UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“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

Para optar por el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Gamarra Antonio, José Luis (0000-0001-6475-5590)

Asesor:

Llontop Jesús, José Alberto (0000-0002-5852-1269)

Lima, Perú

Diciembre 2018

DEDICADO a Sara.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis surge ante la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento en una empresa dedicada a la producción de hilados de algodón. El objetivo central del proyecto se enfoca en reducir los efectos del problema identificado dentro del proceso de Prehilado, donde se observa una pérdida de eficiencia en los equipos, siendo la disponibilidad el factor mayor afectado. En este caso particular, se trata de mejorar la disponibilidad de las máquinas, y para eso, se utilizan determinadas herramientas de diagnóstico y se realiza el análisis de las causas que generan las paralizaciones no programadas en los equipos.

El diagnóstico concreta la necesidad de desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento basado en una metodología que permita eliminar las causas fundamentales de paralizaciones imprevistas. Es así que, se propone una metodología de trabajo aplicada a los procesos operativos, el cual se enfoque en la mejora continua; la propuesta es la implementación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) con el fin de trabajar conjuntamente entre producción y mantenimiento, optimizando las labores relacionadas y buscando técnicas para evitar que la producción se vea afectada. Asimismo, se define pertinente verificar la factibilidad de la propuesta de solución mediante un análisis de costo - beneficio.

La tesis se estructura en cinco capítulos. En el primer capítulo se presenta el marco teórico sobre la cual se basa el proyecto. El segundo capítulo detalla el diagnóstico del análisis del problema. El tercer capítulo, desarrolla la solución al problema y define los costos y beneficios de su implementación. En el cuarto capítulo se valida la propuesta mediante un piloto y se evalúa el impacto económico. Por último, se redactan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

Palabras Clave: TPM, gestión de mantenimiento, 5S, mejoras enfocadas, hilandería, prehilado.

ABSTRACT

This thesis arises from the need to improve maintenance management in a company dedicated to the production of cotton yarn. The central objective of the project focuses on reducing the effects of the problem identified within the Pre-Spinning process, where a loss of efficiency in the equipment is observed, with availability being the major factor affected. In this particular case, it is about improving the availability of the machines, and for that, certain diagnostic tools are used and the analysis of the causes that generate the non-programmed stoppages in the equipment is carried out.

The diagnosis specifies the need to develop a maintenance management system based on a methodology that allows the elimination of the fundamental causes of unforeseen stoppages. Thus, a work methodology applied to operational processes is proposed, which focuses on continuous improvement; the proposal is the implementation of the TPM (Total Productive Maintenance) in order to work jointly between production and maintenance, optimizing the related tasks and looking for techniques to prevent production from being affected. Likewise, it is defined as pertinent to verify the feasibility of the proposed solution through a cost - benefit analysis.

The thesis is structured in five chapters. In the first chapter, the theoretical framework on which the project is based is presented. The second chapter details the diagnosis of the problem analysis. The third chapter develops the solution to the problem and defines the costs and benefits of its implementation. In the fourth chapter, the proposal is validated through a pilot and the economic impact is evaluated. Finally, the conclusions and recommendations of the project are written.

Keywords: TPM, maintenance management, 5S, focus improvement, Spinning, Pre-Spinning.

INDICE

INDICE.....	4
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	13
1.1. Generalidades de las empresas Hilanderas y la industria Textil.....	13
1.2. Desarrollo del Marco Teórico	19
1.2.1. Análisis de Procesos	19
1.2.2. Gestión de Mantenimiento	27
1.2.3. Mantenimiento Productivo Total (TPM)	32
1.3. Estado del Arte	46
1.3.1. Artículos indexados de TPM.....	46
1.3.2. Casos de éxito de TPM en las industrias.....	58
CAPÍTULO 2: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA Y DIAGNÓSTICO DE PROBLEMA.....	66
2.1. Análisis del entorno y Sector.....	66
2.2. Descripción de la Empresa	69
2.2.1. Productos Elaborados	69
2.2.2. Estructura de la Organización	70
2.2.3. Mapa de Procesos	71
2.2.4. Procesos de Producción de Hilandería y Tintorería.....	72
2.2.5. Descripción del Proceso de Producción de Hilos de Algodón.....	75
2.3. Gestión del Mantenimiento	81
2.3.1. Organigrama actual de Mantenimiento.....	81
2.3.2. Estructura y Gestión actual del Mantenimiento	82
2.3.3. Maquinaria y Equipos de la Empresa	86
2.3.4. SIPOC de la Gestión de Mantenimiento	91
2.4. Identificación del Problema y Diagnóstico	92
2.4.1. Análisis de las Paradas no Programadas en Máquinas	94
2.4.2. Análisis de la Gestión de Mantenimiento en Preparatoria Hilandería	101
2.4.3. Análisis de las Causas.....	113
2.4.4. Diagnóstico del problema y formulación de hipótesis.....	122

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO DE PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	125
3.1. Evaluación de alternativas de metodología a aplicar	125
3.1.1. Criterios de selección y resultados	127
3.1.2. Objetivos generales y específicos del proyecto.....	130
3.2. Desarrollo inicial del Sistema de Gestión de Mantenimiento	132
3.2.1. Estrategia y Objetivos del área de Mantenimiento	132
3.2.2. Nueva codificación de máquinas.....	134
3.3. Desarrollo de implementación de TPM en Preparatoria Hilandería	140
3.3.1. Pasos para la implementación del TPM.....	141
3.3.2. Esquema de pilares del TPM propuestos	145
3.3.3. Desarrollo de 5S	147
3.3.4. Desarrollo de Pilar I Mejoras Enfocadas	164
3.3.5. Desarrollo de Pilar II Mantenimiento Autónomo	184
3.3.6. Desarrollo de Pilar III Mantenimiento Planificado	196
3.3.7. Desarrollo de Pilar IV Mantenimiento de la Calidad	205
3.3.8. Desarrollo de Pilar V Prevención del Mantenimiento	208
3.3.9. Desarrollo de Indicadores de Gestión de Mantenimiento	213
3.3.10. Cronograma del proyecto de implementación	213
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	215
4.1. Validación de la propuesta de solución.....	215
4.1.1. Proyecto Piloto en Preparatoria Hilandería.....	215
4.1.2. Validación del proyecto piloto en Preparatoria Hilandería.....	232
4.1.3. Evaluación y análisis económico de implementación	235
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	240
BIBLIOGRAFÍA.....	242
ANEXOS	246

