualquier tipo de mantenimiento, en su objetivo este busca mejorar la eficiencia educativa, empleando actividades llevadas a cabo por los responsables de las instalaciones industriales. Las habilidades tienen que ver con la acertada manera interactuar con las condiciones

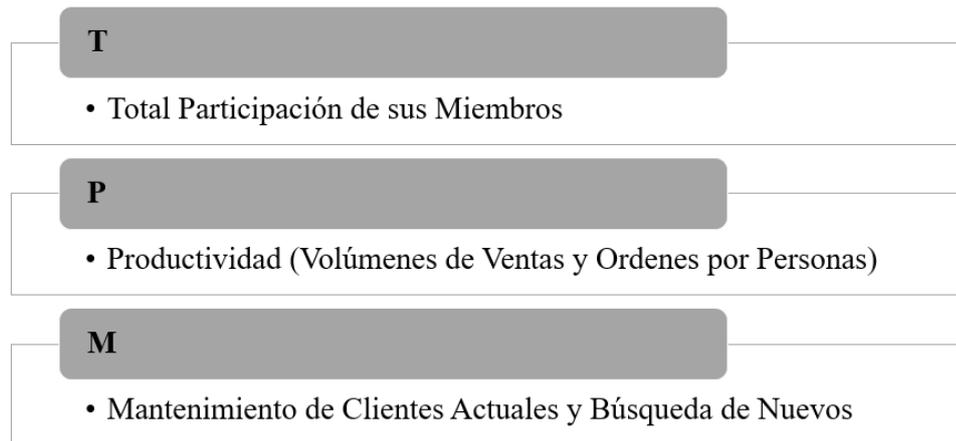
generadas para el desempeño óptimo de los procesos, las cuales han sido adquiridas durante el trabajo diario, así como la experiencia durante el tiempo. Por lo tanto, el TPM requiere de un capital humano que pueda desempeñar las actividades mencionadas a continuación [21].

- Destreza para detectar y descubrir fallos o inconvenientes en las máquinas.
- Comprender el desempeño para cada uno de las máquinas.
- Entender la interacción entre los elementos de la maquinaria y las propiedades de calidad del producto.
- Capacidad para entender, así como para solucionar los inconvenientes presentados durante el proceso.
- Habilidad para mantener el conocimiento e impartir con sus compañeros.
- Destreza para desarrollarse en los sitios relacionados con los procesos industriales.

### **1.5.7 Áreas administrativas**

Es un pilar del TPM el cual busca que las mejoras generadas sean direccionadas e incluidas a estos departamentos y que estas no solo tengan interacción con el personal a cargo del ciclo productivo. Estas mejoras buscan fortalecer las distintas áreas con el fin de unificarlas hasta que logren trabajar en un solo conjunto para conseguir una ponderación en las actividades de las cadenas de valor así como en las de soporte [11].

Este pilar está enfocado en los departamentos administrativos al igual que los de gerencia tales como planificación, desarrollo, administración, ya que no tienen una intervención directa en el proceso productivo, pero gestionan el apoyo necesario para lograr un proceso productivo eficaz, con índices mínimos de valores generados acompañados de disponibilidad de recursos por su excelente gestión y búsqueda e inserción de nuevos mercados. A continuación en la figura 3, se describe la manera en la cual las siglas de TPM toman forma [13].



**Figura 3.** TPM en áreas administrativas.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 1.5.8 Medio ambiente y seguridad

El objetivo de este pilar según Mora [19] en su apartado es la de consolidar una metodología con la cual se llegue a tener cero accidentes y contaminantes, con la finalidad de generar entornos más seguros, así como asépticos que cumplan con los requisitos de cuidado ambiental, con lo cual se genera un mejor clima laboral y una mayor adaptabilidad en el puesto de trabajo.

Las ventajas inmediatas de implementar este pilar son para prevenir los accidentes recurrentes con pérdida de tiempo, además permite disminuir el número de accidentes menores, así como las fallas en el sistema ambiental. Esto genera un ahorro económico directo en el costo de la contención, la investigación y la indemnización, así como el impacto reputacional [12].

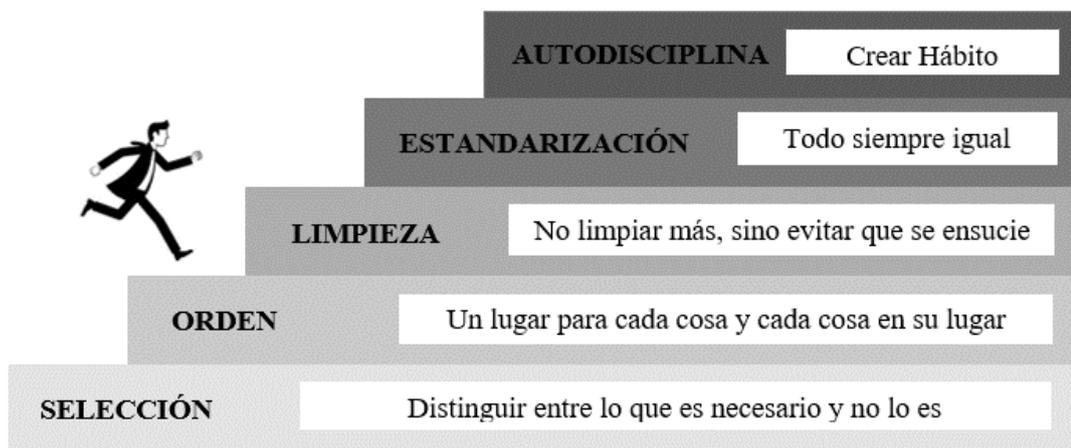
Las actividades que se efectúan para lograr el cumplimiento de esta filosofía se las describen a continuación:

- Generar normativas de seguridad del equipo e instalaciones.
- Conseguir un clima laboral seguro.
- Establecer un entorno laboral de alta calidad.

- Disminuir las fuentes de contaminación ambiental.
- Cuidar la asepsia y salubridad de quien conforman el capital humano.
- Gestionar las tareas de aseo y limpieza.

## 1.6 Filosofía de las 5S

Esta filosofía fue desarrollada por Hiroyoki Hirano en los años 60, conocida popularmente como 5'S, nombradas así por las terminologías japonesas seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke las mismas que, representan, selección, orden, limpieza, estandarización y autodisciplina. En la figura 4 se detalla la filosofía de las 5S, la cual establece el orden en la que esta se debe aplicar.



**Figura 4.** Filosofía de las 5S.  
Elaborado por: Topón Jonathan

Ochoa y Valverde [21] mencionan que esta filosofía se fundamenta en el trabajo eficaz, ordenamiento de las áreas y procesos normalizados. Las 5S mejoran el ambiente laboral, reducen los desechos en aquellas actividades que no generan un valor agregado, paralelamente incrementan la seguridad al igual que la eficiencia de la calidad.

Generalmente, las 5S están catalogadas como prácticas industriales de mayor alcance al igual que de beneficio, constituyéndose en un instrumento moderno para el mantenimiento, primordial al momento de ser aplicada en las distintas operaciones ya

sean estas correctivas, predictivas, modificativas o predictivas, gestionadas así como direccionadas por medio de un plan global del mantenimiento [10].

El desarrollo de la filosofía de las 5S mencionado por Tavares [22] se argumenta en acciones de aseo, limpieza , así como de orden en las áreas de trabajo, las cuales por su simplicidad permiten la colaboración de reducidos grupos dentro la empresa. Se fundamentan en que cada integrante que conforma el aporte en el mejoramiento de su área de trabajo, en el cual permanece la mayor parte de su turno laboral.

### **1.6.1 Seiri (selección y/o clasificación)**

Se conceptualiza como la forma de agrupar y ordenar los recursos inservibles e inútiles en el espacio de trabajo para luego excluirlas de las labores programadas, controlando el flujo de cosas para no generar estorbos al igual que recursos necesarios que produzcan despilfarros, desaprovechamiento del tiempo en colocar recursos o materiales inservibles debido a la falta de espacio, entre otras [20].

En la práctica, existen diversas maneras de realizar esta clasificación, una forma efectiva, así como usual consiste en usar unas tarjetas rojas colocadas en cada artículo para identificar elementos que no sean necesarios para la producción para luego decidir hay que considerarlos como un desecho. Los beneficios del Seiri son varios entre los cuales se encuentran mayor disponibilidad de espacio, control de inventarios de manera correcta, reducción de costos y la disminución del índice de accidentes.

### **1.6.2 Seiton (organización)**

Se fundamenta primordialmente en la forma de implantar la manera en la cual deben colocarse e identificarse los recursos requeridos, con la finalidad de que estas sean identificables fácilmente para utilizarlos y posteriormente reponerlos. Su buen accionar permite que se disminuya de manera considerable el tiempos en reconocerlos y ubicarlos, de igual manera permite la detección instantánea de un recurso o elemento extraviado [23].

Tavares [22] menciona que para su aplicación se debe contar con un lugar conveniente para cada recurso establecido como fundamental. Dichos lugares deben contar con espacios correctamente enmarcados con la finalidad de localizar fácilmente los elementos usados con mucha o poca periodicidad, los mismos que permitirán disminuir los movimientos al igual que tiempos innecesarios en estas acciones. Para lo cual se hace uso de la identificación visual como un factor de fácil percepción, de tal forma que posibilite aquellas personas alejadas al área efectuar una adecuada disposición.

La forma en la que actúa se enfoca en mantener todo en su lugar partiendo de una filosofía de almacenamiento eficiente y efectivo:

- ¿Qué recursos necesito para realizar mis labores?
- ¿En qué lugar necesito tenerlos?
- ¿Cuántos elementos necesito?

Muchas de las metodologías requeridas para efectuar este proceso de se describen a continuación:

- Señalética mediante pintura llamativa en los pisos los cuales permitan reconocer adecuadamente las ubicaciones y áreas de trabajo ya establecidas.
- Cartillas con señalética en lugares de fácil visibilidad.
- Estanterías donde se pueda encontrar los diferentes elementos de aseo del área de trabajo.
- Coches o cajas portátiles de herramientas.

### **1.6.3 Seiso (limpeza)**

Rodríguez y Roncallo [24] mencionan que el primer tipo de inspección primordial y fundamental en las máquinas y equipos debe ser considerada la limpieza, ya que esta posibilita mejorar continuamente el área de trabajo mediante el hallazgo constante de imperfecciones que se vayan presentado, esta debe ser siempre realizada por el operario del lugar de trabajo. Se basa primordialmente en limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

Al momento de limpiar es importante detectar las fuentes de suciedad existentes que por lo general se dan en lugares donde se generan a menudo residuos y desperdicios tales como virutas, caídas de elementos, pérdidas de lubricante, entre otras, con lo cual se busca de esta forma eliminarlos para así no tener que realizarlo constantemente, ya que se busca preservar los equipos en un óptimo estado, pero minimizando el tiempo en el cual se ejecuta la limpieza [20].

Seiso permite examinar el entorno a fin de detectar las deficiencias y eliminarlas, anticipándose para prevenir defectos, para su aplicación se debe considerar las siguientes características:

- Incorporar las acciones de limpieza como un trabajo rutinario.
- Inspección diaria y rutinaria de las acciones de limpieza.
- Orientar a la exclusión de los puntos generadores de suciedad.
- Mantener los recursos en un adecuado estado, el cual implica reemplazar aquellos elementos faltantes, acoplarlos de la manera más eficiente para su uso y restaurar los que por distintos motivo dejaron de funcionar [20].

### **1.6.4 Seiketsu (estandarización)**

La etapa de estandarización implica definir un adecuado procedimiento en el cual la organización y el orden sean elementos primordiales para generar así un mejor clima

laboral, su objetivo es la de conservar los niveles logrados en la normalización de actividades, así como el de procesos. Esta normalización puede ser de la manera más sencilla, mediante un papel, una fotografía o una ilustración [20].

Se centra en normalizar las prácticas más adecuadas en las diferentes áreas. En la cual el capital humano es participe del progreso de dichas prácticas normalizadas, las mismas que son fuentes importantes de información referente a las actividades que se efectúan en el proceso productivo, aunque por lo general no son tomadas en cuenta por la alta gerencia [21]. Es importante considerar para la correcta implementación de la metodología Seiketsu lo siguiente:

Implantar una lista de chequeo rutinaria de la maquinaria la misma que permitirá verificar su estado mediante auto auditorias.

Generar un sistema de auditoría interna en la que cada área tiene la función de garantizar que la ejecución de las 5S vayan desarrollándose, evolucionando y fortaleciéndose [6].

### **1.6.5 Shitsuke (disciplina)**

Gamarra [10] establece que el objetivo del Shitsuke es establecer un hábito del uso cotidiano de los distintos procesos normalizados, su desarrollo se fundamenta en la cultura de la autodisciplina que la hace la más compleja de lograr e implementar, debido a que el ser humano por naturaleza no permite establecer cambios que lo hagan salir de su zona de confort.

Entrena al capital humano que influye en el ciclo de producción a que mantengan orden, disciplina, autonomía, limpieza, a través del tiempo, los encargados del proceso de implantación reconocerán los beneficios tanto colectivos e individuales que genera la aplicación de las 5S. Los responsables generarán diversos sistemas o mecanismos que permitan llevar a cabo un control que facilite su aplicación por lo cual también permita fortalecerla [20].

La adaptación de esta filosofía se enfoca en crear en el capital humano un sentido de pertenencia, en el cual se sientan cómodos en el lugar donde se desarrollan, el deseo de superación continua les motiva a entregar productos de mejor calidad y tener una mayor respuesta a los requerimientos, logrando que la compañía o empresa sea competitiva en el mercado [10].

Cuando se ha implementado de manera acertada la filosofía de las 5S, esta incrementa la moral, ya que genera sensaciones favorables de eficiencia entre productores, clientes, así como del personal que conforma la empresa.

### **1.7 Análisis de modo y efecto de la falla (AMEF)**

El AMEF se establece como una herramienta ocupada principalmente por la industria automotriz en el ensamblaje de automóviles, por lo que es importante resaltar su aplicación para determinar las razones de las potenciales averías en los procesos de cualquier clase de organización al igual que los productos, ya sea que estos se hallen en etapa de desarrollo o de operación; cabe recalcar que esta metodología es ejecutable en procesos administrativos al igual que de servicios [13].

Se puede decir que es un proceso ordenado el cual permite detectar las posibles fallas a generarse antes de que estas se presenten, ya sea en la fase previa de estudio y diseño del producto, así como el de un servicio, con la finalidad de minimizarlas hasta poder eliminarlas, mediante el gestionamiento de actividades concretas y dispositivos de control.

González et al. [25] define al AMEF como una metodología analítica que posibilita detectar los inconvenientes así como las fallas antes de que estos ocurran afectando a los procesos al igual que a los productos sometidos a un entorno operacional, a través de la ejecución del AMEF se puede extraer aquella documentación elemental, la misma que permite tener una guía la cual permita poder prevenir las posibles fallas, mediante una adecuada selección de actividades de mantenimiento.

Para facilitar y agilizar la documentación es importante contar con los siguientes aspectos generales mencionados en la tabla 2.

**Tabla 2.** Aspectos generales del AMEF [6].

<b>ASPECTOS GENERALES DEL AMEF</b>	
Función del Activo	Se conceptualiza como el funcionamiento esperado en un equipo o herramienta para llevar a cabo un objetivo.
Funciones Primarias	Es la finalidad fundamental que cumple el activo, para lo cual fue creado, es decir, para lo cual es necesario y de lo que es capaz.
Funciones Secundarias	Son aquellas que aguantan el cumplimiento de las funciones primarias, entre ellas, integridad ambiental y estabilidad, seguridad, control, bienestar, aspecto y dispositivos de protección.
Falla Funcional	Se define como el incumplimiento de una función, esta puede ser parcial o total. La falla funcional total es aquella en la que se prueba una incapacidad absoluta de llevar a cabo la función primordial del activo mientras tanto que en la falla funcional parcial se cumple, pero no de manera total
Modos de Falla	Son las diversas maneras, métodos y posibilidades en las que puede fallar un equipo o componente capaz de producir una pérdida total o parcial.
Producto de la Falla	Es la prueba o los hechos de que una falla se ha generado, indicando su secuencia desde que esta inicia hasta que culmina la falla, y donde es aconsejable establecer las consecuencias que esta ha producido, esto incluye el efecto en la seguridad, aseo, económico y operacional de la falla.