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1.1.: Participación del sector textil y confecciones en el PBI industrial, 2010-2016.....	15
Gráfico 1.2.: Variaciones porcentuales interanuales de agosto 2016 a agosto 2017 de los subsectores dentro del sector textil y confecciones.	16
Gráfico 2.1: Mapa de Procesos de la empresa	72
Gráfico 2.2.: Diagrama de flujo del proceso de Hilandería	73
Gráfico 2.3.: Diagrama de flujo del proceso de Tintorería	74
Gráfico 2.4.: Diagrama de flujo del proceso de Hilandería	79
Gráfico 2.5.: Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo.....	84
Gráfico 2.6.: Diagrama de flujo de mantenimiento preventivo.....	85
Gráfico 2.7.: Diagrama SIPOC de la gestión actual de Mantenimiento	91
Gráfico 2.8.: Capacidad instalada de Producción por área en Toneladas/Mes	92
Gráfico 2.9.: Horas por tipo de paralizaciones en máquina en el año 2017.	94
Gráfico 2.10.: Total de Horas por paradas no programadas por área en el 2017	95
Gráfico 2.11.: Total de Horas por paradas no programadas en cada zona durante el 2017	97
Gráfico 2.12.: Total porcentual de Horas por paradas no programadas por zona en el 2017	97
Gráfico 2.13.: Total de gastos por mantenimiento correctivo en cada zona durante el 2017	98
Gráfico 2.14.: Total Soles equivalentes a las horas por paradas no programadas en Hilandería durante el año 2017	99
Gráfico 2.15.: Resumen de Tasa de horas por paradas no programadas y su impacto económico por área durante el año 2017.	101
Gráfico 2.16.: Total de horas por paradas no programadas en Preparatoria durante el año 2017	102
Gráfico 2.17.: Número de paradas no programadas en Preparatoria Hilandería durante el 2017	103
Gráfico 2.18.: Número de horas por paradas no programadas durante el 2017	104
Gráfico 2.19.: Indicador de disponibilidad de máquinas de Preparatoria Hilandería en el año 2017.....	107
Gráfico 2.20.: Estructuración de los costos por mantenimiento para la zona de Preparatoria Hilandería durante el año 2017	108
Gráfico 2.21.: Costo mensual por tipo de mantenimiento durante el 2017 – Miles S/.....	109
Gráfico 2.22.: Costo mensual por tipo de inversión en mantenimiento correctivo – Miles S/.....	110
Gráfico 2.23.: Costo de mantenimiento correctivo por familia de máquinas durante el 2017	111
Gráfico 2.24.: Costo de mantenimiento correctivo por familia de máquinas durante el 2017	112
Gráfico 2.25.: Diagrama Ishikawa Causa-Efecto de la problemática actual.....	117

Gráfico 2.26.: Diagrama de Análisis de Árbol de la problemática actual.....	119
Gráfico 2.27.: Diagrama de Pareto de las causas identificadas	121
Gráfico 2.28.: Diagrama del diagnóstico del problema	124
Gráfico 3.1.: Integrantes del equipo multidisciplinario	165
Gráfico 3.2.: Proceso de levantamiento de información técnica	210
Gráfico 3.3.: Proceso de levantamiento de información técnica de equipos nuevos	211

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.: Participación de compañías del sector textil por tamaño de empresa durante el 2015 y 2016 .67	
Tabla 2.2.: Producción de la industria de textiles y de confecciones en el Perú (Variación porcentual) ...	68
Tabla 2.3.: Lista de máquinas pertenecientes a la empresa.....	86
Tabla 2.4.: Zonas por cada área dentro de la empresa	96
Tabla 2.5.: Total de Horas por paradas no programadas en Hilandería durante el año 2017.....	99
Tabla 2.6.: Abreviatura utilizada para cada máquina en la zona de Preparatoria Hilandería.....	103
Tabla 2.7.: Indicador de disponibilidad promedio por familia de máquinas en Preparatoria	105
Tabla 2.8.: Indicador de disponibilidad por máquina en Preparatoria durante el año 2017.....	106
Tabla 2.9.: Indicador de disponibilidad promedio por familia de máquinas en Preparatoria	112
Tabla 2.10.: Comportamiento de la disponibilidad de Batanes en el año 2017	114
Tabla 2.11.: Comportamiento de la disponibilidad de Cardas en el año 2017.....	114
Tabla 2.12.: Comportamiento de la disponibilidad de Manuares en el año 2017	115
Tabla 2.13.: Comportamiento de la disponibilidad de Peinadoras en el año 2017.....	115
Tabla 2.14.: Comportamiento de la disponibilidad de Pabileras en el año 2017	115
Tabla 2.15.: Representatividad de causas de las paradas no programadas en las máquinas durante el año 2017.....	120
Tabla 2.16.: Causas de las paradas no programadas y abreviatura designada	121
Tabla 3.1.: Comparación entre las diferentes metodologías de mejora en Mantenimiento	126
Tabla 3.2.: Criterios de evaluación y abreviatura asignada	127
Tabla 3.3.: Valorización ponderada para evaluación de criterios.....	127
Tabla 3.4.: Comparación y análisis criterios de evaluación.....	128
Tabla 3.5.: Matriz de normalización de criterios de evaluación.....	129
Tabla 3.6.: Evaluación de alternativas de solución	129
Tabla 3.7.: Objetivos propuestos para el área de Mantenimiento	133

Tabla 3.8.: Extracto de listado de máquinas de la zona de Preparatoria Hilandería.....	134
Tabla 3.9.: Numeración propuesta para las máquinas en la zona de Preparatoria Hilandería.....	136
Tabla 3.10.: Extracto de nueva codificación de máquinas de la zona de Preparatoria Hilandería	140
Tabla 3.11.: Personal involucrado para cumplimiento de las 5S.....	148
Tabla 3.12.: Programa de limpieza del taller de Mantenimiento	155
Tabla 3.13.: Checklist de limpieza por zona	156
Tabla 3.14.: Formato de Auditoría 5S	160
Tabla 3.15.: Cronograma de implementación de la metodología 5S en el área de Mantenimiento	161
Tabla 3.16.: Costo inicial de las 5S	162
Tabla 3.17.: Costo de capacitación posterior de las 5S	163
Tabla 3.18.: Costo total de las 5S.....	163
Tabla 3.19.: Beneficios de la implementación de las 5S	164
Tabla 3.20.: Criterios para determinar la criticidad.....	166
Tabla 3.21.: Matriz de criticidad	168
Tabla 3.22.: Desarrollo del análisis de criticidad	168
Tabla 3.23.: Desarrollo del análisis de criticidad	169
Tabla 3.24.: Desarrollo del análisis de criticidad	170
Tabla 3.25.: Matriz de criticidad	171
Tabla 3.26.: Matriz Elaboración del AMEF del proceso de Cardado de las Cardas C 1/3	172
Tabla 3.27.: Matriz Elaboración del AMEF del proceso de Cardado de las Cardas C 4.....	173
Tabla 3.28.: Matriz Elaboración del AMEF del proceso de Batanado del Batan de rollos 01.....	174
Tabla 3.29.: Partes de máquinas críticas.....	176
Tabla 3.30.: Fechas de cambio de los repuestos críticos en las Cardas C4.....	179
Tabla 3.31.: Costo por instalación de ductos para el proyecto en Cardas C 1/3	180
Tabla 3.32.: Costo por repuestos para el proyecto en Cardas C 1/3.....	180
Tabla 3.33.: Costo por Overhaul de máquinas para el proyecto de Cardas C 4.....	181
Tabla 3.34.: Costo por repuestos para el proyecto en Cardas C 4.....	182
Tabla 3.35.: Costo por repuestos para el proyecto en Cardas C 4.....	182
Tabla 3.36.: Beneficios de la implementación de las 5S	183
Tabla 3.37.: Pasos para la implementación del mantenimiento autónomo	184
Tabla 3.38.: Programa semanal de limpieza por máquina en Preparatoria Hilandería	186
Tabla 3.39.: Programa mensual de lubricación por máquina en Preparatoria Hilandería.....	188
Tabla 3.40.: Cartilla de Limpieza para máquina Manuar en la zona de Preparatoria Hilandería.....	190
Tabla 3.41.: Cartilla de Lubricación para máquina Pabilera en la zona de Preparatoria Hilandería	191

Tabla 3.42.: Checklist de Limpieza diaria por máquina para la zona de Preparatoria Hilandería	192
Tabla 3.43.: Checklist de Lubricación por máquina para la zona de Preparatoria Hilandería	193
Tabla 3.44.: Costos totales para la implementación del Mantenimiento Autónomo	194
Tabla 3.45.: Costos totales para la implementación del Mantenimiento Autónomo	195
Tabla 3.46.: Plan actual de mantenimiento preventivo para la zona de Preparatoria Hilandería	196
Tabla 3.47.: Plan anual propuesto de mantenimiento preventivo para la zona de Preparatoria Hilandería	198
Tabla 3.48.: Plan actual de mantenimiento preventivo para la zona de Preparatoria Hilandería	199
Tabla 3.49.: Programa mensual propuesta de mantenimiento preventivo	199
Tabla 3.50.: Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo para Cardas	200
Tabla 3.51.: Costo de mantenimiento preventivo para los Manuares	201
Tabla 3.52.: Costo de mantenimiento preventivo para la Reunidora	202
Tabla 3.53.: Costo de mantenimiento preventivo para las Peinadoras	202
Tabla 3.54.: Costo de mantenimiento preventivo para las Cardas	202
Tabla 3.55.: Costo de mantenimiento preventivo para las Pabileras	203
Tabla 3.54.: Costo de mantenimiento preventivo para los Batanes	203
Tabla 3.55.: Costo de mantenimiento preventivo para los Batanes	204
Tabla 3.56.: Formato de los 5 Porqué	207
Tabla 3.57.: Ficha técnica de máquinas	209
Tabla 3.58.: Ejemplo de Ficha técnica de Carda 01	212
Tabla 3.59.: Indicadores propuestos de gestión de mantenimiento	213
Tabla 3.60.: Cronograma de implementación del TPM	214
Tabla 4.2.: Resultados de auditoria 5S en el taller de Mantenimiento	223
Tabla 4.3.: Análisis de horas por paralizaciones para el periodo de junio a agosto del 2018	233
Tabla 4.4.: Variabilidad en las horas por paralizaciones para el periodo en evaluación vs el 2017	234
Tabla 4.5.: Total de horas en Preparatoria Hilandería dejadas de perder respecto al 2017	234
Tabla 4.6.: Total de horas en Preparatoria Hilandería dejadas de perder respecto al 2017	235
Tabla 4.7.: Capacidades y costos de producción por tipo de máquina	236
Tabla 4.8.: Total de horas en Preparatoria Hilandería dejadas de perder respecto al 2017	237
Tabla 4.9.: Flujo de caja proyectada para la implementación de TPM en la zona de Preparatoria Hilandería	238
Tabla 4.10.: Flujo de caja proyectada para la implementación de TPM	239

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.: Productos fabricados por la empresa	70
Figura 2.2.: Organigrama actual de la Empresa	71
Figura 2.3.: Diferentes presentaciones correspondientes a las etapas de hilandería.....	78
Figura 2.4.: Organigrama del área de Mantenimiento	81
Figura 2.5.: Layout actual de la planta de producción.....	90
Figura 2.6.: Reporte de Paralizaciones en Máquina por tipo	93
Figura 3.1.: Plano actual de la zona de Preparatoria Hilandería.	135
Figura 3.2.: Numeración utilizada en máquinas de la zona de Preparatoria Hilandería	136
Figura 3.3.: Implementación de nueva numeración de máquinas en Preparatoria Hilandería	137
Figura 3.4.: Nueva numeración en Cardas de rollos Preparatoria Hilandería	138
Figura 3.5.: Nueva numeración en Cardas C4 Preparatoria Hilandería.....	138
Figura 3.6.: Codificación propuesta para la zona de Preparatoria Hilandería.....	139
Figura 3.7.: Pasos en el desarrollo de la implementación de TPM.....	141
Figura 3.8.: Estructura de organismos internos del TPM para la empresa	143
Figura 3.9.: Esquema de pilares del TPM propuestos	146
Figura 3.10.: Diagrama de flujo de aplicación de 5S	149
Figura 3.11.: S1 - Proceso de Clasificación.....	150
Figura 3.12.: Tarjeta Roja	151
Figura 3.13.: Diagrama de proceso de Etiquetado Rojo	152
Figura 3.14.: Modelo de señalización de herramientas	153
Figura 3.15.: Zonas del taller de Mantenimiento	154
Figura 3.16.: Formato Antes y Después para mejoras 5S dentro del área	158
Figura 3.17.: Estado actual de los chapones en las Cardas C 1/3.....	176
Figura 3.18.: Chapones de las Cardas C 1/3 expuesto a los residuos	177
Figura 3.19.: Estado actual de las Cardas C 4.....	178
Figura 3.20.: Extracto de hoja de cambios en Manuales	205
Figura 4.1.: Ejemplo de tarjeta roja	217
Figura 4.2.: Avance de la programación de limpieza en el taller de Mantenimiento	218
Figura 4.3.: Instalación de tachos de colores para eliminar desperdicios	218
Figura 4.4.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona Coneras en taller Mantenimiento.....	219
Figura 4.5.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona mesas de trabajo	219