La aplicación del AMEF involucra diversos beneficios , los mismos que se presentan a continuación [21].

- Aumento en la fiabilidad del proceso, estabilidad de los productos, mejoramiento de la calidad,
- Genera una empresa competitiva de buena imagen ante la competencia.
- Se enfoca en darle satisfacción al cliente.
- Disminuir los tiempos, así como los valores generados durante el desarrollo del producto, además de un acompañamiento continuo.
- Documentar todas las diferentes acciones de seguimiento para reducir los riesgos [21].

### **1.8 Plan de mantenimiento**

García [26] menciona que un plan de mantenimiento es un formato técnico el cual engloba los diversos procedimientos a efectuarse en una empresa, con el fin de acreditar los porcentajes adecuados para disponer de la maquinaria previamente establecidos. Se puede describir como un documento vivo, puesto que continuamente se encuentra en modificaciones, resultado del estudio experimental a través de un tiempo estimado, así como del estudio indicadores de gestión que se vayan estableciendo.

La generación de un plan de mantenimiento cursa una secuencia de etapas, la primera etapa establece una división en la planta industrial por áreas, creación de un inventario de máquinas, codificación, designación del tipo de mantenimiento que mejor se acomoda a las necesidades de la máquina durante el proceso productivo. Una vez que se haya ejecutado esta etapa, se dispone a crear una lista que contenga aquellas actividades básicas así como específicas a ejecutarse en un plan detallado de mantenimiento [27].

### **1.8.1 Tipos de tareas de mantenimiento**

Se detallan todas aquellas acciones que se realizan con el fin de lograr el objetivo de evadir un fallo o reducir sus efectos, estas actividades pueden ser de diferentes tipos según la necesidad [26].

**Tipo 1:** inspecciones visuales representan un costo mínimo, por lo cual es de suma importancia que se realicen a todos los equipos.

**Tipo 2:** aquellas tareas de lubricación, rentables por los rubros mínimos generados se deben ejecutar continuamente.

**Tipo 3:** verificaciones del correcto funcionamiento mediante la obtención de datos en el PLC en el cual los equipos estén conectados a una secuencia de indicadores para su operabilidad.

**Tipo 4:** verificaciones de funcionamiento mediante la ayuda de instrumentos de medición externos los que pueden ser de dos tipos sencillos (termómetros, pinzas amperimétricas, tacómetros, multímetros, entre otras) y complejas (cámaras termográficas, analizadores de vibraciones, ultrasonidos, rayos X, entre otros.), los cuales son desplazados y usados simultáneamente en varios equipos por lo cual no es necesario su permanente conexión.

**Tipo 5:** es aquella limpieza técnica condicional a ejecutarse según el estado operativo del equipo.

**Tipo 6:** son aquellos ajustes por condición que se efectúan en aquellos equipos que muestren síntomas.

**Tipo 7:** tipos de limpieza técnicas metódicas, programadas en un tiempo definido sin tomar en cuenta como se encuentre el equipo.

**Tipo 8:** calibraciones metódicas efectuadas a pesar de que se no haya presentado indicios de desajuste en el equipo.

**Tipo 9:** reemplazo sistemático de elementos o repuestos sin comprobar su estado, se realiza una vez comprobado las horas de servicio o mediante una programación agendada.

**Tipo 10:** revisiones de gran escala con la renovación de diferentes piezas que han sufrido un notable desgaste.

Una vez que se haya determinado el tipo de mantenimiento que se desea realizar en los equipos, es fundamental precisar que tareas serían las más viables. En el caso de un tipo correctivo para equipos, serán posibles efectuar solo acciones del tipo 1, 2, y en algunos determinados casos del tipo 3. Para los equipos en estado crítico que dispongan de un tipo predictivo serán posibles las, 4, 5,6. Mientras que para los equipos con un índice crítico medico es posible efectuar todos los tipos mencionados de tareas, sin embargo, para los equipos más críticos, es importante que la toma decisiones en el proceso productivo y las frecuencias de mantenimiento sean desarrolladas en base a las experiencias documentadas de los análisis anteriormente elaboradas [27].

## **1.9 Conclusión del capítulo**

Mediante la investigación se puede concluir que la adecuada gestión y desarrollo de actividades de mantenimiento, así como la metodología TPM conjuntamente con las 5S, tienen un efecto significativo en el proceso productivo en aquellas empresas que buscan sobresalir en los diferentes campos industriales, ya que estos les permiten generar grandes ventajas de orden, limpieza, disminución de costos, seguridad y calidad en todas las áreas en las que se las ejecuta.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En la siguiente capitulación se dará una descripción concisa al igual que estructurada de los métodos e instrumentos de investigación que mejor se adapten a las necesidades del proyecto con el fin de formular un plan de gestión detallado del mantenimiento para la maquinaria que conforma la Hilandería de la Fundación Familia Salesiana “El Salinerito”.

#### **2.1 Métodos de investigación**

Se determinan métodos de investigación a los diferentes procesos rigurosos, que el investigador debe seguir con el fin de adquirir el conocimiento necesario para alcanzar con los objetivos planteados al inicio de la investigación.

##### **2.1.1 Método cualitativo**

Este método de investigación permitirá generar teorías e hipótesis, teniendo como base la intuición del investigador haciéndola de naturaleza flexible, evolucionaria y recursiva.

Además, permitirá que el investigador cumpla un papel importante en su trato exhaustivo con las personas que tienen una relación directa e indirecta durante el proceso de la investigación.

##### **2.1.2 Método teórico**

Con este método se pretende establecer el análisis documental con el fin de obtener un sustento teórico y científico adecuado de los conceptos existentes en relación del tema en cuestión.

### **2.1.3 Método empírico**

Permitirá conocer de manera más profunda las realidades dentro de la planta de la Hilandería mediante recursos conversacionales y muestras representativas entre otros, que ayudarán a construir nuevos conocimientos partiendo de otros que se conocía anteriormente.

## **2.2 Tipos de investigación**

Se puede decir que son los diferentes sistemas que sirven para obtener el conocimiento, sin embargo, existen diversas discusiones sobre los tipos de investigación, ya que muchas de ellas se acoplan según las situaciones, estilos, enfoques y modalidades de investigación.

### **2.2.1 Investigación documental o bibliográfica**

Es un aquella que se fundamenta en la obtención y estudio de datos e información, mediante materiales impresos u otros documentos tales como libros, artículos científicos, fichas técnicas, manuales además de otras fuentes bibliográficas, con lo que se posibilita llevar a cabo una investigación autónoma [28].

### **2.2.2 Investigación de campo**

Es un tipo de investigación comúnmente conocida y usada para obtener los datos de manera directa en el lugar exacto donde ocurren todos los hechos, la información es procedente de entrevistas efectuadas al personal que influye directamente en el proceso productivo [28].

### **2.2.3 Investigación experimental**

Es un tipo de investigación que sirve para la familiarización con la empresa, se fundamenta principalmente en la observación y vivencias adquiridas, permitiendo al investigador solucionar inconvenientes u obstáculos que logren surgir mediante la ejecución del proyecto [28].

## **2.3 Instrumentos de investigación**

Son las diferentes herramientas de las cuales el investigador hace uso para encontrar el conocimiento, así como los datos más relevantes con las cuales establecerá las bases y el desarrollo del proyecto.

### **2.3.1 La entrevista**

Es un instrumento conversacional con una o más personas de alta relevancia en la investigación, la cual permite poseer información detallada acerca de un tema específico.

Este diálogo permite tener una cercanía y confianza entre los actores, con la confianza generada el entrevistado aporta con temas de alta importancia que en varios casos son reservadas, los mismos que serán registrados, así como analizados con el fin de generar datos bases para la construcción de soluciones a problemas encontramos.

### **2.3.2 Formatos y registros de mantenimiento**

El personal de operaciones, así como el personal técnico son los encargados de contar con la diferente documentación a continuación mencionada, la cual será un aporte importante para la recolección de información, así como para el gestionamiento del plan de mantenimiento.

**Manuales y fichas técnicas:** Son documentos elaborados referenciados a personas con conocimientos técnicos en un área específica, el cual recoge las características, funcionamiento y aspectos importantes de cada equipo, permitiendo así acceder a la información detallada de una manera ordenada y a la vez concisa.

**Historial de revisiones y reparaciones:** Es un tipo de documento en el cual se va registrando cada una de las acciones efectuadas en la ejecución del mantenimiento ya sean de tipo preventivas, predictivas o correctivas de una maquina o equipo.

**Listado de máquinas y equipos:** Inventario en el cual se detalla la ubicación, código del equipo, así como el estado de todos los activos de la empresa.

**Plan de mantenimiento:** Tipo de documento el cual describe aquellas acciones de mantenimiento a ejecutarse dentro de un tiempo programado, con el fin de reducir fallas o averías no programadas en una maquina durante el proceso productivo.

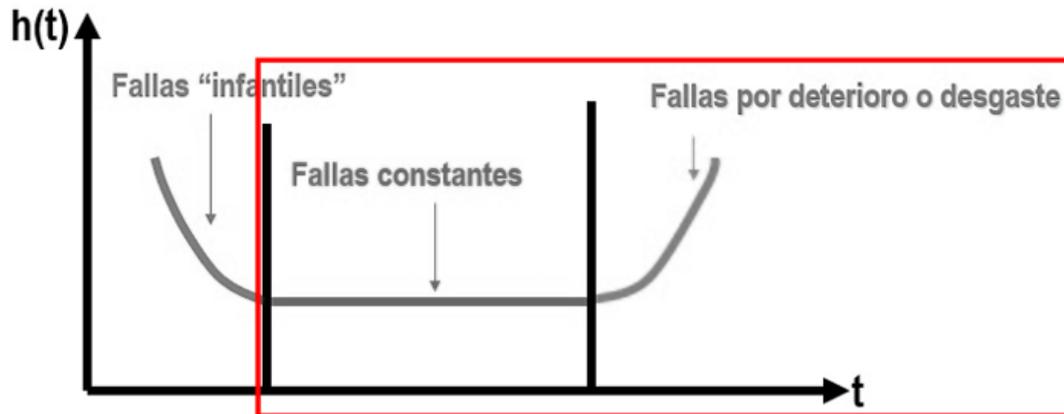
## **2.4 Situación actual de la hilandería**

La Hilandería, actualmente se encuentra dedicada a la producción de hilo de lana de oveja, provenientes de productores comunitarios e independientes de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo al igual que Bolívar, es una empresa netamente comunitaria por lo cual toda su mano de obra se encuentra formada por los campesinos de la parroquia de Salinas y sus alrededores, esta industria tiene como objetivo mejorar los ingresos económicos y las condiciones de vida en aproximadamente 150 familias inmiscuidas de manera directa e indirecta en el negocio.

### **2.4.1 Gestión actual del mantenimiento en la hilandería**

Actualmente la Hilandería consta de 15 máquinas funcionales para su ciclo productivo divididas en 5 áreas las cuales son lavandería, preparatoria, hilatura, tintorería, calderos, la mayor parte de las máquinas mencionadas provienen de donaciones de fundaciones amigas provenientes de Canadá y Bélgica las mismas que en otras empresas han sido dadas de bajo por sus años de creación así como de funcionamiento declarándolas totalmente obsoletas, tal es el caso de la máquina lavado la cual fue patentada en el año 1915 y su información pertenece a un museo de Estados Unidos que trata sobre la industria textil. Otras máquinas han sido adquiridas por parte de la fundación por un precio no muy elevado que de igual manera han sido dado de baja en otras empresas que relativamente se podrían considerarse como nuevas y con tecnología un poco más actual dentro de la industria textil.

La estrategia con la que la empresa maneja el mantenimiento es de manera ineficiente ya que al no existir un departamento como tal estructurado se ha visto gestionado de manera empírica y arbitraria, basándose netamente en mantenimientos correctivos por encima de los preventivos. La figura 5 mediante la curva de la bañera se permitirá describir de mejor manera el estado en el cual se encuentran las máquinas dentro de la hilandería.



**Figura 5.** Curva de la bañera  
Elaborado por: Topón Jonathan

**Fallas constantes:** es una etapa en la cual abarca la mayor parte del ciclo funcional de la maquinaria en este periodo, la probabilidad de ocurrencia de las fallas tiende a ser casi constante en toda la etapa, la mayoría de fallas son generadas por la mala operación, defectos en la materia prima, falta de lubricación por parte de los operarios, así como malas prácticas de mantenimiento, repuestos de baja calidad.

**Fallas por deterioro o desgaste:** al ser máquinas que datan de más de 60 años de creación, así como de funcionamiento y al ser obsoletas en otras empresas, estas se encuentran en su etapa terminal de vida útil por lo cual la tasa de incrementos de falla aumenta generando un alto costo relacionados a los procesos de reparación.

Las fallas más comunes que se encuentran son debido al desgaste mecánico, fatiga, corrosión, muchas de estas son generadas debido a varios factores entre los cuales datan malas prácticas de mantenimiento generadas durante años.

## 2.5 Mantenimiento total productivo (TPM)

Es una filosofía japonesa creado en los años 70 con el fin de establecer fabricas inteligentes que buscan reducir las 6 pérdidas originadas en los procesos de manufactura los mismos descritos de la siguiente manera:

- Averías de la maquinaria generando paradas imprevistas.

- Acople de la maquinaria originada por el cambio en el ciclo productivo, por lo que es fundamental la sustitución de áreas de trabajo o elementos de la maquinaria.
- Paradas menores debido al apareamiento de cuellos de botella o inadecuadas condiciones para la funcionalidad de la maquinaria.
- Disminución del tiempo en el ciclo de trabajo, originados por la falta de condiciones necesarias de trabajo establecidas originalmente en la maquinaria.
- Fallos en el proceso de manufactura, generando un producto final de baja calidad que no se acercan a los estándares propuestos.
- Tiempo perdido, al acoplar un nuevo proceso de manufactura, etapa de diseño así como de pruebas y su puesta en marcha [29].

Para cumplir con la filosofía del TPM dentro de la empresa, es fundamental tener claro cada uno de los pilares que la componen, que buscan organizar y gestionar el proceso productivo, así como dar soporte a los diferentes equipos que intervienen en el mismo.

### **2.5.1 Mejoramiento continuo**

El primer pilar busca examinar los distintos problemas que se originan en los equipos, intentando encontrar la raíz del fallo que mediante acciones correctivas faciliten las condiciones de servicio, estas acciones pueden ser Análisis de Criticidad o Análisis de modo y efecto de falla (AMEF), las cuales mediante su correcta aplicación puedan permitir maximizar su efectividad permitiendo cumplir el objetivo de cero fallas.

### **2.5.2 Mantenimiento autónomo**

Busca la participación activa del personal quienes a través de capacitaciones como de entrenamientos técnicos puedan efectuar acciones básicas de mantenimiento con el fin de no actuar como un vocero cuando estas fallas se generen en el proceso productivo, por lo cual se propone que el personal operario se involucre en actividades de limpieza, lubricación así como en el aseguramiento de piezas claves que por el funcionamiento

puedan aflojarse, para de esta manera asegurar un equipo seguro, confiable además con un alto funcionamiento.

Dentro de este mantenimiento se pueden gestionar acciones de limpieza, así como inspecciones visuales rutinarias de los elementos básicos, permitiendo de esta manera detectar posibles fallos para actuar de manera oportuna como eficaz.

Con el fin de llevar una correcta gestión en el mantenimiento es necesario documentar el proceso realizado mediante ficheros técnicos u hojas de control, en la cual se detalle cada una de las actividades efectuadas, componentes a ser sustituidos o a su vez mejorados con el fin de asegurar un equipo completamente funcional.

### **2.5.3 Mantenimiento planificado**

Se lo conoce también como mantenimiento progresivo. En este pilar se encuentran las diferentes actividades que se efectúan de manera metódica con el fin de prevenir fallos en las máquinas. Es necesario que para gestionar estas acciones que el operario o el personal técnico, deba llevar consigo toda la información adecuada de la maquinaria o equipo a intervenir.