Figura 4.6.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona Eléctricos.....	220
Figura 4.7.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona manuales de máquina.....	220
Figura 4.8.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona manuales de máquina.....	221
Figura 4.9.: Resultados de auditoria 5S en el taller de Mantenimiento	222
Figura 4.10.: Mejora enfocada en Cardas C 1/3 – Ductos de ventilación.....	224
Figura 4.11.: Mejora enfocada en Cardas C 1/3 – cepillo limpiador	224
Figura 4.12.: Mejora enfocada en Cardas C 1/3 – cepillo limpiador	225
Figura 4.13.: Mejora enfocada en Cardas C 1/3 – Instalación de cepillo limpiador	225
Figura 4.14.: Mejora enfocada en Cardas C 4 – Cambio de Doffer	226
Figura 4.15.: Mejora enfocada en Cardas C 4 – Cambio de Linckerin	226
Figura 4.16.: Mejora enfocada en Cardas C 4 – Cambio de gran tambor.....	227
Figura 4.17.: Mejora enfocada en Cardas C 4 – Entrega de Carda a Producción	227
Figura 4.18.: Gabinete de madera para almacenamiento de lubricantes	228
Figura 4.19.: Pistolas de aire comprimido	228
Figura 4.20.: Registro de producción de Carda 04 detallando tareas de limpieza en máquina	229
Figura 4.21.: Validación de programa de Mantenimiento Preventivo en Preparatoria Hilandería	230
Figura 4.22.: Ejemplo de orden de mantenimiento preventivo para Cardas	231

INTRODUCCIÓN

Hoy en día un factor diferenciador entre las empresas es la competitividad. Lo que se puede resaltar de este concepto es su importancia en momentos de crisis económica e incertidumbre, donde las empresas requieren de flexibilidad para garantizar ser rentables. En estos últimos años, las empresas del sector textil en el Perú afrontan una competencia ardua primordialmente en factores como diversidad, calidad y velocidad de respuesta. Actualmente, la búsqueda de la competitividad por parte de las empresas obliga a estas a replantear sus sistemas de gestión, a través de ajustes en su estructura organizacional y productiva.

Muchas compañías se plantean estrategias como la implementación de metodologías de mejora. Una de estas es el Mantenimiento Productivo Total, el cual facilita la obtención de mejoras tangibles en la organización y ayudan a afrontar las dificultades del negocio. La estrategia convencional de reparar cuando se produce una falla deja de ser válida en la actualidad, ya que involucra costos elevados. Es por eso que, las fábricas requieren plantear estrategias de prevención para evitar la aparición imprevista de estas fallas y lograr así mantenerse en producción constante.

Bajo este contexto, la empresa en estudio suma esfuerzos para lograr superar este problema, enfocándose en reducir el efecto que involucra contar con paralizaciones por fallas en máquinas. La presente tesis contempla el estudio de la disponibilidad de equipos del proceso de Prehilado y como este es afectado por las paradas imprevistas por averías. Con esto se plantea una propuesta de solución basada en el TPM, requiriendo su implementación en la compañía y haciendo necesario su validación respecto los resultados que pueda generar en el proceso de Hilandería, en la estructura organizacional, y por ende en la rentabilidad de la empresa.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En el Perú, desde la época preincaica se ha dado muestras de una extraordinaria tradición textil. Los habitantes han logrado desarrollar variedades de algodón y pelo fino de camélidos de calidad única. Asimismo, se ha mejorado las habilidades dentro de las actividades de la hilatura, tejeduría, tintorería y acabado textil. Estos procesos dan origen a una industria que actualmente mueve millones de dólares en el Perú y en el mundo: la industria textil (Muñoz, 2006). Según el INEI, en el 2017 la industria Textil y Confecciones generó 7.4% del valor agregado bruto de la industria equivaliendo alrededor de 6,551 millones de Soles.

La industria de textiles y confecciones representa una de las principales actividades no extractivas a nivel nacional, (...). Con ello, se constituye como el segundo sector más importante dentro del PBI manufacturero, únicamente superado por la industria de metales preciosos y no ferrosos (...), según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (Ministerio de Producción, 2015, p.16)

1.1. Generalidades de las empresas Hilanderas y la industria Textil

La industria textil abarca un conjunto de actividades industriales en la producción de fibras, hilados y tejidos (crudo, teñido, y/o acabado), (...). El algodón como base representa el 60% del total de la producción textil, 35% de fibras sintéticas, y sólo el 5% de fibras de origen animal a pesar de que el Perú posee una ventaja comparativa importante en la fabricación de tejidos a base de pelos de camélidos sudamericanos.

(Maximize, 2010)

El sector textil es muy importante por concentrar mayor parte de las industrias manufactureras; el hecho de que estas industrias utilicen correctamente el concepto de cadena de suministro permite que mantengan un ciclo operativo adecuado y a la vez hagan un autodiagnóstico para conocer los beneficios económicos que se generan desempeñarse dentro del sector. Dentro de este contexto, como se afirma en Gestión (2016): “El desempeño de la industria textil en el Perú representa US\$ 200 millones al año en adquisiciones de maquinaria industrial y otros equipos”, lo que asegura una constante estabilidad de invertir y desarrollarse dentro de esta industria.

En la actualidad, la competencia en la industria textil es exigente ya que se requiere de velocidad de respuesta en la atención de requerimientos y de las exigencias de los clientes. Es necesario que las empresas adopten una nueva filosofía de gestión, que los mantenga actualizados dentro del mercado y apoye al incremento de su competitividad. A la vez, deben establecer y creer en que nos encontramos en una nueva era de sistemas de producción flexibles, y el adaptarse a estos es una importante ventaja diferencial en el sector. Considerando la crisis vivida en los primeros años de la década del 2010, es vital para las compañías contar con una organización adaptable a los futuros cambios que demandará el mercado. El hecho de que los clientes busquen garantía en plazos de entrega, calidad y exclusividad involucra que se cuente con procesos estables, se brinde seguridad en la calidad de productos y pueda abastecerse a tiempo los requerimientos solicitados por el mercado.

Pese a crecer en cerca de 14.8% en su valor de producción entre el 2009 y 2014, la contribución del sector textil y confecciones sobre el PBI manufacturero ha caído considerablemente debido a una menor tasa de crecimiento en comparación con otras actividades de manufactura no primaria (...). (Ministerio de Producción, 2015, p.16)

Desde hace algunos años, el sector textil atraviesa por una de las situaciones más difíciles de afrontar, lo que se refleja en la reducción en las ventas de hilado y en las exportaciones. Facho (2017) afirma que “es más complicado concretar negocios y cerrar pedidos debido a que las principales marcas de prendas de vestir se han trasladado al sudeste asiático llevando consigo importantes volúmenes de producción a precios bajos, con los cuales el sector no puede competir” (p.17).