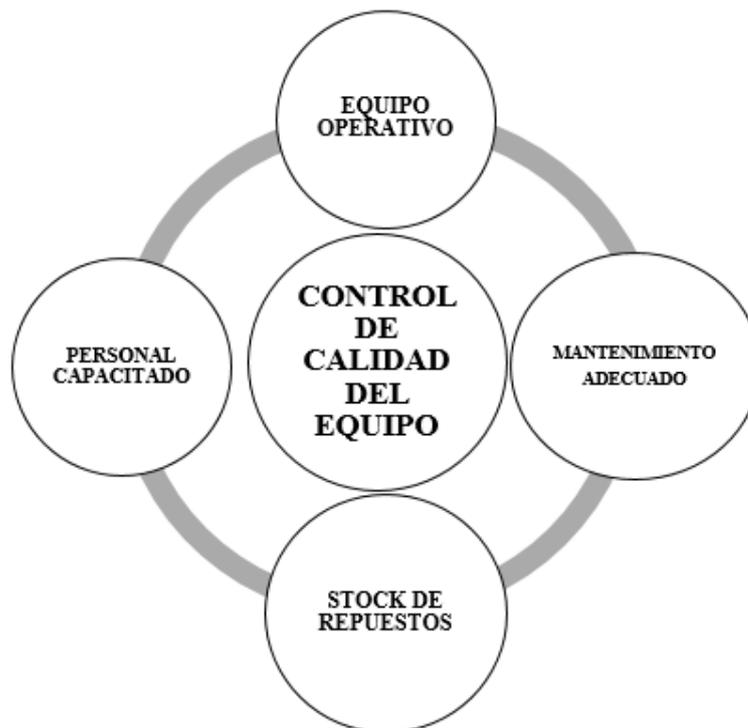
Para cumplir con el objetivo de este pilar se debe efectuar un cronograma de actividades para realizar el mantenimiento de la maquinaria ya sean de tipo preventivo, correctivo o predictivo, por lo cual se deben contar registros históricos de estos procesos y a su vez establecer nuevos registros en la cual se priorice el tiempo de utilidad de un componente en base a las horas de trabajo.

### **2.5.4 Mantenimiento de la calidad**

Se entiende como el pilar que está encaminado a la preservación del producto como resultante final de la cadena productiva, estableciendo, así como objetivo principal el conseguir cero fallas en la maquinaria, además de asegurar un producto cero defectos.

El llevar a cabo una optimización de calidad dentro de una empresa es la de reducir los valores innecesarios generados a través de mejoras continuas en el proceso productivo, por lo cual para llevar un correcto control de su aplicación es necesario efectuar análisis y mediciones periódicas de los cambios efectuados.

Es necesario determinar algunos patrones con los cuales se permita asegurar la calidad en la empresa los cuales se detallan de mejor manera en la figura 6.



**Figura 6.** Control de la calidad [6].

Los parámetros mencionados permiten que los operarios sean primordialmente beneficiados en cuanto al uso de máquinas con alta funcionalidad, disminuyendo tiempos de para, optimizando recursos, asegurando un ciclo productivo de máxima eficacia y un producto el cual cumpla con la normativa de calidad establecida [6].

### **2.5.5 Prevención de mantenimiento**

Busca reducir los costos generados, mediante acciones de optimización efectuadas en la maquinaria durante las etapas de diseño, creación, ejecución e implementación, con lo cual la empresa no presentará afecciones durante el proceso de manufactura.

Por lo tanto, para cumplir con el objetivo de este pilar es necesario gestionar la compra de equipos, repuestos nuevos con similares características y especificaciones técnicas, haciendo uso de los registros documentados del comportamiento de la maquinaria, con el fin de contar con un inventario accesible a las diferentes situaciones emergentes que puedan suscitarse.

### **2.5.6 Educación y entrenamiento**

El adiestramiento continuo del personal busca incrementar el conocimiento empírico que existe dentro personal con el fin de mejorar sus habilidades y capacidades que se encuentran implicadas en el desarrollo del proceso productivo, primordialmente el entrenamiento esta direccionado para el personal que ejecuta las actividades mencionadas a continuación:

- Detección de problemas presentados en la maquinaria.
- Comprender el accionar de la maquinaria.
- Entender la estrecha relación de los componentes de la maquinaria con el proceso de manufactura y el producto final.
- Habilidad para solucionar inconvenientes en el funcionamiento del proceso.
- Destreza para trabajar o acoplarse las distintas áreas del proceso [29].

### **2.5.7 Áreas administrativas**

En el área administrativa el TPM busca que los diferentes departamentos sirvan de apoyo para la gestión del mantenimiento mediante el desarrollo de flujos de manteamiento, ordenes de repuestos, planes de mantenimiento, ordenes de trabajo entre otros con los cuales se busca disminuir el nivel de pérdidas, maximizando el potencial de operabilidad de las áreas de desarrollo, mediante actividades que se ejecutan en oficinas, laboratorios, almacenes, que son aquellas que brindan el apoyo adecuado para un proceso de manufactura eficaz.

### **2.5.8 Medio ambiente y seguridad**

El medio ambiente, salud y seguridad dentro de la empresa busca identificar las malas condiciones en las diferentes áreas, las cuales puedan generar un mal desempeño del operario, así como un mal funcionamiento, llegando a ser un foco de accidentes. Por lo tanto, el TPM fundamenta su ejecución en la filosofía 5S, la cual tiene una finalidad de conseguir un ambiente laboral sin accidentes.

La aplicación de un plan para la seguridad dentro de la hilandería es fundamental, ya que esta debe contar con aspectos importantes como indicadores, estadísticas de accidentes, normas, procedimientos de seguridad, detección de condiciones inseguras en el área de producción y documentación de las medidas tomadas.

## **2.6 Filosofía 5S**

Las 5S señalan el desarrollo de las diferentes acciones que permiten establecer un mejor clima laboral creando un ambiente organizado, seguro además de limpio, facilitando las diferentes acciones en la línea de producción. Estas condiciones, son resultado del compromiso social y cultural del capital humano con el que cuenta la empresa.

### **2.6.1 Seiri (selección o clasificación)**

Se refiere a clasificar y remover recursos que no interfieren en las labores que se ejecutan en el área de trabajo, la categorización de dichos recursos permite eludir pérdidas de tiempo en ubicar los materiales o herramientas, falta de espacio, aumento en la realización de inventarios.

Con el fin de gestionar adecuadamente la primera S es primordial seguir dos etapas:

Etapal: reconocimiento de los elementos necesarios e importantes.

Etapaa2: separación de los elementos innecesarios.

Mediante estas etapas, se busca generar las actividades correctivas pertinentes, suprimiendo aquellos elementos que no son necesarios en las zonas y áreas de trabajo, permitiendo de esta manera una redistribución de los mismos en donde sean requeridos. Para que esta primera S se preserve en el tiempo es necesario generar un control en las diferentes áreas de trabajo en donde únicamente se valide los elementos establecidos en una lista.

### **2.6.2 Seiton (organización)**

Organizar se apoya en implementar la manera en que tienen que ubicarse e identificarse los recursos necesarios para ejecutar el trabajo, colocándolos de forma correcta la cual sea rápida de identificarlos, encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

La implementación de la segunda S busca que las áreas de trabajo se encuentren claramente identificadas, así como de fácil reconocimiento visual delimitando las áreas que deben ocupar las herramientas y recursos destinados a las acciones de la gestión para el mantenimiento, contando con anaqueles al igual que tachos los cuales permitan mejorar el orden.

### **2.6.3 Seiso (limpieza)**

La limpieza es considerada una actividad primordial durante el ciclo productivo, ya que permite establecer un ambiente con buen aspecto. Todo el personal es el encargado de realizar estas actividades luego de haber finalizado una labor de mantenimiento o de jornada de trabajo en los equipos, herramientas, accesorios al igual que en sus áreas de trabajo.

Para ello se busca generar un cronograma semanal de limpieza en el cual el jefe o técnico de mantenimiento es el indicado en realizar la designación rotativa del personal encargado de esta actividad.

#### **2.6.4 Seiketsu (estandarización)**

Se fundamenta en el seguimiento de las tres primeras S, mediante la conservación de la organización ya alcanzada, mediante la elaboración de procedimientos al igual que normativas de apoyo, utilizando recursos visuales mediante tableros en los cuales se observen los instructivos de los procedimientos a seguir para conservar las áreas y la maquinaria de trabajo, con el fin de que estos garanticen el cumplimiento de las normas establecidas.

#### **2.6.5 Shitsuke (disciplina)**

La disciplina en actividades y métodos ya establecidos permite mantener los objetivos alcanzados, a pesar de que la naturaleza del ser humano es resistirse a los cambios el aporte que brindan para no volver al principio de la metodología es de suma importancia. La misma que consiste en implantar una metodología de control y respeto, una vez alcanzados sus objetivos, sus resultados serán publicados en un espacio de alta visibilidad mediante la recopilación de ilustraciones, luego de los controles internos generados por los encargados.

#### **2.7 Análisis del modo y efecto de la falla (AMEF)**

El AMEFF implica un conjunto de técnicas metódicas que tienen como fin el de analizar, identificar además de valorar los causantes, así como los efectos de los distintos modos de avería a presentarse, para corregir las mismas mediante determinadas acciones.

Esta metodología posibilita detectar cada una de las partes que interfieren en el proceso de manufactura con el fin de obtener el control de una falla hasta eliminarlo. Se entiende por falla a la forma en la cual un elemento o ciclo tiende a averiarse mientras cumple su objetivo durante su puesta en marcha en un proceso.

El AMEF desempeña una forma secuencial de acciones a seguir que permiten gestionarlo de manera correcta, por lo cual es de suma trascendencia conocer todos

ellos para poder obtener un mejor conocimiento del ámbito en el cual se va a desarrollar.

### **2.7.1 Selección del equipo de trabajo**

Será compuesto por personas de la comunidad de Salinas y de sus alrededores que se destaquen del resto del personal, que, a través de su experiencia y conocimientos sobre el proceso del ciclo productivo, así como de las capacitaciones que se efectúan por medio de la empresa estas faciliten la aplicación del AMEF de modo que sean capaces de guiar al personal en su realización.

### **2.7.2 Tipo de AMEF a ejecutar**

Se establece estrictamente el proceso, parte o el producto en general que será el motivo del análisis, definiendo evidentemente el campo en cual se aplicará el AMEF, por lo cual es primordial que todos quienes conforman el equipo contemplen un entendimiento primordial sobre las actividades que se van a efectuar.

### **2.7.3 Funciones del proceso de máquinas y equipos.**

Es importante contar con el conocimiento preciso y completo de la funcionalidad del sujeto de análisis, por lo que es necesario de manera primordial contar con toda la información, en especial de aquella que detalle las funciones de la maquinaria.

### **2.7.4 Modos de falla**

Estas pueden ser generadas por factores producidas por el personal, por fatiga, por operabilidad entre otros. Por lo cual es necesario trabajar rigurosamente con las causas que las originan mas no con aquellas inmediatas o por indicios, ya que estas no suprimen el problema. Se los describe en la siguiente clasificación:

**Falla completa:** se da una vez que el sistema o equipo pierde su funcionalidad por completo.

**Falla parcial:** es provocado por restricciones que hacen que el equipo no funcione de manera apropiada.

**Falla intermitente:** ocurre de manera inconsistente durante un periodo de tiempo, siendo adecuado una falla de manera constante para evaluar la potencial causa de su origen.

**Falla con el tiempo:** ocurre mediante el proceso de funcionalidad de los diferentes componentes que la componen.

**Sobre desempeño de la función:** se origina una vez que el funcionamiento del equipo no es el preciso [29].

### **2.7.5 Causas potenciales de fallo**

En el desarrollo de esta etapa es posible señalar la causalidad de cada modo de falla mencionado ya sean directas e indirectas, para lograr su finalidad se la ejecuta mediante la utilización de diferentes diagramas Causa-Efecto las cuales permitan establecer el correcto análisis.

### **2.7.6 Identificar sistemas de control**

Es de vital importancia señalar y establecer el sistema de control que permite evitar las posibles causalidades del fallo, ya sean directos como indirectos, así como determinar el modo de fallo resultante.

Para obtener resultados en el desarrollo de esta etapa se debe contar con la información almacenada de los análisis de aquellos procesos semejantes de desarrollo tanto de productos, así como de servicios.

### **2.7.7 Índices para la valoración de los modos de falla**

Dichos valores se describen a continuación:

**Índice de gravedad (G):** establece el alcance del impacto de la avería sobre la maquinaria, para lo cual se debe establecer una escala de 1 al 10. La tabla 3 mencionada a continuación, detalla de mejor manera la información del índice de gravedad.

**Tabla 3.** Índice de gravedad (G) [29].

<b>GRAVEDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>ESCALA</b>
<b>Muy baja</b>	El cliente probablemente no identificará la falla. Por lo que no es prudente aguardar que una falla tan leve genere un impacto grave durante el ciclo funcional.	1
<b>Baja</b>	Esta clase de falla provocará problemas menores al cliente, fácilmente indicará los impactos negativos del rendimiento del ciclo funcional. Es fácil de remediar.	2 - 3
<b>Moderada</b>	La falla generará malestar entre los clientes, ya que estos podrán identificar el bajo rendimiento del ciclo funcional.	4 - 6
<b>Alta</b>	Establece una falla grave con la cual el ciclo funcional puede quedar inhabilitado, su índice de descontento es elevado.	7 - 8
<b>Muy alta</b>	La falla potencial es demasiado crítica perjudicando la operación del producto, fácilmente es capaz de violar con las normativas establecidas llegando a su máximo valor en la escala.	9 - 10

**Índice de frecuencia (F):** valora la posibilidad de que una causa específica genere un tipo de fallo, su evaluación dependerá de la utilización de todos los métodos y recursos de control creados con el fin de detectar las posibles causas de un fallo. Esta probabilidad de frecuencia se estima en una escala numérica de 1 al 10. La información es descrita por la tabla 4.

**Tabla 4.** Índice de frecuencia (F) [29].

<b>FRECUENCIA</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>ESCALA</b>
<b>Muy baja</b>	La falla puede no estar relacionada con procesos similares, por lo cual no han ocurrido anteriormente.	1
<b>Baja</b>	Es poco probable que aparezcan, se dividen en procesos semejantes, se debe tener cuidado de que puedan suceder durante el ciclo funcional.	2 - 3
<b>Moderada</b>	Fallas presentadas ocasionalmente en un proceso semejante al actual, pueden suceder eventualmente durante el ciclo funcional.	4 - 5
<b>Alta</b>	Indica estadísticas sobre una frecuencia de fallas en procesos semejantes ocurridos en el pasado.	6 – 8
<b>Muy alta</b>	Es indudable que se realicen muchas veces fallos, tienen la posibilidad ser vistos como casi inevitables.	9 – 10

**Índice de detección (D):** muestra las posibilidades de que un motivo específico no genere un modo de fallo previo a la entrega del producto final. Se establece una escala numérica para su evaluación en la que el numero 1 (índice bajo) presentará un riesgo mayor en el cual no es posible identificar el fallo, mientras que para un numero 10 (índice alto) el fallo puede ser identificado de manera fácil. La tabla 5 detalla la información mencionada.

**Tabla 5.** Índice de detección (D) [29].

<b>DETECTABILIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>ESCALA</b>
<b>Muy alta</b>	El error es indiscutible, por lo que es poco probable que sea detectado por los controles.	0 - 1
<b>Alta</b>	El error es fácil de encontrar, debe disponer de múltiples filtros de control con el fin de detectarlo en cualquiera de estos.	2 - 3
<b>Mediana</b>	El error es detectable a su vez es poco probable que el cliente lo obtenga, es identificable en la etapa final de su producción.	4 - 6
<b>Pequeña</b>	El error es difícil de encontrar mediante los controles establecidos, por lo que es imposible identificarlo.	7 - 8
<b>Improbable</b>	El defecto seguramente no puede controlarse. Por lo que es seguro que el cliente obtendrá un producto con fallas.	9 - 10

### 2.7.8 NPR o Número de prioridad de riesgo

Se entiende por NPR al valor resultante del producto entre los valores de frecuencia, gravedad y detectabilidad, el cual indica la prioridad en el momento de intervenir un equipo e identificarlos los ítems más críticos. La ecuación 1 que se presenta a continuación permite encontrar el valor resultante del NPR [10].

$$NPR = G \times F \times D \quad (1)$$

Cuando el NPR es una resultante de alto valor esta se debe intervenir, así como en aquellos de alto grado de frecuencia a la falla sin tomar en cuenta que el resultante de la NPR sea alta o baja. En la tabla 6 se describe la información mencionada.