Gráfico 1.1.: Participación del sector textil y confecciones en el PBI industrial, 2010-2016

Fuente: SNI 2018: 1.

Esta situación “requiere superar las barreras que actualmente impiden retomar una senda de crecimiento, entre ellos, la competencia desleal, rigidez laboral y regulatoria, la carencia de marcas fuertes en el sector, baja productividad ocasionada por serios problemas de entorno, menor competitividad tributaria, entre otras; que le permita competir de manera eficaz” (SNI, 2018, p.1). En este sentido, las empresas de la industria textil, en su esfuerzo por mantenerse competitivos en el mercado, deben de adoptar nuevas técnicas y filosofías para mejorar su estructura dentro de la organización, optimizar sus capacidades de producción y estructurar correctamente los procesos

claves, ya no solo por el hecho de evolucionar como organización, sino por las exigencias demandadas por el sector.

Dentro del sector textil, se encuentran los productores de hilos e hilados de fibras textiles. Estos, a diferencia de los demás subsectores, mantienen un desempeño positivo dentro de la industria, Como afirma el Ministerio de Producción (2017) “en agosto del 2017, la producción de esta industria creció en 15.0% en relación al mismo mes del año previo. El resultado del mes deriva de la mejora de la demanda tanto local como externa” (p.10).

Gráfico 1.2.: Variaciones porcentuales interanuales de agosto 2016 a agosto 2017 de los subsectores dentro del sector textil y confecciones.

Fuente: Oficina de Estudios Económicos – Ministerio de Producción 2017: 11.

Este dato, aduce que los esfuerzos en las empresas hilanderas por mejorar su producción se deba a técnicas necesarias y útiles para un sistema de producción ágil, que permita eliminar desperdicios, asegurar la disponibilidad de las máquinas y realizar un flujo continuo del material hasta que lo reciba el cliente, con una calidad óptima, el tiempo solicitado y en las cantidades requerida. Cabe mencionar, que reconocidas compañías hilanderas han quebrado o cerrado por

ubicarse en un sector que actualmente demanda contar con una gran diversificación de productos, pero de lograrse trabajar bajo este enfoque representaría una ventaja competitiva para las compañías y a la vez generaría contar con una rentabilidad favorable.

Como se indica, uno de los desafíos que se enfrenta el sector es la diversificación en los productos, lo que conlleva claramente a tener procesos flexibles y múltiples cambios dentro de la maquinaria de planta. La industria hilandera cuenta con equipos compatibles a los diferentes cambios que puedan darse en el título¹ de un hilado, por lo que facilitaría afrontar este desafío mencionado, sin embargo, involucra contar con personal óptimo que pueda realizar dichos cambios y a la vez, pueda realizarlos correctamente y optimizando los tiempos. Por otro lado, esto también involucra tener las máquinas disponibles y confiables para evitar cualquier parada por fallas o averías que pueda presentarse, el cual es un desafío que en la actualidad pocas empresas pueden afrontar.

En base a este enfoque, es necesario que las empresas del sector cuenten con una adecuada gestión de mantenimiento en sus máquinas, para dar respuesta a los diversos cambios de formatos que involucra la diversificación de productos, y a la vez contar con una velocidad de respuesta óptima al momento de presentarse una falla o averías dentro de los equipos, generando un incremento en la productividad y eficiencia en las líneas de producción.

En este contexto, toda la industria tiene un único desafío: recuperar competitividad y productividad. Y esto conlleva a reestructuración de su actual gestión, adoptando filosofías modernas y nuevos modelos de organización y gestión que les permitan adecuarse a las expectativas del mercado actual, cada vez más exigente, más dinámico y que exige más velocidad de respuesta y diferenciación. El lograr concretar este desafío en una industria tan versátil, es más

¹ La Titulación es el sistema de unidades de medida para hilados en la industria. Revista Mundo Textil 2017

que una motivación para aplicar conceptos, técnicas y filosofías relacionadas a la ingeniería industrial. Las empresas buscan incrementar su velocidad de respuesta ante los requerimientos de los clientes, la globalización y alta competencia en el mercado, por ello se requiere aprovechar al máximo las capacidades de las máquinas y equipos, asegurar su disponibilidad y optimizar recursos, con la finalidad de obtener resultados favorables, como prolongar la vida útil de las maquinarias, incrementar las ventas, y por ende mejorar la rentabilidad de la compañía.

El objetivo de este capítulo es presentar el marco teórico que hace referencia a los principales conceptos que se aplicaran en el proyecto y que a su vez será de guía para los avances del análisis y el desarrollo de las propuestas de mejora. El proyecto propone aplicar la metodología de Mantenimiento Productivo Total o TPM, cuyo objetivo es maximizar la disponibilidad de las máquinas e incrementar la producción y ventas. De igual manera, se investiga conceptos básicos de los procesos y de las herramientas necesarias que conllevan los análisis y mejoras del proceso. Es necesario realizar análisis y diagnóstico de la situación actual y para ello se aplicarán herramientas como diagrama de flujo, gráficas de control, diagrama Ishikawa, diagrama de Pareto, entre otros y de los cuales toda la información tomada de estas herramientas será analizadas e interpretado para tomar medidas preventivas y correctivas.

Asimismo, se presenta el Estado del Arte donde se detallarán algunos casos de éxitos analizados y estudiados, los cuales servirán de base y motivo para dar a cabo la correcta aplicación de la metodología TPM y verificar su efectividad en la implementación en empresas similares con referencia a los mismos problemas correspondientes al sector o para otros. A la vez, se presentan algunos artículos indexados, donde se encuentra información actualizada de como se viene dando

la implementación e incorporación del TPM en las empresas textiles y cuáles son los resultados de su aplicación.

1.2. Desarrollo del Marco Teórico

Se inicia detallando las herramientas y representaciones gráficas que facilitarán la comprensión de los procesos, procedimientos y actividades que se describan en el proyecto. Se presentan los conceptos de cada herramienta y se da a conocer cuál es la finalidad de su utilización. Asimismo, se describen los conceptos asociados a Mantenimiento, objeto de estudio del proyecto, y las metodologías y herramientas que ayudan a mejorar la gestión de un área como esta.

1.2.1. Análisis de Procesos

1.2.1.1. Proceso

Según Martín-Andino (2006), un proceso es un conjunto de actividades que interactúan unas con otras, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. El objetivo de todo proceso es añadir valor durante su desarrollo. Todo proceso está formado por un conjunto de actividades que mantiene una relación de principio a fin. Asimismo, debe contar con uno o varios proveedores y clientes, y a la vez con elementos de entrada y de salida como bienes, productos, documentos, información etc.

Figura 1.1.: Representación gráfica de un proceso

Fuente: Martín-Andino 2006: 9.

1.2.1.2. Flujograma

Según Martín-Andino (2006), un flujograma es una representación gráfica de un proceso en el que se utiliza simbologías específicas. Cada paso es representado mediante un símbolo distinto y en el contiene una descripción muy breve de la etapa del proceso. Es utilizado para una fácil comprensión de cada actividad y su relación con los demás, facilita también la selección de indicadores de procesos.

Figura 1.2.: Diagrama de flujo

Fuente: Elaboración Propia

1.2.1.3. Mapa de procesos

El mapa de procesos provee una visión de conjunto, holística o —de helicóptero— de todos los procesos de la organización. Tal como menciona Bravo (2011), consiste en un conjunto de actividades que añaden valor a un producto o servicio. Estas actividades pueden clasificarse en dos grupos. Las primeras son las actividades primarias en donde se crea o entrega el producto o servicio; y las actividades de soporte son las de apoyo a las actividades que crean el producto o servicio.

Figura 1.3.: Mapa de procesos

Fuente: Bravo 2011: 15.

El mapa de procesos proporciona una perspectiva global - local, obligando a “posicionar” cada proceso respecto a la cadena de valor. Al mismo tiempo, relaciona el propósito de la organización

con los procesos que lo gestionan, utilizándose también como herramienta de consenso y aprendizaje.

1.2.1.4. Diagrama de causa – efecto

El diagrama de causa – efecto o diagrama de espina de pescado, tiene como principal objetivo la solución de las causas de los problemas, en lugar de la solución de los síntomas de los mismos. Este diagrama cuenta con un conjunto de ramas, las cuales pueden ser: máquinas y equipos, materiales, hombres, entorno, medida y métodos, que son dibujados sobre una afirmación específica del problema. Generalmente se evaluará más de una afirmación, esto proporciona múltiples perspectivas sobre las causas de los diferentes problemas. La tormenta de ideas es la técnica que se encuentra detrás del análisis, esta se centra en buscar sugerencias sobre cómo reducir cada parte del proceso.

Según UNIT (2009), el diagrama de causa – efecto tiene como beneficios ayudar a detectar las causas reales del efecto, ayuda a prevenir defectos, desarrolla el trabajo en equipo, y contribuye a la adquisición de nuevos conocimientos, así como a la documentación de los mismos.

Figura 1.4.: Diagrama de Ishikawa o causa - efecto

Fuente: Elaboración Propia

1.2.1.5. Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto es el conjunto de características observadas las cuales ordenan las frecuencias de mayor a menor. Esta herramienta nos permite centrarnos en lo más importante, debido a que la ley de Pareto “80-20” indica que “20% de algo siempre es responsable del 80% de los resultados” o también que el “20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos”. Según UNIT (2009), un diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para ordenar elementos, desde el más frecuente hasta el menos frecuente, basándose en el principio de Pareto. Por lo tanto, la toma de decisiones es trascendental debido a que analizando este diagrama se toma en cuenta las principales causas originadas y con ello se lograría minimizar los problemas en la organización.

Figura 1.5.: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

1.2.1.6. Gráficas de Control

Las Gráficas de control son ampliamente usadas para monitorear y controlar procesos de manufactura, cuando un proceso no cumple con la capacidad estadística, se detecta inmediatamente un punto fuera de los límite superior o inferior de las especificaciones, se investigan las causas en el momento que se detecta el problema para ajustar el proceso. Según Arvelo (2006), las gráficas de control permiten observar el comportamiento de una variable según el tiempo u otro factor, que origine un cambio o estabilidad dentro de lo medible. Cabe mencionar que permiten apreciar visualmente dicho comportamiento, y facilitan la toma de decisiones al momento de necesitarse alguna.

Figura 1.6.: Gráfica de Control

Fuente: Elaboración Propia

1.2.1.7. Diagrama SIPOC

El Diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés Supplier – Inputs- Process- Outputs – Customers, es la representación gráfica de un proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso

de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo. Asimismo, Chinchilla (2009) menciona que mediante este diagrama se puede identificar los procesos, establecer las entradas del proceso, los recursos necesarios, establecer los proveedores de estas entradas al proceso, definir el proceso en sí, y establecer quién es el cliente de cada una de las salidas obtenidas.

Figura 1.7.: Diagrama SIPOC

Fuente: Chinchilla (2009)

1.2.1.8. Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

El proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty (The Analytic Hierarchy Process, 1980) está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

Según Toskano (2010), el proceso AHP permite construir un modelo jerárquico de manera eficiente y grafica para organizar la información respecto a un problema o decisión que se busca tomar, descompone las partes y visualiza los cambio en los niveles definidos. Asimismo, deja claro que este proceso prioriza el objetivo que se busca conseguir con la propuesta, lo que es importante al momento de hacer una adecuada selección de alternativas de solución.

Figura 1.8.: Diagrama de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

Fuente: Toskano (2010)

1.2.2. Gestión de Mantenimiento

La coyuntura actual demanda que las compañías cuenten con procesos estables y dinámicos, los cuales puedan adaptarse a las necesidades que se presenten y a la vez responder de forma rápida a un nuevo requerimiento. El mantener dicha estabilidad es un rol que las empresas deben tomar conscientemente y contar con operaciones de mantenimiento confiables para mantener estables sus procesos. El mantenimiento puede definirse como la coordinación eficiente de todas las inspecciones, reparaciones, construcciones y reconstrucciones necesarias para conservar en buenas condiciones de operación todos los equipos e instalaciones en orden a conseguir una mayor producción y una mejor calidad al menor costo posible. Como menciona Dounce (2014), el mantenimiento es la actividad que garantiza la existencia de un servicio de calidad estipulada. A su vez, indica que la misión del personal de mantenimiento consiste en supervisar y advertir que un sistema haya bajado su fiabilidad, e inmediatamente haga lo necesario para regresarlo a su condición normal.

Asimismo, menciona que el Mantenimiento se rige bajo dos grandes estrategias que actúan entre sí para mantener un sistema de producción estable durante un periodo de ejecución. Es así que se tienen las estrategias de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

Figura 1.9.: Taxonomía del mantenimiento

Fuente: Dounce (2014)

1.2.2.1. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo. El personal encargado de avisar de las averías es el propio usuario de los equipos y el encargado de las reparaciones el personal de mantenimiento. El principal inconveniente con que nos encontramos con este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización. En muchos casos, con el fin de obtener un mayor rendimiento del equipo, el usuario no dará parte de la avería hasta que esta le impida continuar trabajando. (Navarro y otros, 1997)

Las averías se pueden producir en cualquier momento y es posible que no se tenga el personal requerido para afrontar el problema, con lo cual se disminuye disponibilidad del equipo. En el caso contrario tener personal de exceso para afrontar cualquier avería imprevista supone un aumento en los gastos.