**Tabla 6.** Número de prioridad de riesgo o NPR [13].

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>ESCALA</b>
Índice Inexistente de error	0
Índice bajo para el error	1 - 124
Índice medio para el error	125 - 499
Índice alto de error	500 - 1000

### **2.7.9 Acciones de mejora**

Las actividades para una correcta optimización se gestionarán una vez que se haya identificado el NPR, ya que dependiendo de la resultante se tomarán acciones mediante la designación de responsables en un lapso de tiempo a ejecutar.

## **2.8 Indicadores**

Estos indicadores por su alta importancia en el proceso permiten identificar la frecuencia con la que se produce un modo de falla y el tiempo que esta tarda en ser intervenida hasta solucionarla.

### **2.8.1 Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

Es un indicador que permite determinar el tiempo medio en la cual ocurre un fallo imprevisto, analizar la frecuencia con la que se genera una avería es de suma importancia ya que este permite gestionar paradas programadas hasta poder maximizar el tiempo medio entre fallas. La ecuación 2 permite encontrar el tiempo medio entre fallas [11].

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de trabajo} - \text{Tiempo de averías}}{N^{\circ} \text{ de Averías}} \quad (2)$$

### 2.8.2 Tiempo medio de reparación (MTTR)

El MTTR es un indicador el cual permite tener conocimiento detallado del alcance de las averías presentadas en una máquina, teniendo en cuenta el momento desde que la avería se presenta hasta el momento de ser reparado. La ecuación 3 permite determinar el tiempo medio de reparación [29].

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de Horas de paro por avería}}{N^{\circ} \text{ de Averías}} \quad (3)$$

### 2.8.3 Disponibilidad total

Es un indicador que permite tener un conocimiento porcentual sobre el funcionamiento adecuado de la maquinaria y determinar si este se encuentra apto para seguir con su operatividad. La ecuación 4 permite determinar la disponibilidad [11].

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas por Mantenimiento}}{\text{Horas Totales}} \quad (4)$$

## 2.9 Plan de mantenimiento

Se conceptualiza como la agrupación de tareas y acciones preventivas que se gestionan en un área de trabajo, su aplicación se basa en protocolos, análisis, e información que pueda recolectarse por medio del personal o a su vez las recomendaciones del fabricante.

Como parte del desarrollo de la investigación se propone realizar varias visitas a la planta con el fin de ser partícipes de la situación actual del funcionamiento de la maquinaria de la hilandería, donde se buscará la participación activa del equipo de mantenimiento el cual proporcione la información necesaria a través de documentos, registros, análisis o experiencias vividas a lo largo del tiempo.

El TPM como una metodología para mejorar la gestión del mantenimiento y su manejo establece el desarrollo de un cronograma como un instrumento con el propósito de proveer una herramienta que facilite prevenir las fallas e identificarlas antes de que estas aparezcan en los equipos, por lo tanto se requiere contar necesariamente con la activa participación del capital humano tanto técnico como de operación, para de esta manera gestionar las actividades que tendrán que cumplir en su intervención, con lo cual se aumentará el tiempo medio entre fallas y a su vez se disminuirá las paradas inesperadas.

### **2.9.1 Determinar objetivos y metas**

El primer paso para comenzar a desarrollar un plan de gestión de mantenimiento, es la de determinar exactamente aquello que se quiere obtener, con la finalidad de ejecutar la propuesta de manera adecuada desde la actividad más simple hasta la actividad más compleja.

Un plan de mantenimiento gestionado y coordinado de manera correcta permite cumplir con los principales objetivos que son la de minimizar el número de paros en la etapa de producción, reducir el tiempo de intervención para solucionar un fallo suscitado además de reducir los costos de mantenimiento.

### **2.9.2 Equipo y maquinaria a incluir**

Se fundamenta en la elaboración de un inventario, por lo que se propone la creación de fichas técnicas que incluya la información específica detallada con los datos más relevantes de la maquinaria disponible, lubricantes, herramientas y repuestos necesarios conforme se vayan ejecutando las actividades programadas durante el mantenimiento.

**Base de datos:** para llevar de manera adecuada el control de la maquinaria es necesario la implementación de una base datos la cual permita garantizar la disponibilidad como el funcionamiento de las mismas.

**Codificación:** es un proceso fundamental en la creación de los archivos con los registros de la maquinaria existente, esta codificación permitirá identificar de manera ágil un activo entre los demás, por lo que es necesario establecer y diferenciar los niveles, así como los sub niveles, que conforman el proceso productivo, en la figura 7, se permite establecer la forma esquemática de la misma.



Figura 7. Estructura niveles y sub niveles de una planta [11].

### 2.9.3 Revisar los mantenimientos previos

Los mantenimientos previos efectuados son de mucha importancia dentro de una planta y en especial en un proceso productivo, el historial de estas acciones permite establecer una idea principal mucho más adecuado al instante de realizar una intervención, por otro lado, si estas acciones de mantenimiento no se han hecho con anterioridad es necesario hacerlas partiendo de cero.

### 2.9.4 Consultar los manuales de los equipos

El mantenimiento de máquinas y equipos son actividades que son gestionadas mediante acciones que se fundamentan en bases teóricas que en varias ocasiones son facilitadas por los fabricantes de las mismas, mediante manuales que contienen gran información tales como normas de seguridad, tiempo en horas para la ejecución de un mantenimiento, repuestos entre otros elementos.

### 2.9.5 Designación de encargados y responsables

En esta etapa la colaboración del personal que está inmerso en el proceso de mantenimiento es de suma consideración, por lo tanto, es necesario efectuar una categorización de los técnicos de acuerdo a sus conocimientos y experiencias en el área en el que se desarrollan o dependiendo de la tarea que este por ejecutarse.

## 2.9.6 Escoger el tipo, tarea de mantenimiento y ejecutarlo

En la ejecución de un plan para el mantenimiento las acciones de las mismas se clasifican dependiendo el tipo, en la tabla 7 se puede identificar las distintas tareas que se efectuarán en los diferentes equipos según el modelo de mantenimiento seleccionado [30].

**Tabla 7.**Tipos de tareas de mantenimiento [29].

<b>Tareas de mantenimiento</b>	<b>Tipos de Tareas de Mantenimiento</b>			
1. Verificaciones Visuales	Correctivo	Condicional	Rutinario	Alta Dispon.
2. Actividades de lubricación	Correctivo	Condicional	Rutinario	Alta Dispon.
3. Verificación en servicio	Correctivo	Condicional	Rutinario	Alta Dispon.
4. Verificación fuera de servicio: <b>Simples</b> Visualizaciones de temperatura, Mediciones de Vibraciones, Medición de del uso de energía eléctrica <b>Mediante instrumentación</b> Análisis de vibraciones Termografías Localización de fugas mediante ultrasonido Estudio de la curva de motores Calibración por laser		Condicional	Rutinario	Alta Dispon.
5. Limpiezas condicionales		Condicional	Rutinario	Alta Dispon.
6. Calibraciones por condición		Condicional	Rutinario	Alta Dispon.
7. Limpiezas metódicas			Rutinario	Alta Dispon.
8. Calibraciones metódicas			Rutinario	Alta Dispon.
9. Reemplazo de elementos			Rutinario	Alta Dispon.
10. Evaluación y cambio de elementos por fatiga de trabajo				Alta Dispon.

Luego de haber sido identificado el tipo de mantenimiento el personal capacitado tanto técnico como operario, será el encargado de ejecutar las acciones necesarias tanto correctivas, sistemáticas o de alta disponibilidad en las intervenciones de mantenimiento, hasta lograr obtener una maquinaria con alta funcionalidad.

### **2.9.7 Revisión del plan**

El plan de mantenimiento debe ser flexible, activo y participativo, el cual permita estar presto a los constantes cambios según la necesidad de la empresa y personal lo requiera, hasta lograr una alta eficacia y funcionalidad del mismo.

### **2.10 Conclusión del capítulo**

Las metodologías, instrumentos y tipos de investigación utilizados han permitido obtener un aporte de suma importancia de información real y precisa para la ejecución del estudio planteado, permitiendo conocer a detalle a través de la experimentación la realidad de la empresa, siendo un punto de partida para la ejecución de actividades que satisfagan las necesidades de la misma.

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL PLAN PILOTO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

En el siguiente apartado se establecerá el desarrollo del Plan piloto para la Gestión del Mantenimiento de la hilandería de la Familia Salesiana “El Salinerito” ubicado en la provincia de Guaranda. La información que se genere en este capítulo establecerá las guías que permitirán fundamentar el plan de mantenimiento propuesto el mismo que sea fácil de comprender, ejecutar y modificar, enfocándose en el cuidado, aseguramiento y mantenimiento de la maquinaria satisfaciendo las necesidades existentes dentro de la compañía y proceso productivo.

#### 3.1 Inventario de máquinas y equipos

La tabla 8 permite conocer el inventario de los activos con la cual la empresa cuenta para los procesos de producción.

**Tabla 8.** Inventario de máquinas y equipos.

MÁQUINA	ÁREA
Batidora de Lana	Lavado
Máquina Lavadora – Batidora de Lana	Lavado
Tanque de Lavado	Lavado
Máquina Centrifuga	Lavado
Máquina Secadora	Lavado
Máquina Cardadora	Preparatoria
Máquina Lobo (Piker)	Preparatoria
Maquina Hiladora	Hilatura
Máquina Madejadora	Hilatura
Máquina Retorcedora	Hilatura
Máquina Ovilladora	Hilatura
Tina Tinturadora Hussong	Tintorería
Tina Tinturadora Pegg	Tintorería
Caldero CBL	Calderos
Caldero CBL1	Calderos

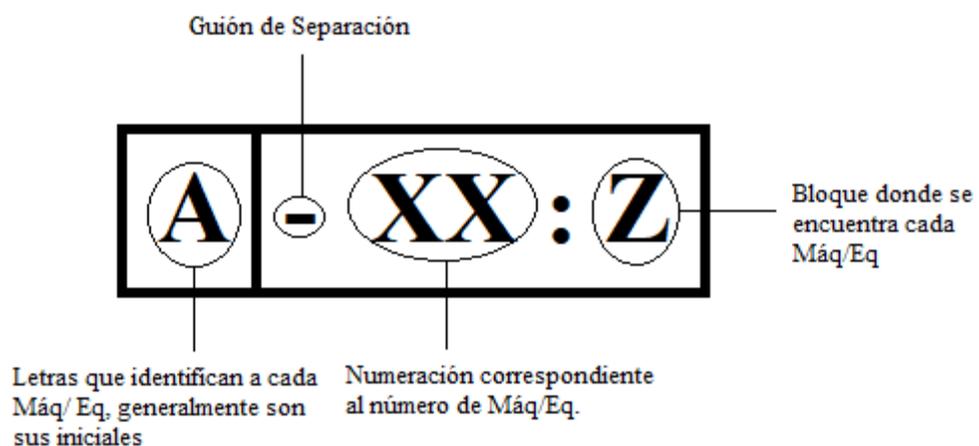
Elaborado por: Topón Jonathan

La gestión del mantenimiento requiere como parte fundamental la identificación de las diferentes máquinas y equipos, primordialmente para conocer sobre su disposición y funcionalidad que cumplen dentro del proceso productivo de la hilandería. Por lo tanto, la finalidad de llevar una adecuada documentación es la de conocer, identificar y registrar a cada uno facilitando su localización mediante la codificación asignada correspondiente.

### 3.1.1 Codificación

Este paso forma parte fundamental para la gestión del mantenimiento debido a que la propuesta señalada, será considerada como un eje primordial en la ejecución y aplicación de la metodología TPM conforme a los pilares seleccionados, satisfaciendo la necesidad de la compañía, permitiendo de esta manera obtener un registro adecuado de la maquinaria dentro de la hilandería.

Por lo tanto, a cada máquina y equipo se le estableció su respectivo código de identificación, el cual permitirá agilizar su reconocimiento. En la figura 8 se establece la manera de interpretar los diferentes códigos asignados a las diferentes máquinas y equipos.



**Figura 8.** Interpretación de la codificación de máquinas y equipos [11].

La manera de interpretar la codificación presentada anteriormente permitirá establecer una guía para su aplicación en la maquinaria y desarrollo en el actual sistema para el

manejo del mantenimiento orientado por el TPM. La tabla 9 detalla los códigos asignados para las máquinas y equipos de la hilandería.

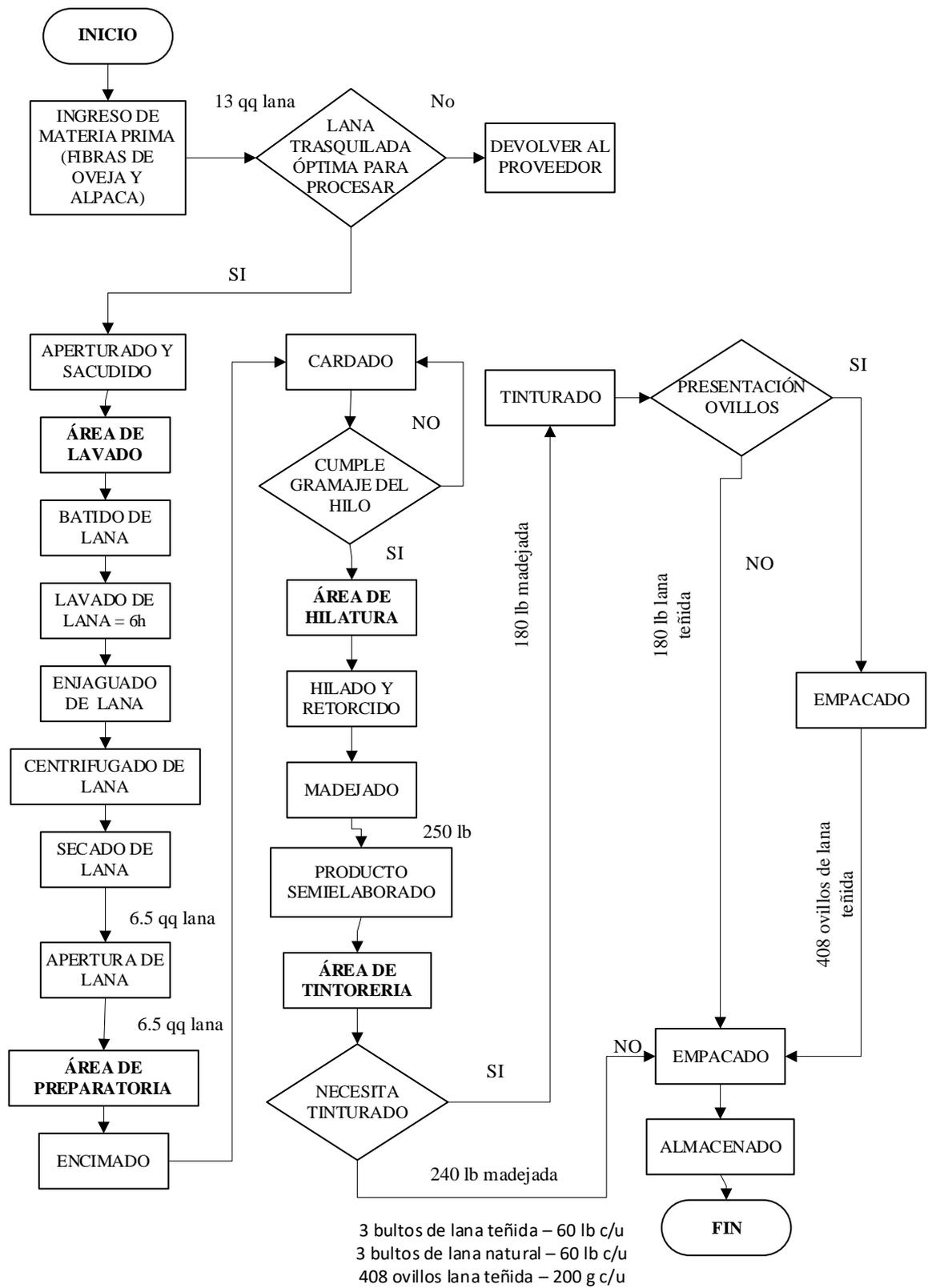
**Tabla 9.** Codificación de la maquinaria.