Este tipo de mantenimiento se caracteriza por tener altos costos de mano de obra, y se precisa de gran disponibilidad de la misma. Asimismo, es necesario tener altos costos de oportunidad (lucro cesante), debido a que los niveles de inventario de repuestos deberán ser altos, de tal manera que puedan permitir efectuar cualquier daño imprevisto. La práctica enseña que, aunque la filosofía de mantenimiento de la compañía no se base en la corrección, este tipo de mantenimiento es inevitable, dado que es imposible evitar alguna falla en un momento determinado.

Por otro lado, en esta clase de mantenimiento se presentan tiempos muertos por fallas repentinas. Una falla pequeña que no se prevenga puede con el tiempo hacer fallar otras partes del mismo equipo, generando una reparación mayor. Es muy usual que el repuesto requerido en un mantenimiento correctivo no se encuentre disponible en el almacén, esto debido a los altos costos en que se incurre al pretender tener una disponibilidad de todas las partes susceptibles de falla. Además, si la falla converge con una situación en la que no se pueda detener la producción, se incurre en un trabajo en condiciones inseguras. Por último, la afectación de la calidad es evidente debido al desgaste progresivo de los equipos.

1.2.2.2.Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos, con el fin de

detectar condiciones y estados inadecuados de los elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo.

(Dounce, 2014)

Según Navarro (1997), el mantenimiento preventivo tiene por misión conocer el estado actual, por sistema, de todos los equipos y programar así, el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno. Comprende todas las acciones sobre revisiones, modificaciones y mejoras; dirigidas a evitar averías y las consecuencias de estas en la producción. La razón para implementar un programa de mantenimiento preventivo es obtener un ahorro sensible en los costos de producción y la entrega oportuna de los productos o servicios a los clientes, al igual que la protección de los activos fijos.

Este ahorro de costos puede asumir distintas formas como contar con menor tiempo perdido como resultado de menos paradas de maquinaria por averías o fallas, mejor conservación y duración de las cosas, por no haber necesidad de reponer equipos antes de tiempo, menor número de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como resultado de una mejor condición general del equipo. Asimismo, se puede contar con menos reparaciones a gran escala, ya que son prevenidas mediante reparaciones oportunas y de rutina. Igualmente hay que tener en cuenta que existen algunas circunstancias que se deben analizar y si es del caso evitar, a la hora de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, y son las siguientes:

- Cambios innecesarios: Al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia, permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desarmado se observa la necesidad de aprovechar para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo costo es escaso frente al correspondiente de desarme y armado, con el objetivo de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.
- Problemas iniciales de operación: Cuando se desarma, se montan piezas nuevas, se rearma y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- Costo en inventarios: El costo en inventarios sigue siendo alto, aunque previsible, lo cual debe ser tenido en cuenta para desarrollar una mejor gestión.
- Mano de obra: Se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para periodos cortos para efectos de liberar el equipo al servicio lo más rápidamente posible.
- Mantenimiento no efectuado: Si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los periodos de intervención.

Si optamos por ese tipo de mantenimiento, debemos tener en cuenta que: un bajo porcentaje de mantenimiento, ocasionará muchas fallas y reparaciones y por lo tanto se puede presentar un elevado lucro cesante. Por el contrario, un alto porcentaje de mantenimiento, ocasionará pocas fallas y reparaciones, pero generará demasiados periodos de interferencia de labor entre mantenimiento y producción.

1.2.3. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos.²

Las industrias japonesas, después de la Segunda Guerra Mundial, determinan que para competir eficazmente en el mercado internacional deben mejorar la calidad de sus productos. De esta forma se importan del continente americano técnicas de manufactura y de administración, las cuales adaptan rápidamente a sus sistemas industriales. En la fábrica ideal, la maquinaria debe operar al 100% de su capacidad el 100% del tiempo. El TPM es un poderoso concepto que nos conduce cerca del ideal sin averías, defectos ni problemas de seguridad. El TPM amplía la base de conocimientos de los operarios y del personal de mantenimiento y los une como un equipo cooperativo para optimizar las actividades de operación y mantenimiento.³

Según Cuatrecasas y Torrel (2014), la innovación principal del TPM radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías. El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

² Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014: 29

³ Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014: 30

El TPM no es una idea nueva, es simplemente el siguiente paso en la evolución de las buenas prácticas de mantenimiento (Dinesh y Tripathi, 2006; Wikoff, 2007). En algunas ocasiones se confunden las diferencias entre el mantenimiento predictivo PM (preventivo, predictivo y proactivo) y TPM, pero este último hace uso del ciclo de vida del producto y del equipo, lo que reduce al mínimo el número de fallas del mismo, los defectos de producción y los accidentes; el TPM se define como una estrategia agresiva que se centra en mejorar la función y el diseño de la producción (Chandra y Shastri, 1998; Wikoff, 2007) e involucra a cada persona en la organización.

Es así, que el TPM pretende aumentar la disponibilidad y eficacia de la maquinaria y equipo manteniéndolo en el nivel óptimo de servicio e incrementar su ciclo de vida; por ende, también con la inversión mínima en recurso humanos (Cooke, 2000), lo que permite disminuir y controlar la variación en el proceso de producción.

1.2.3.1. Beneficios del TPM

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

- Beneficios con respecto a la organización
 - Mejora del ambiente de trabajo.
 - Mejor control de las operaciones.
 - Incremento de la moral del empleado.
 - Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
 - Creación de un ambiente con participación, colaboración y creatividad.

- Beneficios con respecto a la seguridad
 - Mejora las condiciones de seguridad.
 - Cultura de prevención de eventos negativos para la salud e integridad física.
 - Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
 - Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Beneficios con respecto a la productividad
 - Elimina pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
 - Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
 - Reducción de los costos de mantenimiento.
 - Mejora de la calidad del producto final.
 - Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.

1.2.3.2. Pilares del TPM

Los pilares son las estrategias fundamentales para desarrollar la implementación del TPM. Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. A continuación, se procede a definir cada uno de los pilares del TPM.

1.2.3.2.1. Mejoras enfocadas

Son el conjunto de diferentes tareas por realizar en grupos de personas, que permiten optimizar la efectividad de los equipos, plantas y procesos. Su esfuerzo radica en evitar cualquiera de las 16

pérdidas existentes en las empresas. Por su lado Cuatrecasas (2014) indica que en este pilar se desenvuelven un conjunto de actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo con el objetivo de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales.

Asimismo, una herramienta de solución que se emplea en este pilar es el FMEA (Análisis de Modo de Falla y Efecto) que permite identificar la causa para eliminar o reducirla la cual se evalúan de acuerdo con una serie de criterios, tales como gravedad (S), ocurrencia (O) y detectabilidad (D).