<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>	<b>CODIFICACIÓN</b>
Máquina Batidora de Lana	MB – 00.1
Máquina Lavadora – Batidora de Lana	MLB – 00.2
Tanque de Lavado	TL – 00.3
Máquina Centrifuga	MC – 00.4
Máquina Secadora	SE – 00.5
Máquina Cardadora	MCD – 00.6
Máquina Lobo (Piker)	ML – 00.7
Maquina Hiladora	MH – 00.8
Máquina Madejadora	MM – 00.9
Máquina Retorcedora	MR – 00.10
Máquina Ovilladora	MO – 00.11
Tina Tinturadora Hussong	TH – 00.12
Tina Tinturadora Pegg	TP – 00.13
Caldero CBL	CBL – 00.14
Caldero CBL1	CBL1 – 00.15

Elaborado por: Topón Jonathan

### **3.2 Desarrollo de implementación del TPM**

El TPM implementado dentro de la hilandería propone un sistema de mejora para el ciclo productivo de 13 quintales de lana de oveja diarias, trabajadas durante 16 horas o dos turnos las mismas que al final generan una producción de 408 ovillos de colores de 400 g, 180 lb de lana teñida, 240 lb lana de lana natural ,aumentando la funcionalidad de la maquinaria través del desarrollo de los ocho pilares que esta abarca, unificando los diferentes criterios de mantenimiento, producción, planificación y gerencia de planta, para de esta manera poder desarrollar el plan propuesto dependiendo de las necesidades con las que la hilandería cuenta, en la figura 9 se describe el proceso antes mencionado.



**Figura 9.** Diagrama de flujo de la hilandería.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.3 Pilar I: mejora continua

Se efectúa el desarrollo del AMEF A las distintas máquinas de la hilandería con lo que se busca optimizar los diferentes activos de la compañía, dándole un alto grado de importancia a los activos críticos.

#### 3.3.1 Indicadores

Los indicadores propuestos, permitirán conocer y a la vez medir la gestión que se está efectuando con el plan propuesto para la gestión del mantenimiento de la Hilandería.

Para el cálculo de los indicadores es preciso contar con un registro de cada una de las tareas efectuadas dentro de la hilandería con respecto al mantenimiento.

Cada cálculo efectuado permitirá evaluar si las actividades de mantenimiento están dando resultados ya sean positivos o negativos y dependiendo de estas tomar acciones continuas hasta lograr con su objetivo. En la tabla 10, se describen los objetivos a los cuales los indicadores buscan llegar.

**Tabla 10.** Objetivos de los indicadores.

<b>INDICADOR</b>	<b>OBJETIVO</b>
Disponibilidad total	Alcanzar una disponibilidad entre el 85% y 95%
Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Disminuir el porcentaje de indisponibilidad y confiabilidad de las máquinas
Tiempo medio de reparación (MTTR)	Disminuir los tiempos de reparación y mantenimiento en las máquinas

Elaborado por: Topón Jonathan

#### 3.3.2 Análisis de modos y efectos de fallas (AMEF)

Actualmente no se ha encontrado una herramienta la cual permita anticiparse a los fallos que puedan generarse en los equipos y reducirlos hasta eliminarlos. Por lo cual es necesario plantear la ejecución del AMEF con la finalidad que esta pueda colaborar

en el pronóstico para prevenir las posibles averías que se vayan originando a lo largo del proceso.

Una vez establecidos los criterios de evaluación anteriormente se desarrolló el AMEF en las máquinas establecidas en el inventario, cabe recalcar que este análisis debe ser efectuado de manera constante y sistemática ya que al contar con máquinas antiguas muchas de ellas son de alta criticidad por lo cual es importante buscar su preservación.

La gestión de un plan de mantenimiento efectuado de manera correcta establece llevar una documentación que sea de fácil entendimiento para todo el personal tanto administrativo, operativo y técnico. Es por ello que el formato tiene que contener los siguientes puntos específicos primordiales: fecha en la cual se localizó la avería, nombre del equipo con su respectiva codificación, personal a cargo del proceso, causa, efecto y tipo de la falla potencial, así como la posible solución o soluciones al fallo.

Dependiendo del NPR se ha clasificado los riesgos de falla en tres estados bajo, medio y alto, los mismos que permitirán establecer cuales equipos son de prioridad para tomar acciones correctivas inmediatas.

En la figura 10, presentada a continuación se indica el ejemplo del AMEF efectuado a la maquina cardadora.

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA										
<b>Equipo:</b>	Máquina Cardadora		<b>Departamento:</b>	Mantenimiento				<b>Fecha:</b>		
<b>Código:</b>	MCD - 00.6		<b>Responsable:</b>	Jefe de Mantenimiento				<b>Hoja:</b>	1	
DESCRIPCIÓN PARTE O PROCESO	FUNCIÓN PARTE O PROCESO	MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	DETEC	GRAV	FREC	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE
Chapones	Limpieza de las fibras de hilo	Falla en la sincronización de la cadena	Rotura de Piezas	Contaminación de desfogue	4	10	2	80	Regular la tension de la cadena	Técnico
		Leve contaminación de impurezas en la fibra	Rotura de Piezas	Contaminación de desfogue	6	8	3	144	Limpiar la fibra al ingreso	Operario
		Vibración en la cadena	Parada	Contaminación de desfogue	8	8	2	128	Alinear los engranes	Técnico
Cilindro Desprendor	Mover la fibra de Hilo	Motor no Gira	Sobrecalentamiento	Térmico activado	5	10	10	500	Revisar las conecciones	Operario
		Desnivel de guías	Deficiente limpieza de cascarillas	Sobre carga de residuos	5	8	4	160	Limpieza de guías y calibrar	Técnico
		Vibracion de ejes	Deficiente limpieza de cascarillas	Desgaste de piezas	8	8	5	320	Alinear los ejes	Técnico
Lickerin	Limpieza de cascarillas de las fibras de hilado	Motor no Gira	Sobrecalentamiento	Térmico activado	6	8	2	96	Revisar las conecciones	Operario
		Desnivel de guías	Deficiente limpieza de cascarillas	Desgaste de piezas	5	8	8	320	Limpieza de guías y calibrar	Técnico
		Sincronización lenta de avance	Deficiente limpieza de cascarillas	Desgaste de piezas	10	5	5	250	Limpieza diaria de los residuos	Técnico
<b>ÍNDICE DE FRECUENCIA</b>		<b>ÍNDICE DE GRAVEDAD</b>		<b>ÍNDICE DE DETECCIÓN</b>		<b>NÚMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO ( NPR ) :</b>			<b>FRECUENCIA : CAUSA</b>	
Muy baja = 1	Muy baja = 1	Muy alta = 1	Riesgo de falla inexistente = 0			<b>GRAVEDAD: EFECTO</b>				
Baja = 2-3	Baja = 2-3	Alta = 2-3	Riesgo de falla bajo = 1-124			<b>DETECCIÓN: MODO</b>				
Moderada = 4-5	Moderada = 4-6	Mediana = 4-6	Riesgo de falla medio = 125-499							
Alta = 6-8	Alta = 7-8	Pequeña = 7-8	Alto riesgo de falla = 500-1000							
Muy alta = 9-10	Muy alta = 9-10	Improbable = 9-10								

**Figura 10.** Análisis del modo y efecto de la falla.

Elaborado por: Topón Jonathan

### **3.4 Pilar II: mantenimiento autónomo**

En el desarrollo de este pilar el operario es el encargado de efectuar actividades de limpieza y lubricación, mediante el desarrollo de cronogramas en un tiempo determinado por el encargado de cada área.

De igual manera se estableció la creación de formatos que en su estructura tengan la información necesaria de los activos con los que cuenta la empresa, dichos formatos serán de importancia para los siguientes pilares propuestos en la gestión del mantenimiento.

#### **3.4.1 Ficha técnica**

El mantenimiento autónomo establece que el personal encargado del mantenimiento cuente con toda la información de los activos, cabe destacar que al ser máquinas mayores a los cincuenta años de creación su información es muy reducida o en algunos casos nula, por lo tanto, se procedió a la creación de nuevas fichas para las diferentes máquinas.

Se estableció un formato el cual sea fácil de interpretar por los operarios técnicos como personas en general lejanas al proceso de producción, el cual les permita conocer más acerca del equipo, los mismos cuentan con información en general, la figura 11 muestra el ejemplo de dicho formato establecido, así como la forma en la cual esta debe ser llenada, en los Anexos se encuentran detalladas de manera adecuada las fichas técnicas.

Se debe mencionar que estos formatos pueden ser modificados por el personal técnico quienes verán la necesidad de identificar nuevas características en las máquinas y plasmarlos para el fácil reconocimiento de los operadores, así como de personas en general.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
DESCRIPCIÓN GENERAL	
<b>Nombre del Equipo:</b>	TANQUE DE LAVADO
<b>Código:</b>	TL - 00.3
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	NI
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	NI
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Área de Lavado
<b>País de Origen:</b>	NI
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
Características Específicas:	
	<b>Banda Tipo B</b> Cantidad: 1 Unidad Longitud: 900 mm
	<b>Poleas Doble Hilera</b> Cantidad: 2 Unidades D1: 400 mm D2: 80 mm
	<b>Chumaceras P211</b> Cantidad: 1 Unidad D: 2plg / 50,8 mm
<b>Observaciones</b> Cambiar Buje Pivote de Tensado Cambiar urgente el motor Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	

**Figura 11.** Ficha técnica.

Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.4.2 Lista de chequeo de activos

La información que se detalla dentro de la lista de chequeos para ser revisada son aquellas acciones que pueden ser identificadas mediante la percepción humana, estas revisiones permitirán a los encargados obtener un porcentaje de aceptabilidad del equipo, dichos porcentajes y observaciones generadas establecerán si el activo debe tener un mantenimiento prioritario.

Los chequeos se efectúan de manera continua al inicio de la producción en el turno de la mañana ya que al presentarse cualquier novedad la respuesta del equipo de

mantenimiento será inmediata, el encargado de mantenimiento debe ser quien las valide, es por ello que su criterio basado en el porcentaje de aceptabilidad o no aceptabilidad de los mismo, así como su experiencia dirán si la maquina es óptima para su operabilidad estableciendo índices altos de seguridad para los equipos, así como para el personal.

En la figura 12, mostrada a continuación se indica el modelo de una lista de chequeo de activos y la manera en la que debe llenarse.

LISTA DE CHEQUEO DE ACTIVOS				
Equipo:	Máquina Madejadora	Departamento:	Mantenimiento	Fecha:
Código:	MM - 00,9	Responsable:	Operario 1	Hoja 1 de 1
Ítem	ACTIVIDAD/PARÁMETRO	A	NA	OBSERVACIONES
1	Verificar la limpieza de la máquina		x	Se encontro residuos de hilo en la tapa de ventilación del motor
2	Verificar la conexión de la maquina a la alimentación	x		
3	Comprobar el funcionamiento de la caja de encendido	x		
4	Revisar el estado de las poleas	x		
5	Revisar el estado de las bandas		x	Las bandas se encuentran deterioradas por el uso
6	Verificar el estado de las chumaceras (Sonido)	x		
7	Verificar el estado del sistema de Biombos	x		
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
<b>Conclusión:</b> La máquina madejadora se encuentra en óptimas condiciones para su funcionamiento, pero se debe resaltar que en el próximo mantenimiento las bandas así como el motro deben ser revisados y cambiados de ser el caso para tener una mejor funcionamiento de la madejadora				
A: ACEPTABLE NA: NO ACEPTABLE				
			OPERARIO	TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

**Figura 12.** Lista de chequeo de activos.

Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.4.3 Limpieza de equipos

Para la limpieza de los equipos se establecen dos tipos de limpieza, la primera es de manera superficial las mismas que se efectuarán en las partes externas del equipo con

implementos tales como guaipes, brochas, escobas, agua en el caso que sea necesario, aire, espátulas entre otros elementos.

La segunda limpieza es de manera más minuciosa en la cual los técnicos y personal capacitado están a cargo de la misma, ya que en ocasiones es necesario que el equipo sea desarmado hasta lograr su finalidad, cabe recalcar que se utilizan herramientas básicas, así como específicas dependiendo la máquina, este tipo de limpieza se ejecutara con los mantenimientos tanto preventivos como correctivos, estos tipos de limpieza mencionados son importantes para el proceso productivo por lo cual estas deben ser gestionadas en el menor momento posible.

Es por ello que se estableció un programa de limpieza semanal por máquina detallado en la figura 13 para las diferentes áreas que conforman la Hilandería, en el cual los operadores serán los encargados de efectuarlas luego de culminar su turno.

PROGRAMA DE LIMPIEZA								
Área de Lavado								
			SEMANA 1					
			L	M	M	J	V	S
MÁQ	CÓD	TURNOS	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Batidora	MB - 00,1	1T						
		2T						
		3T						
Lavadora	MLB - 00,2	1T						
		2T						
		3T						
Tanque de lavado	TL - 00,3	1T						
		2T						
		3T						
Centrifuga	MC - 00,4	1T						
		2T						
		3T						
Secadora	SE - 00,5	1T						
		2T						
		3T						

**Figura 13.** Programa semanal de limpieza por área y máquina.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.4.4 Lubricación de equipos

Se propone generar un cronograma de lubricación el mismo que está establecido en el cronograma de mantenimiento preventivo anual que serán efectuados de manera semanal hasta semestral, dependiendo la necesidad requerida de las máquinas, estas acciones son generadas de manera manual debido ya que muchas maquinas al ser antiguas no cuentan con sistemas automáticos para su lubricación.

Para la propuesta mencionada se ha considerado acciones sencillas, fáciles y rápidas de lubricación, con lo cual se pretende disminuir el riesgo de fallas en la maquinaria debido a temas de lubricación. Entre las actividades generales a las que se direcciona este trabajo se encuentran las cajas de engranes, chumaceras, rodamientos.

Al ser de manera manual las herramientas necesarias utilizadas para la lubricación son bomba de engrase a palanca, así como aceitero manual con punta flexible, embudos, botes con medidas para determinar la cantidad exacta.

De igual manera se estableció una cartilla de lubricación la misma que esta detallada en la figura 14, en las cuales se detallan la cantidad de lubricante a usarse, tipo de lubricante, así como el tipo de lubricación que se requiere y la frecuencia en la que se debe ejecutar estas acciones.

 <b>CARTAS DE LUBRICACIÓN</b>				
<b>NOMBRE DEL EQUIPO:</b>	MÁQUINA BATIDORA			
<b>CÓDIGO:</b>	MB - 00.1			
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO			
<b>RESPONSABLE</b>	OPERARIO 1			
FRECUENCIA	PARTE A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICACIÓN	LUBRICANTE	
			TIPO	CANTIDAD
Trimestral	Chumaceras	Grasera de mano	OIL EP - 2	20 a 30 gr

**Figura 14.** Programa semanal de limpieza por área y máquina.  
Elaborado por: Topón Jonathan.

### **3.5 Pilar III: mantenimiento planificado**

El mantenimiento planificado presentado busca crear un sistema continuo de mantenimiento ya sean del tipo correctivos, preventivos o predictivos según la necesidad requerida de la maquinaria, generando de esta manera una data que permita conocer la cronología técnica del funcionamiento de cada activo.

#### **3.5.1 Plan de mantenimiento**

Las paradas imprevistas en las máquinas y equipos demuestran la mala organización en las tareas de mantenimiento en las mismas, dejando en claro que plan de mantenimiento actual no cubre las diferentes necesidades en los activos de la compañía, el tercer pilar de la metodología TPM pretende optimizar este proceso de mantenimiento con el objetivo de reducir los tiempos al igual que costos operativos.

Una vez establecida la base de datos de la maquinaria con la que cuenta la hilandería, se registran las actividades de mantenimiento que se deben efectuar con frecuencia y periodicidad definida, estas acciones fueron establecidas mediante el fabricante, así como por los propios encargados del mantenimiento.

De igual manera se estableció un cronograma de mantenimiento, el cual se ejecutó por medio del reconocimiento, planificación, elección y posterior desarrollo de forma estructurada de las acciones de mantenimiento preventivas, en un lapso de tiempo estimado de un año.

Es importante mencionar que dichas actividades pueden ser modificadas dependiendo la necesidad de la maquinaria, así como del criterio del jefe de mantenimiento.

La figura 15, indica el formato que describe las gamas de mantenimiento, así como del cronograma de la maquina batidora, los demás formatos se encuentran detallados en los anexos.

<b>GAMA DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>Nombre del Equipo:</b> Máquina Batidora		
<b>Código:</b>	MB - 00.1	
Fotografía del Equipo	FRECUENCIA	
	<b>Semanal</b>	S
	<b>Quincenal</b>	Q
	<b>Mensual</b>	M
	<b>Bimestral</b>	B
	<b>Trimestral</b>	T
	<b>Semestral</b>	Se
	<b>Anual</b>	A
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	
Verificar la cubierta de la máquina y de la caja de transmisión estén cerradas y en buen estado al momento del encendido.	S	
Verificar que se encuentre limpio los dientes de la máquina al momento del encendido.		
Limpieza general acabado el turno		
Verificar que las poleas se encuentren en un buen estado		
Inspección y reemplazo de los dientes de la máquina	B	
Lubricación de las chumaceras	T	
Ajuste y calibración de las bandas de transmisión		
Inspeccionar del sistema Electrico de la máquina	Se	
Chequear el interruptor del paro de emergencia		
Verificar visual y auditivamente el funcionamiento del motor		
Limpieza minuciosa del polvo y suciedad en el motor así como en la máquina en general		
Mantenimiento Electromecánico general de la máquina	A	
Mantenimiento del motor (Eléctrica y Mecánica)		
Mantenimiento en general (calibración, pintura, limpieza de la estructura )		
<hr style="width: 20%; margin: auto;"/> Jefe de Mantenimiento		

**Figura 15.** Gama de mantenimiento preventivo.  
Elaborado por: Topón Jonathan.

### 3.5.2 Ordenes de mantenimiento

Se estableció la creación de formatos de órdenes de mantenimiento tanto preventivos como predictivos con el fin de crear una metodología de gestión eficaz y ordenada. Dichos formatos llevan en si los detalles de las actividades que el operario con el técnico de turno tiene que efectuar en un tiempo estimado, ya que esto permite en un



El desarrollo de estos reportes presentados en la figura 17 le permitirá al departamento de mantenimiento en un futuro establecer cuáles son las fallas que generalmente ocurren dentro de las máquinas y cuáles son las acciones que estas deben ser tomadas en cuenta en los planes de mantenimiento a futuro con el fin de eliminar la incidencia de estas.

<b>REPORTE DE AVERIAS</b>	
<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>EQUIPO</b>	_____
<b>CÓDIGO</b>	_____
<b>RESPONSABLE</b>	_____
<b>FECHA DE OCURRENCIA</b>	_____ <b>HORA</b> _____
<b>EQUIPO EN :</b>	<input type="checkbox"/> MARCHA <input type="checkbox"/> PARADO
<b>PROCESO AFECTADO</b>	_____
<b>TIEMPO ESTIMADO DE REPARACIÓN</b>	_____
<b>DESCRIPCIÓN DE AVERIA</b>	
<b>DETALLE DE AVERIA :</b>	
_____	
_____	
<b>ACCIONES RECOMENDADAS:</b>	
_____	
_____	
<b>OBSERVACIONES:</b>	
_____	
_____	
<b>NOTIFICADO:</b>	_____
<b>REVISADO:</b>	_____

**Figura 17.** Reporte de averías.  
Elaborado por: Topón Jonathan.

### 3.6 Pilar IV: Mantenimiento de la Calidad

Para generar una mayor tranquilidad entre los clientes, la hilandería ha visto necesario establecer estándares apropiados para brindar productos adecuados, para lo cual se ha decidido dividir el mantenimiento de la calidad en dos partes la primera dirigida a la maquinaria y la segunda al proceso ya que con esto se busca eliminar aquellos elementos defectuosos y reprocesos de la materia prima.

### 3.6.1 Mantenimiento de la calidad de las máquinas y equipos

El reporte de operación por máquina o equipo, trata puntos fundamentales como fecha y tiempo en el que se ejecuta la operación, unidades manufacturadas, eficiencia la cual considera el rendimiento que tiene el activo y eficacia el cual se refiere a la calidad del producto tanto real como esperada.

Del correcto mantenimiento dependerá el funcionamiento de las máquinas y por ende la producción, los valores que ya se establecen en un principio son los mismos o similares a los que se debe llegar en la siguiente para de mantenimiento, en las máquinas de mayor relevancia el personal de calidad tendrá incidencia y serán los encargados conjuntamente con el jefe de mantenimiento de evaluar si las acciones que se hicieron son de acorde a lo que se busca para una producción cero defectos. La figura 18 se detalla el reporte de operación.

REPORTE DE OPERACIÓN 			
EQUIPO	_____		
CÓDIGO	_____		
FECHA DE OPERACIÓN	_____		
TIEMPO DE OPERACIÓN	_____ HORA	_____ MINUTOS	
		VALOR NUMERICO	UNIDAD
EFICACIA (FUNCIÓN)	CALIDAD ESPERADA	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	CALIDAD REAL	<input type="text"/>	<input type="text"/>
EFICIENCIA (AHORRO)	RENDIMIENTO ESPERADO	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	RENDIMIENTO REAL	<input type="text"/>	<input type="text"/>
OBSERVACIONES:			
_____			
_____			
_____			
_____			
FIRMA RESPONSABLE _____			

**Figura 18.** Reporte de operación.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.6.2 Mantenimiento de la calidad del proceso

La creación de un cronograma de capacitaciones para el personal tanto administrativo al igual que el operativo involucrado en el proceso productivo, se establece con el fin de motivarlos a través del conocimiento en que pueden perfeccionar su trabajo como un punto fundamental de valor agregado para los diferentes productos que la hilandería ofrece, en la figura 19, se describe la manera del plan mencionado para el personal.

PLAN DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO 						
Nº	SEMINARIOS	FECHA TENTATIVA	TIEMPO DE DURACIÓN	DIRIGIDO A	OBJETIVOS DEL CURSO	NÚMERO DE PARTICIPANTES
1	Mantenimiento Productivo Total (TPM)		12 Horas	Jefes de Área y Operarios	Indicar los beneficios de la implementación del TPM en el desempeño de los procesos	30
2	Práctica de las 5S		8 Horas	Jefes de Área y Operarios	Demostrar los beneficios de las 5S dentro del área de trabajo	30
3	Uso de Equipos de Protección Personal (EPP)		8 Horas	Personal de Mantenimiento y Operarios	Explicar el uso adecuado de los EPP dentro de las áreas de trabajo y su vital importancia	27
4	Elaboración del Análisis de Modo y Efecto de Falla		8 Horas	Personal de Mantenimiento y Operarios	Enseñar sobre el uso de la herramienta el que permitirá hacer un análisis de las posibles fallas en el	27
5	Lubricación		4 Horas	Personal de Mantenimiento y Operarios	Indicar los procesos adecuados para la lubricación adecuada en las diferentes máquinas	27
6	Taller Práctico de Mantenimiento		8 Horas	Personal de Mantenimiento y Operarios	Demostrar mediante la práctica el correcto mantenimiento de las máquinas	27

**Figura 19.** Plan de capacitación.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.7 Pilar V: prevención del mantenimiento

Para este pilar está considerado una matriz la cual permita la mejor elección para la adquisición de máquinas y equipos comparando entre opciones que puedan presentar activos de características similares, por lo cual para la ejecución de esta matriz está fundamentada bajo cuatro condiciones las cuales permiten tener una disminución en costos, distribución del capital humano de manera homogénea, capacidad para el proceso de manufactura y mantenimiento.

### 3.7.1 Matriz de decisión de compra de activos

El enfoque para la reducción de costos busca disminuir los mismos al momento de adquirir un nuevo activo y que este no represente un incremento en las utilidades de la empresa.

La racionalización del recurso humano establece la cantidad del capital humano necesario. Mientras tanto la capacidad de producción involucra los puntos relacionados con el rendimiento y funcionalidad.

Por último, mantenimiento establece el criterio con el cual se puede analizar los diferentes costos por mantenimiento, tiempos de para, cuellos de botella, producción continua, entre otros.

Es por ello que la matriz de decisión de compra detallada en la figura 20, permite calificar los criterios estableciendo 1 como más bajo y 10 como más alto, a su vez las ponderaciones se establecen según el criterio de los encargados de efectuar las comprar el mejor puntuado será el que tenga más opciones de ser adquirido.

MATRIZ DE DECISIÓN PARA COMPRA DE ACTIVOS						
CRITERIOS	REDUCCIÓN DE COSTOS	RACIONALIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	MANEJO Y MANTENIMIENTO	PUNTAJE FINAL	
PONDERACIÓN	0,4	0,1	0,2	0,3		
Estableciendo 1 como más Bajo y 10 como más Alto.						
OPCIÓN 1	CALIFICACIÓN 1-10	2	1	3	4	2,7
	PONDERACIÓN	0,8	0,1	0,6	1,2	
OPCIÓN 2	CALIFICACIÓN 1-10	5	3	7	5	5,2
	PONDERACIÓN	2	0,3	1,4	1,5	
OPCIÓN 3	CALIFICACIÓN 1-10	3	2	1	1	1,9
	PONDERACIÓN	1,2	0,2	0,2	0,3	
OPCIÓN 4	CALIFICACIÓN 1-10	4	4	2	7	4,5
	PONDERACIÓN	1,6	0,4	0,4	2,1	
PUNTAJE FINAL: SUMA DE LAS PONDERACIONES DE CADA OPCIÓN						

**Figura 20.** Matriz de decisión de compra de activos.

Elaborado por: Topón Jonathan

### **3.8 Pilar VI: áreas administrativas**

La metodología TPM establece la unión de todos los departamentos como parte vital de su sistema de gestión, ya que todas las áreas siempre van a necesitar una de la otra para complementarse de manera efectiva.

#### **3.8.1 Reclutamiento de personal**

Actualmente la hilandería no cuenta con procedimientos para la captación de personal en las distintas áreas, ya que al ser una empresa comunitaria generalmente las contrataciones del personal son netamente del lugar y pueblos cercanos.

La empresa actualmente consta de suficiente personal operativo, pero a su vez es necesario considerar los siguientes aspectos para la contratación de personal especializado.

**Técnicos de mantenimiento:** personal con formación técnica en mantenimiento electromecánico, con conocimientos en producción textil.

Este aspecto mencionado es de mucha importancia ya que ayuda a crear un ciclo productivo eficiente, el cual permite prolongar el ciclo funcional de maquinaria dentro de la Hilandería.

#### **3.8.2 Clasificación de proveedores**

Se propone la creación de una matriz de selección de proveedores siendo este un instrumento que permita calificar entre ellos al más adecuado para la empresa con el propósito de establecer alianzas estratégicas de colaboración mutua entre empresas.

Esta matriz evalúa al proveedor en cuatro criterios importantes los mismos que serán evaluados del 1 al 5 en donde 1 será la calificación más baja y 5 será la más alta, las ponderaciones dadas a cada criterio son basadas en los criterios del personal administrativo y los encargados de compras.

El o los proveedores mejores puntuados constarán en la base de datos para tenerlos en cuenta en la adquisición de los diferentes activos que se deseen obtener, cabe recalcar que esta matriz se la puede aplicar en cualquier proceso de compra que la empresa desee realizar.

La figura 21, muestra el formato propuesto para la matriz de calificación de proveedores mencionada anteriormente, en la misma que se detalla su estructura y la manera en la cual debe ser llenada.

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE PROVEEDORES						
CRITERIOS		COSTO	CALIDAD	GARANTÍA	CAPACIDAD DE RESPUESTA	PUNTAJE FINAL
	PONDERACIÓN	0,2	0,3	0,2	0,3	
PROVEEDOR 1	CALIFICACIÓN 1-5	1	2	2	3	2,1
	PONDERACIÓN	0,2	0,6	0,4	0,9	
PROVEEDOR 2	CALIFICACIÓN 1-5	1	3	2	3	2,4
	PONDERACIÓN	0,2	0,9	0,4	0,9	
PROVEEDOR 3	CALIFICACIÓN 1-5	1	4	2	3	2,7
	PONDERACIÓN	0,2	1,2	0,4	0,9	
PROVEEDOR 4	CALIFICACIÓN 1-5	1	5	2	3	3
	PONDERACIÓN	0,2	1,5	0,4	0,9	
PROVEEDOR 5	CALIFICACIÓN 1-5	1	5	2	5	3,6
	PONDERACIÓN	0,2	1,5	0,4	1,5	
<b>Estableciendo 1 como más bajo y 5 como más alto</b>						
<b>PUNTAJE FINAL: SUMA DE LAS PONDERACIONES DE CADA OPCIÓN</b>						
PROVEEDOR	DIRECCIÓN			TELÉFONO		
PROVEEDOR 1						
PROVEEDOR 2						
PROVEEDOR 3						
PROVEEDOR 4						
PROVEEDOR 5						

**Figura 21.** Matriz de decisión de compra de activos.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### **3.9 Pilar VII: educación y capacitación**

El capital humano de la hilandería es de vital importancia para la empresa por lo que es necesario la creación de un sistema de capacitaciones con el objetivo de proporcionar un alto porcentaje de funcionalidad, el cual les permita aumentar las capacidades técnicas y habilidades, aumentando así su conocimiento en cuanto al uso y funcionamiento de las máquinas, y por ende en el mejoramiento de su desempeño.

#### **3.9.1 Plan de capacitación**

Se estableció planes de capacitaciones continuas con el fin de cubrir el déficit de conocimientos técnicos encontrado en el personal operativo, cubriendo de esta manera sus necesidades y permitiéndoles así conocer la eficiencia de las operaciones que se pueden llevar a través del aprendizaje.

Es importante mencionar que este plan abarca los diferentes puntos que están involucrados en el proceso operativo, los trabajadores de la hilandería sin distinción de genero con ánimo de superación son los principales beneficiarios, ya que los mismos se ven involucrados en ejecutar cualquier actividad que permita llevar un mejoramiento continuo, en el cual todos logren desarrollarse laboralmente en ambientes seguros, limpios y en constante desarrollo.

En la figura 19 se detalla el plan de capacitación establecida para el personal administrativo, así como del personal encargado del proceso de manufactura del hilo de lana de borrego.

De igual manera se ha diseñado un formato el cual permita al personal operativo evaluar las capacitaciones, esta herramienta permitirá a los encargados de las capacitaciones buscar nuevos temas y a la vez mejores capacitadores. El formato de evaluación para las capacitaciones se indica en la figura 22.

<b>REGISTRO DE CAPACITACIONES</b>			
<b>NOMBRE DEL CURSO</b>	<input type="text"/>		
<b>FACILITADOR</b>	<input type="text"/>		
<b>FECHA DE INICIO</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<b>DÍA</b>	<b>MES</b>	<b>AÑO</b>
<b>FECHA DE FINALIZACIÓN</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<b>DÍA</b>	<b>MES</b>	<b>AÑO</b>
<b>HORA DE INICIO</b>	<input type="text"/>	H	<input type="text"/>
<b>HORA DE FINALIZACIÓN</b>	<input type="text"/>	H	<input type="text"/>
<b>EVALUACIÓN DEL CONTENIDO</b>			
<i>ESTABLECIENDO 1 COMO MENOR PUNTAJE Y 5 COMO MAYOR PUNTAJE</i>			
<b>CONTENIDO</b>			
PUNTOS QUE ABARCÓ LA CAPACITACIÓN			<input type="text"/>
<b>METODOLOGÍA</b>			
USO DE HERRAMIENTAS QUE FACILITARON EL APRENDIZAJE			<input type="text"/>
<b>INSTRUCTOR</b>			
CONOCIMIENTO Y DOMINIO DEL TEMA			<input type="text"/>
<b>TALLERES PRÁCTICOS</b>			
USO DE RECURSOS FÍSICOS PARA UN CORRECTO APRENDIZAJE			<input type="text"/>
<b>SERVICIOS ADICIONALES</b>			
SALAS, EQUIPO DE AYUDA AUDIOVISUAL Y OTROS.			<input type="text"/>
<b>COMENTARIOS Y SUGERENCIAS</b>			
<b>FIRMA DEL ASISTENTE</b>			

**Figura 22.** Plan de capacitación y entrenamiento.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.10 Pilar VIII: seguridad y salud

Es importante la creación de un departamento de seguridad y riesgo del trabajo en la hilandería y sea quien se encargue de implementar un programa de seguridad el cual, mediante la creación de procedimientos y medidas desarrolladas dentro del ambiente operacional, haga cumplir las normativas vigentes en el Decreto Ejecutivo 2393 sobre

el REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.

### 3.11 Diseño del plan de las 5S

La aplicación de las 5S en la hilandería establece la formación de un comité de o grupo de trabajo, el cual va a tener la capacidad para controlar el adecuado desarrollo del proceso y la evaluación de todo el personal tanto administrativo como operario. El éxito de la implementación no solo dependerá de dicho comité, sino de todo el personal que forma parte de la hilandería.

La tabla 11 permite conocer el comité encargado de hacer cumplir con las 5S en todo momento dentro de la empresa.

**Tabla 11.** Comité de trabajo de las 5S.

<b>PERSONAL DE TRABAJO</b>
Jefe de Producción
Encargado de Mantenimiento
Técnicos Mecánicos y Eléctricos
Operarios

Elaborado por: Jonathan Topón

Una vez formado el comité de trabajo y con el compromiso de llevar a cargo la ejecución de la metodología, se debe conseguir que todos quienes conforman la hilandería se comprometan con la implementación, ya que de esta manera se pueden implementar las metas y tareas a ser ejecutadas, según requiera cada una de las 5S.

#### 3.11.1 Seiri

Con la primera S se identificó y procedió a eliminar de los lugares de trabajo aquellos elementos que no son necesarios durante la ejecución de las actividades en la Hilandería ya sean estos elementos de oficina, operativas o de mantenimiento, el cual

permita generar un ambiente tranquilo, así como seguro. En este aspecto es indispensable:

- Elaboración de un inventario, el cual posibilite identificar la herramienta que el operario use de manera continua en las tareas diarias en su área de trabajo.
- Apartar las cosas que no son de importancia en el proceso productivo especificando su nuevo destino, para lo cual es necesario la creación de una bodega.
- Detectar e informar las anomalías que puedan aparecer.
- Generar un informe final en el cual se detallen las actividades llevadas a cabo y las medidas a realizar.

### **3.11.2 Seiton**

En esta etapa se busca el correcto ordenamiento, así como la ubicación de los recursos que intervienen en el ciclo productivo y mantenimiento, aprovechando todos los espacios y mantenimiento una orden visual con lo cual se facilite para todo el personal ubicarlos y regresarlos a su lugar designado.

Para cumplir con este punto es importante mencionar:

- Identificar las áreas en la cual las herramientas, máquinas, repuestos y recursos puedan ser ubicados y que sean de fácil acceso para todo el personal.
- Ejecutar inspecciones periódicas el cual permita controlar que se respete la ubicación correcta de las herramientas y máquinas.
- Determinar los diferentes recursos a usarse en las diferentes labores estableciendo una bodega la cual cumpla con el stock mínimo requerido.

- Identificar y señalar.

La figura 23 indica la manera en la cual se ubicó las máquinas y herramientas para su fácil identificación y su uso dentro de las actividades propuestas.



**Figura 23.** Ubicación y señalización de máquinas y herramientas.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.11.3 Seiso

La tercera etapa que compromete al personal en evitar el deterioro de las máquinas, equipos, herramientas mediante técnicas fundamentadas en la limpieza. Para lo cual se propone implementar un programa de limpieza el cual deberá seguir los pasos:

- Realizar un cronograma de limpieza de las diferentes áreas.
- Revisar de forma semanal las áreas utilizadas que forman parte del departamento de mantenimiento, con el fin de evitar y eliminar la contaminación de aquellos elementos que perjudiquen la localización de repuestos al igual de que las herramientas.
- Designar al personal encargado de controlar lo planificado en cada una de las áreas.

En la figura 24 se detalla los encargados de cada área en controlar que las actividades propuestas se ejecuten de manera correcta y que sean ellos los encargados de evaluar o notificar cualquier novedad que se pueda presentar al comité antes señalado.

Planificación de Limpieza Semanal		
SEMANA 1		
Área	Responsable	Día
Lavado	Operario 1	Lunes
Tintorería	Operario 2	Lunes
Hilatura	Operario 3	Lunes
Calderos	Operario 4	Miercoles
Bodega de Líquidos	Operario 5	Viernes
Laboratorio	Operario 6	Jueves
Recepción Materia Prima	Operario 7	Viernes
Área de Empacado	Operario 8	Viernes
Bodega de Almacenamiento	Operario 9	Jueves

**Figura 24.** Planificación de limpieza.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.11.4 Seiketsu

Para efectuar la iniciativa de mejora mediante la metodología de las 5S, es fundamental establecer estrategias las cuales permitan conservar todo lo anteriormente realizado es por ello que se debe seguir los siguientes pasos:

- Definir las áreas en las cuales se debe enfocar de manera primordial el cumplimiento de los objetivos de las 5S.
- Asignar al personal encargado de la inspección en las diferentes áreas con la finalidad de asegurar que las 3S antes mencionadas se vayan cumpliendo. La figura 25 muestra el cuadro para inspección de las 5S.
- Establecer controles visuales para garantizar el cumplimiento las mejoras establecidas, el responsable para llevar el control visual será la misma persona que ejecute las inspecciones Seiketsu.

Asignación para Inspección de Áreas 		
SEMANA 1		
Área	Responsable	Hora
Lavado	Jefe Mantenimiento	17:00
Tintorería	Jefe Mantenimiento	17:00
Hilatura	Jefe Mantenimiento	17:00
Calderos	Jefe Mantenimiento	17:00
Bodega de Líquidos	Jefe Mantenimiento	17:00
Laboratorio	Jefe Mantenimiento	17:00
Recepción Materia Prima	Jefe Mantenimiento	17:00
Área de Empacado	Jefe Mantenimiento	17:00
Bodega de Almacenamiento	Jefe Mantenimiento	17:00

**Figura 25.** Inspección 5S.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.11.5 Shitsuke

Como último punto de la metodología de las 5S esta busca cumplir con todas las normas determinadas con anterioridad, hasta conseguir que esta se convierta en una rutina cotidiana en todas las áreas de la hilandería.

- Con el fin de educar al personal sobre las 5S se vio de suma importancia la publicación visual en las distintas áreas sobre las acciones generadas en la metodología, con el fin de determinar la eficacia y su seguimiento como un medio para el aprendizaje del personal.

La figura 26 indica la manera en la cual serán publicadas las diferentes acciones de mejora.



**Figura 26.** Formato antes y después dentro del área.  
Elaborado por: Topón Jonathan

### 3.12 Conclusiones del capítulo

En el desarrollo del plan se pudo identificar que para obtener resultados positivos en su ejecución es necesario partir de acciones de mantenimiento correctivas en las máquinas establecidas en el inventario, ya que así permitirá establecer un punto de partida para en un determinado tiempo identificar si las acciones de mejoras planteadas han generado cambios positivos en las áreas de trabajo, maquinaria, calidad de producto, así como reducción de costos por la gestión de la misma.

La data generada permitirá a la empresa, así como al personal técnico establecer una nueva organización además de contar con un material con la cual puedan respaldar sus acciones al momento de presentarse una actividad de mantenimiento o una auditoria de ser el caso.

## CONCLUSIONES

1. Actualmente, la empresa no cuenta con un departamento de mantenimiento, por lo cual la gestión de sus actividades se ha visto aplicada de manera empírica por el personal, que, al basarse solo en sus conocimientos, así como en su experiencia y al no contar con la información técnica de la maquinaria, han establecido como prioridad al mantenimiento correctivo sobre el mantenimiento preventivo generando una mayor cantidad de paras en el ciclo productivo.
2. La información recopilada mediante entrevistas al personal, permitió establecer una base de datos, y por consiguiente a generar un inventario de máquinas codificadas de manera alfa numérica, clasificadas en cinco áreas según su funcionalidad, las cuales se describen en área de lavado, preparatoria, hilatura, tintorería y calderos, organizadas de manera prioritaria conforme a la cadena de producción.
3. El desarrollo del plan piloto de gestión del mantenimiento fundamentado en los pilares del TPM, estableció como manera prioritaria la formulación de fichas técnicas específicas de la maquinaria, así como un cronograma de mantenimiento semanal, quincenal, mensual, bimestral, trimestral, semestral y anual, el mismo que está enfocado en reducir el índice de mantenimientos correctivos aumentando el índice de mantenimientos preventivos con lo cual se prolongue la vida útil de la maquinaria.
4. La implementación del plan piloto para el manejo del mantenimiento requirió de un encargado del área, el mismo que procedió a la implementación inicial en el área de lavado, con lo cual, una vez establecidos los indicadores de mantenimiento, estos van a permitir evaluar la productividad y definir si es necesario la contratación de mayor personal que continúe con la implementación del plan e incrementar la producción.

## RECOMENDACIONES

1. La empresa actualmente está en proceso de cambio continuo, es por ello que se ha visto con la obligación de mejorar sus procesos productivos, por lo que en un momento la mayoría de máquinas y áreas serán readecuadas por lo cual se debe poner énfasis en no dejar caer el desarrollo de los pilares de la metodología TPM, sino en fortalecerlos e irlos perfeccionando al pasar del tiempo.
2. Se recomienda la realización de una base de datos con toda la información necesaria (orden de trabajo, reporte de averías, fichas técnicas, planes de mantenimiento, entre otras), que se pueda obtener mediante el diseño de este sistema gestión propuesto, el cual permita generar datos relevantes como sustento para la ejecución de diferentes acciones tanto de mejora continua como de mantenimiento.
3. La aplicación de la metodología TPM establece la participación activa del capital humano, por lo que se requiere contar con planes continuos de capacitación enfocadas a las actividades ejecutadas por el trabajador, garantizando de esta manera la formación integral de todos los empleados, para el momento de ponerlos en práctica se sientan motivados al ser parte del desarrollo integral de la empresa.
4. Es recomendable la formación de un departamento de mantenimiento que se ocupe netamente de la gestión y control de esta propuesta desde la parte administrativa hasta la parte técnica, con la finalidad de mejorar las tareas de mantenimiento y a su vez ser parte integral del proceso productivo.

## REFERENCIAS

- [1] S. Zambrano y S. Leal, *Fundamentos Básicos de Mantenimiento*, 1.<sup>a</sup> ed. San Cristóbal - Venezuela: Fondo Editorial Universidad Nacional Experimental del Táchira, 2005.
- [2] M. Herrera y Y. Duany, "Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento", *Ing. Ind.*, vol. 37, n.º 1, pp. 2-13, abr. 2016.
- [3] P. Viveros, R. Stegmaier, F. Kristjanpoller, L. Barbera, y A. Crespo, "Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo", *Ingeniare Rev. Chil. Ing.*, vol. 21, n.º 1, pp. 125-138, abr. 2013, doi: 10.4067/S0718-33052013000100011.
- [4] L. I. Sanzol, "Implantación de plan de mantenimiento TPM en planta de cogeneración", Tesis de Grado, Universidad Pública de Navarra, Pamplona, 2010.
- [5] S. Garcia, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, Díaz de Santos, S.A., Madrid, 2003, p. 1.
- [6] J. Cevallos, "Diseño de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para la maquinaria de la mina Blanca V.", Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, 2017.
- [7] A. Barrios y M. Ortiz, "El mantenimiento en el desarrollo de la gestión empresarial. Fundamentos Teóricos", *Obs. Econ. Latinoam.*, p. 3, jul. 2012.
- [8] C. Marcillo, "Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) mediante software para los equipos de la línea de producción de láminas impermeabilizantes con armadura de la empresa IMPTEK en la planta El Inga", Tesis de Grado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, 2016.
- [9] C. Alavedra *et al.*, "Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013", *Ing. Ind.*, vol. 0, n.º 034, p. 11, abr. 2016, doi: 10.26439/ing.ind2016.n034.529.

- [10] J. Gamarra, "Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento del área de hilandería en las etapas de prehilado para una empresa textil basado en la implementación de TPM", Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2018.
- [11] L. Mena y D. Arias, "Desarrollo de un plan de gestión del mantenimiento para los equipos del laboratorio de máquinas herramientas, soldadura y fundición de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito", Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2020.
- [12] D. Quishpe, "Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para la planta de producción de la fábrica de tornillos, pernos y tuercas TOPESA S.A.", Tesis de Grado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, 2016.
- [13] X. Toral y L. Burgos, "Diseño e implementación de un programa de mantenimiento productivo total (tpm) en una empresa productora de alimentos balanceados", Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 2013.
- [14] D. F. Primero, J. C. Díaz, L. F. García, y A. González, "Manual para la Gestión del Mantenimiento Correctivo de Equipos Biomédicos en la Fundación Valle del Lili", *Rev. Ing. Bioméd.*, vol. 9, n.º 18, sep. 2015, doi: 10.24050/19099762.n18.2015.771.
- [15] F. González, *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*, 2.<sup>a</sup> ed., Madrid: Fundación CONFEMETAL, 2002, p. 106.
- [16] L. Cuatrecasas y F. Torrell, *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*, 2.<sup>a</sup> ed. Barcelona - España: Profit Editorial, 2010.
- [17] L. Pinto, "Mantenimiento Productivo Total (TPM)", *Rev. Electroindustria*, pp. 100-101, 2010.
- [18] C. Tuarez, "Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la

aplicación del tpm (mantenimiento productivo total)", Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 2013.

- [19] L. A. Mora, *Mantenimiento: planeación, ejecución y control*, 1.<sup>a</sup> ed., México: Alfaomega, 2009, pp. 441-442.
- [20] E. Fernández, "Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM", Tesis de Maestría, Escuela Superior de la Marina Civil de Gijón, Gijón, 2018.
- [21] G. Ochoa Jara y P. Valverde, "Diseño de un sistema de gestión y control operacional para una empresa que se dedica a la producción de banano ubicada en la provincia de Manabí", Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 2009.
- [22] L. A. Tavares, *Administración Moderna de Mantenimiento*, Brasil: Novo Polo Publicación, 2000, pp. 105-106.
- [23] C. A. S. Sandoval, H. P. J. O. Quiroz, B. J. B. Alvarado, Y. A. D. Calderón, y L. Pantoja, "Metodología 5S, alternativa viable en la mejora de procesos de la industria alimentaria", *TAYACAJA*, vol. 3, n.º 2, Art. n.º 2, nov. 2020, doi: 10.46908/rict.v3i2.116.
- [24] R. Rodríguez y C. Roncallo, "Diseño de un plan maestro para la implantación del Total Productive Maintenance (TPM) en los procesos productivos de la empresa Xar Ltda.", Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2013.
- [25] J. González, J. Quijada, M. López, P. Pérez, y A. Cruz, "Mantenimiento Industrial en Máquinas y Herramientas por medio de AMFE", *Rev. Ing. Ind.*, vol. 17, n.º 3, Art. n.º 3, nov. 2018, Accedido: nov. 16, 2021.
- [26] S. Garcia, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, Díaz de Santos, S.A., Madrid, España, 2003, p. 37.
- [27] S. Garcia, , *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, Díaz de Santos, S.A., Madrid, España, 2003, p. 44.

- [28] G. Baena, *Metodología de la investigación*, 3.<sup>a</sup> ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017.
- [29] D. Rueda y B. Tiuna, "Sistematización de la gestión de mantenimiento para la región sierra de la maquinaria cortadora vertical y enchapadora con la aplicación del software ERP JD para la empresa Durini Industria de la Madera C.A, EDIMCA.", Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2020.
- [30] L. Calo y E. Vasco, "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo, para los equipos de la planta de tratamiento de aguas residuales perteneciente al Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre a cargo de la empresa Ingeniería y Servicios Ambientales ISA S.A.", Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2017.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha técnica máquina batidora.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	MAQUINA BATIDORA
<b>Código:</b>	MB - 00.1
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	Marzoli
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	1981
<b>Serie:</b>	863
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Área de Lavado
<b>País de Origen:</b>	Italia
<b>Características Específicas:</b>	
	<b>Chumaceras P213</b> Cantidad: 2 Unidades DI: 2,5 plg / 63,5 mm
	<b>Poleas Doble Hilera</b> Cantidad: 2 Unidades D1: 500 mm D2: 130 mm
	<b>Bandas Tipo B</b> Cantidad: 2 Unidades Longitud: 40 plg/ 1016 mm
Tensión: 220 - 440 V Potencia: 5 Hp Dientes Trituradores: 36 RPM: 1410 Corriente: 3 ~	
<b>Observaciones</b>	
Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 2. Ficha técnica máquina lavadora – batidora.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	MAQUINA LAVADORA - BATIDORA
<b>Código:</b>	MLB - 00.2
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	NI
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	NI
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Área de Lavado
<b>País de Origen:</b>	NI
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
<b>Características Específicas:</b>	
	<b>Ejes de arrastre dientes estriados</b> Cantidad: 2 Unidades D: 70 mm Longitud: 1120 mm
	<b>Piñones de Arrastre</b> D: 66mm , E: 40 mm Módulo: 3 Dientes: 20 Cantidad: 2 Unidades
	<b>Chumaceras P213</b> Cantidad: 2 Unidades DI: 2,5 plg / 63,5 mm
	<b>Banda Plástica</b> Cantidad: 1 Unidad 600 x 800 mm
	<b>Balancin de Accionamiento de Cadena</b> Cantidad: 1 Unidad
<b>Observaciones</b>	
Mantenimiento Correctivo urgente del Eje de arraste ya no existen dientes de arrastre Mantenimiento Correctivo urgente de Piñones de arrastre deteriorados Lavar y Engrasar el balancin de accionamiento de cadena Fabricar soporte para la base del balancin	

Elaborado por: Topón Jonathan

**Anexo 3.** Ficha técnica máquina centrífuga.

		FICHA TÉCNICA	
DESCRIPCIÓN GENERAL			
<b>Nombre del Equipo:</b>	MÁQUINA CENTRIFUGA		
<b>Código:</b>	MC - 00.4	<b>Fotografía del Equipo</b>	
<b>Versión:</b>	NI		
<b>Marca:</b>	NI		
<b>Modelo:</b>	NI		
<b>Año:</b>	NI		
<b>Serie:</b>	NI		
<b>Ubicación:</b>	Hilandería		
<b>Área:</b>	Área de Lavado		
<b>País de Origen:</b>	NI		
Características Específicas:			
Tensión: 220 - 440 V RPM: 1460 Frecuencia: 50 - 60 Hz Potencia : 25 HP Corriente: 3 ~			
Observaciones			
Reparar fisuras en la Tapa Rectificar los unts de soldadura efectuados por los técnicos responsables Mantenimiento del sistema eléctrico y de control			

Elaborado por: Topón Jonathan

**Anexo 4.** Ficha técnica máquina secadora.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	MAQUINA SECADORA
<b>Código:</b>	SE - 00.5
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	JAMES HUNTER MACHINE CO.
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	NI
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Área de Lavado
<b>País de Origen:</b>	Estados Unidos de América
<b>Características Específicas:</b>	
Tensión: 220 - 440 V RPM: 1150 Corriente: 3 ~ Intensidad : 5.6 A	
<b>Observaciones</b>	
Mantenimiento del sistema eléctrico y de control Verificar Constantemente el daño en los serpentines	



Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 5. Ficha técnica cardadora.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	MÁQUINA CARDADORA
<b>Código:</b>	MCD - 00.6
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	DUESBERG BOSSON
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	NI
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Preparatoria
<b>País de Origen:</b>	Estados Unidos de América
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
<b>Características Específicas:</b>	
Tensión: 220 - 440 V Velocidad: 330 m/min Potencia : 23,5 - 29,8 Kw RPM: 600 - 900 Corriente: 3 ~	
<b>Observaciones</b>	
Mantenimiento Correctivo de bandas Fabricación de piñones de Transmisión Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 6. Ficha técnica máquina lobo (Piker)

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	MÁQUINA LOBO (PIKER)
<b>Código:</b>	ML - 00.7
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	TEMAFA
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	1960
<b>Serie:</b>	2999
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Preparatoria
<b>País de Origen:</b>	Alemania
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
<b>Características Específicas:</b>	
Tensión: 220 - 440 V Potencia : 23,5 - 29,8 Kw Corriente: 3 ~ RPM: 600	
<b>Observaciones</b>	
Mantenimiento Correctivo de bandas Fabricación de piñones de Transmisión Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 7. Ficha técnica máquina hiladora.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>		
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>		
<b>Nombre del Equipo:</b>	MÁQUINA HILADORA	
<b>Código:</b>	MH - 00.8	<b>Fotografía del Equipo</b> 
<b>Versión:</b>	NI	
<b>Marca:</b>	HOUGET DUESBERG BOSSON	
<b>Modelo:</b>	NI	
<b>Año:</b>	1980	
<b>Serie:</b>	5253A	
<b>Ubicación:</b>	Hilandería	
<b>Área:</b>	Hilatura	
<b>País de Origen:</b>	BÉLGICA	
<b>Características Específicas:</b>		
Tensión: 220 - 440 V Potencia: 5,9 Kw Velocidad: 39.31 m/min Corriente: 3 ~ RPM: 1000 - 4000		
<b>Observaciones</b>		
Tensión y Revisión de la cadena de transmisión Rectificación de rodillos de presión para mejorar el triturado del hilo Mantenimiento rodamiento porta madeja Mantenimiento de Rodillos Mantenimiento del sistema eléctrico y de control		

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 8. Ficha técnica máquina madejadora.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	MÁQUINA MADEJADORA
<b>Código:</b>	MM - 00.9
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	NI
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	NI
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Hilatura
<b>País de Origen:</b>	NI
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
<b>Características Específicas:</b>	
	<p><b>Chumaceras</b> D: 1plg / 25,4 mm Cantidad: 2 Unidades</p>
	<p><b>Banda</b> Espesor: 4 mm Longitud: 750 mm</p>
<p>RPM: 1700 Potencia: 5Hp Velocidad 80 m/min Corriente: 3 ~ Tensión: 220 V</p>	
<b>Observaciones</b>	
Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 9. Ficha técnica máquina retorcedora.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	MÁQUINA RETORCEDORA
<b>Código:</b>	MR - 00.10
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	SCHLAFHORST
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	NI
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Hilatura
<b>País de Origen:</b>	ALEMANIA
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
<b>Características Específicas:</b>	
Tensión: 220 - 440 V Potencia: 5,9 Kw Velocidad: 39.31 m/min Corriente: 3 ~ RPM: 1000 - 4000	
<b>Observaciones</b>	
Tensión y Revisión de la cadena de transmisión Rectificación de rodillos de presión para mejorar el triturado del hilo Mantenimiento rodamiento porta madeja Mantenimiento de rodillos Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 10. Ficha técnica máquina ovilladora.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	MÁQUINA OVILLADORA
<b>Código:</b>	MO - 00.11
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	SAV
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	1995
<b>Serie:</b>	NI
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Hilatura
<b>País de Origen:</b>	ITALIA
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
<b>Características Específicas:</b>	
Tensión: 220 - 440 V Potencia: 5,9 Kw Velocidad: 25 m/min Corriente: 3 ~ RPM: 1000 - 4000	
<b>Observaciones</b>	
Tensión y Revisión de la cadena de transmisión Mantenimiento rodamiento porta madeja Mantenimiento de rodillos Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 11. Ficha técnica tina tinturadora Hussong.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	TINA TINTURADORA HUSSONG
<b>Código:</b>	TH - 00.12
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	HUSSONG WALKER DAVIS
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	NI
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Tintorería
<b>País de Origen:</b>	Estados Unidos de América
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
<b>Características Específicas:</b>	
	<b>Poleas</b> Cantidad: 2 unidades D1: 400 mm D2: 100 mm
	<b>Banda Tipo A</b> Cantidad: 1 Unidad Longitud: 900 mm
Potencia: 5 Hp Tensión: 220 - 440 V Corriente: 3 ~ RPM: 1730 Voltaje: 220 - 380 - 440 V Intensidad: 13.6 - 7.87 - 6.8 A	
<b>Observaciones</b>	
Mantenimiento con Desincrustante Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 12. Ficha técnica tina tinturadora Pegg.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	TINA TINTURADORA PEGG
<b>Código:</b>	TP - 00.13
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	PEGG
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	PD 1168
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Tintorería
<b>País de Origen:</b>	Inglaterra
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
<b>Características Específicas:</b>	
	<p style="text-align: center;"><b>Poleas</b></p> <p style="text-align: center;">Cantidad: 2 unidades D1: 400 mm D2: 100 mm</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Banda Tipo A</b></p> <p style="text-align: center;">Cantidad: 1 Unidad Longitud: 900 mm</p>
<p style="text-align: right;">Potencia: 5 Hp Tensión: 220 - 440 V Corriente: 3 ~ RPM: 1730 Voltaje: 220 - 380 - 440 V Intensidad: 13.6 - 7.87 - 6.8 A</p>	
<b>Observaciones</b>	
<p>Mantenimiento con Desincrustante Mantenimiento del sistema eléctrico y de control</p>	

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 13. Ficha técnica caldero CBL.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	CALDERO CBL
<b>Código:</b>	CBL - 00.14
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	CLEAVER BROOKS
<b>Modelo:</b>	NI
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	NI
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Calderos
<b>País de Origen:</b>	Estados Unidos de América
<b>Fotografía del Equipo</b>	
	
<b>Características Específicas:</b>	
Potencia: 800 - 1500HP	
Tensión: 220 - 440 Δ Y	
Corriente: 3 ~	
<b>Observaciones</b>	
Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 14. Ficha técnica caldero CBL1.

 <b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	
<b>Nombre del Equipo:</b>	CALDERO CBL1
<b>Código:</b>	CBL1 - 00.15
<b>Versión:</b>	NI
<b>Marca:</b>	CLEAVER BROOKS
<b>Modelo:</b>	M142 - 40
<b>Año:</b>	NI
<b>Serie:</b>	L - 51305
<b>Ubicación:</b>	Hilandería
<b>Área:</b>	Calderos
<b>País de Origen:</b>	Estados Unidos de América
<b>Características Específicas:</b>	
Potencia: 15 - 800 HP	
Tensión: 220 Δ - 440 Y	
Corriente: 3 ~	
Intensidad: 0.36 Δ - 4.19 Y A	
<b>Observaciones</b>	
Mantenimiento del sistema eléctrico y de control	



Elaborado por: Topón Jonathan



Anexo 16. Cronograma de mantenimiento máquina lavadora – batidora.

 <b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>																																																					
FOTOGRAFIA DEL EQUIPO		Frecuencia		Nombre del Equipo																																																	
		Semanal		Máquina Lavadora - Batidora																																																	
		Quincenal		Código:	MLB - 00.2																																																
		Mensual		Área	Lavado																																																
		Bimestral		Encargado	Operario 1																																																
		Trimestral																																																			
		Semestral																																																			
		Anual																																																			
ACTIVIDADES	SEMANA	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48			
Inspección del sistema de encendido y apagado	2	Semanal																																																			
Limpieza y lubricación de balancín de accionamiento	2	Quincenal																																																			
Verificar Piñones de arrastre, ejes de arrastre	2	Mensual																																																			
Limpieza acabado el turno	2	Semanal																																																			
Lubricación de la cadena de transporte	13	Trimestral																																																			
Inspección y cambio de dientes trituradores	9	Bimestral																																																			
Ajuste y calibración de bandas de transmisión	13	Trimestral																																																			
Inspección del sistema eléctrico	25	Semestral																																																			
Revisión de tubería de Agua	25	Semestral																																																			
Limpieza minuciosa de la máquina	25	Semestral																																																			
Mantenimiento electromecánico general	1	Anual																																																			
Mantenimiento electro mecanico del motor	1	Anual																																																			
Mantenimiento General	1	Anual																																																			

Elaborado por: Topón Jonathan





Anexo 19. Cronograma de mantenimiento máquina secadora.

 <b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>																																																		
FOTOGRAFIA DEL EQUIPO		Frecuencia		Nombre del Equipo																																														
		Semanal	<span style="color: green;">■</span>	Nombre del Equipo	Máquina Secadora																																													
		Quincenal	<span style="color: purple;">■</span>	Código:	SE - 00.5																																													
		Mensual	<span style="color: brown;">■</span>	Área:	Lavado																																													
		Bimestral	<span style="color: blue;">■</span>	Encargado:	Operario 1																																													
		Trimestral	<span style="color: grey;">■</span>																																															
		Semestral	<span style="color: yellow;">■</span>																																															
		Anual	<span style="color: red;">■</span>																																															
ACTIVIDADES	SEMANA	FRECUENCIA	ENERO		FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Inspección de poleas y bandas.	2	Semanal																																																
Inspección del sistema de encendido y apagado	2	Semanal																																																
Verificar Poleas	2	Semanal																																																
Limpieza acabado el turno	2	Semanal																																																
Lubricación de la cadena de transporte	2	Mensual																																																
Limpieza de la materia prima atascada	3	Quincenal																																																
Revisión y calibración de la banda de madera	9	Bimestral																																																
Ajuste y calibración de las bandas	9	Bimestral																																																
Lubricación de chumaceras y cojinetes	13	Trimestral																																																
Ajuste de los elementos de sujeción	13	Trimestral																																																
Inspeccionar sistema eléctrico	25	Semestral																																																
Limpieza minuciosa de la máquina	25	Semestral																																																
Mantenimiento electromecánico general	1	Anual																																																
Mantenimiento electro mecanico del motor	1	Anual																																																
Mantenimiento General	1	Anual																																																

Elaborado por: Topón Jonathan

Anexo 20. Cronograma de mantenimiento máquina cardadora.

 <b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>																																																		
FOTOGRAFIA DEL EQUIPO		Frecuencia		Nombre del Equipo																																														
		Semanal	<span style="color: green;">■</span>	Nombre del Equipo	Máquina Cardadora																																													
		Quincenal	<span style="color: purple;">■</span>	Código:	MCD - 00.6																																													
		Mensual	<span style="color: brown;">■</span>	Área:	Preparatoria																																													
		Bimestral	<span style="color: blue;">■</span>	Encargado	Operario 1																																													
		Trimestral	<span style="color: grey;">■</span>																																															
		Semestral	<span style="color: yellow;">■</span>																																															
		Anual	<span style="color: red;">■</span>																																															
ACTIVIDADES	SEMANA	FRECUENCIA	ENERO		FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Inspección visual del equipo de trabajo (Polea, Bandas, Engranajes)	2	Semanal	■																																															
Inspección del sistema de encendido y apagado.	2	Semanal	■																																															
Limpieza general acabado el turno	2	Semanal	■																																															
Revisión del sistema de engranajes	9	Bimestral	■																																															
limpieza de la materia prima atascada en los diferentes puntos de la máquina	3	Quincenal	■																																															
Lubricación de los diferentes sistemas	5	Mensual	■																																															
Revisión y calibración de la banda de madera.	9	Bimestral	■																																															
Ajuste y calibración de las bandas de transmisión	9	Bimestral	■																																															
Ajuste de los elementos de sujeción de la máquina.	13	Trimestral	■																																															
Inspeccionar el sistema eléctrico de la máquina.	25	Semestral	■																																															
Revisión del cepillo desprendedor	25	Semestral	■																																															
Limpieza Minuciosa de la maquinaria así como de los motores	25	Semestral	■																																															
Mantenimiento Electromecánico general de la máquina	1	Anual	■																																															
Mantenimiento del motor (Eléctrica y Mecánica)	1	Anual	■																																															
Mantenimiento en general (calibración, pintura, limpieza estructura)	1	Anual	■																																															

Elaborado por: Topón Jonathan

















Anexo 29. Cronograma de mantenimiento caldero CBL1

 <b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>																																																											
FOTOGRAFIA DEL EQUIPO		Frecuencia		Nombre del Equipo																																																							
		Semanal		Nombre del Equipo	Caldero CBL1																																																						
		Quincenal		Código:	CBL1 - 00.15																																																						
		Mensual		Area:	Calderos																																																						
		Bimestral		Encargado:	Operario 1																																																						
		Trimestral																																																									
		Semestral																																																									
		Anual																																																									
ACTIVIDADES	SEMANA	FRECUENCIA	ENERO		FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48									
Inspección del nivel de agua	2	Semanal																																																									
Verificar combustión	2	Semanal																																																									
Registros de presión y temperatura de agua y aceite	2	Semanal																																																									
Registros de presión de gas	2	Semanal																																																									
Registros de aire de atomización	2	Semanal																																																									
Registros de la temperatura de gases de combustión	2	Semanal																																																									
Revisión del ajuste de la valvula	3	Quincenal																																																									
Revisión de luces de seguridad y alarmas	3	Quincenal																																																									
Revisión de controles de limite y operación.	3	Quincenal																																																									
Inspección del quemador	5	Mensual																																																									
Verificar la conexión de combustible y aire	5	Mensual																																																									