1.2.3.2.2. Mantenimiento autónomo

Se basa en la activa participación de los operarios y del personal de producción en mantenimiento, y consiste en que éstos realizan algunas actividades menores de mantenimiento (de baja o mediana tecnología), a la vez que conservan el sitio de trabajo en estado impecable. Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la

importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

1.2.3.2.3. Mantenimiento planificado o planeado

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades. El personal realiza acciones predictivas, preventivas y de mejoramiento continuo, que permiten evitar fallas en los equipos o sistemas de producción.⁴

1.2.3.2.4. Mantenimiento de la calidad

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El

⁴ Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014

mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.⁵

Mantenimiento de Calidad no es:

- Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento.
- Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento.
- Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento.
- Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento.

Mantenimiento de Calidad es:

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para “cero defectos” y que estas se encuentran dentro de los estándares técnicos.
- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

⁵ Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014

1.2.3.2.5. Mantenimiento temprano, control inicial o prevención del mantenimiento

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.⁶

Por otro lado, se puede decir que engloba todas las tareas de la fase de diseño, construcción, montaje y operación de los equipos, que permiten garantizar la calidad de la operación y de los productos o bienes que generan las máquinas. Pretende elevar y mantener al máximo posible la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos.

1.2.3.2.6. Mantenimiento de las áreas administrativas y oficinas

Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.

⁶ Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014

1.2.3.2.7. Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento

Este pilar trata de establecer políticas que permitan que todos los empleados de producción y de otras áreas de la compañía, que inciden en la ingeniería de fábricas, se mantengan educados, entrenados, motivados, etc., con las mejores prácticas internacionales y que permanentemente estén creciendo en lo personal e institucional.⁷

De esta forma se pueden evitar o solucionar problemas de una manera eficaz, pues se busca que todos los empleados conozcan el funcionamiento de cada máquina, que detecten la incidencia de la funcionalidad de las máquinas en la calidad de los productos y que posean en todo momento las mejores habilidades y competencias para su trabajo.

1.2.3.2.8. Seguridad, higiene y medio ambiente

El número de accidentes crece en proporción al número de pequeñas paradas. Por ese motivo el desarrollo del Mantenimiento Autónomo y una efectiva implementación de las 5S son la base de la seguridad. El Kobetsu Kaizen es el instrumento para eliminar riesgos en los equipos. La formación en habilidades de percepción es la base de la identificación de riesgos ya que el personal formado profundamente en el equipo asume mayor responsabilidad por su salud y su seguridad. La práctica de los procesos TPM crean responsabilidad por el cumplimiento de los reglamentos y estándares lo que disminuye las pérdidas y mejora la productividad.⁸

Por medio de la aplicación de los instrumentos de mejoramiento continuo y 5S, se garantiza la inexistencia o la minimización de accidentes laborales o industriales. Se procura que todo el

⁷ Cfr. Mora 2009

⁸ Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014

personal sea capaz de prevenir y evitar riesgos, de mantener unas condiciones adecuadas de higiene y seguridad en el puesto de trabajo y en las áreas productivas, y pretende proteger y conservar el medio ambiente.⁹

Figura 1.10.: Pilares del TPM

Fuente: Cuatrecasas (2014)

1.2.3.3. Las 5S

Basada en palabras japonesas que comienzan con una "S", esta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del lugar y procesos estandarizados de trabajo. Las 5S simplifican el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad.¹⁰

⁹ Cfr. Mora 2009

¹⁰ Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014

En general, las 5S se catalogan dentro de las mejores prácticas y se constituyen en una herramienta avanzada de mantenimiento, fundamental para la posterior aplicación de las operaciones (correctivas, modificativas, preventivas y/o predictivas) y tácticas mediante una estrategia integral de mantenimiento.

La implementación de 5S consiste en actividades de orden y limpieza en el lugar de trabajo, las cuales por su sencillez permiten la participación de pequeños grupos a lo largo y ancho de la compañía. Se basan en la creencia de que cada individuo del grupo puede contribuir con el mejoramiento de su lugar de trabajo, en donde permanece gran parte de su tiempo.¹¹

1.2.3.3.1. Seiri: Organizar, clasificar

La primera “S” se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".¹²

¹¹ Cfr. Mora 2009

¹² Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014

1.2.3.3.2. Seiton: Ordenar eficientemente

La segunda "S" se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos, o como se denomina todo en su lugar:

- a) ¿Qué necesito para hacer mi trabajo?
- b) ¿Dónde lo necesito tener?
- c) ¿Cuántas piezas de ello necesito?

Algunas estrategias para este proceso de "todo en Su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar".¹³

1.2.3.3.3. Seiso: Limpieza e inspección

Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y relocalizado lo que sí necesitamos, viene la limpieza del área. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un orgullo por lo limpia y ordenada que tienen su área de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo tiempo comienzan a aparecer evidentes problemas que antes eran ocultos por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, partes con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, partes fatigadas, deformadas, rotas, desalineamiento, etc.

¹³ Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014

Estos elementos, cuando no se atienden, pueden llevarnos a una falla del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.¹⁴

1.2.3.3.4. Seiketsu: Estandarizar

Mantiene en orden y limpio el sitio de trabajo y los utensilios de mantenimiento y producción. Se preocupa por el mantenimiento del ambiente de trabajo, logrando así mejorar el aspecto laboral, reducir la contaminación, disminuir los accidentes y los costos de mantenimiento, calidad y producción. Trata de mantener los niveles alcanzados en términos de estandarización de actividades y procesos.

Al implementar las 5S's, nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas en nuestra área de trabajo. Dejemos que los trabajadores participen en el desarrollo de estos estándares o normas. Estas normas son fuentes de información muy valiosas en lo que se refiere a su trabajo, pero con frecuencia no se les toma en cuenta.¹⁵

1.2.3.3.5. Shitsuke: Sostener o Disciplina

Entrena a las personas para que mantengan disciplina, autonomía, buenas prácticas de orden y limpieza. El recurso humano reconoce la bondad de la aplicación de las 5S para el beneficio colectivo e individual. Es un proceso que requiere tiempo, pero sobre todo mucho esfuerzo y constancia de quienes son responsables del proceso de implantación.

¹⁴ Cfr. Cuatrecasas y Torrel 2014

¹⁵ Cfr. Mora 2009

Esta "S" es la más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implementación de las 5S. Existe la tendencia de volver a la tranquilidad del "Status Quo" y la "tradicional" forma de hacer las cosas. El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "status quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo.¹⁶

Una vez bien implementado, el proceso de las 5S eleva la moral, crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia la organización. No solo se sienten los trabajadores mejor acerca del lugar donde trabajan, sino que el efecto de superación continua genera menores desperdicios, mejor calidad de productos y más rápida respuesta a requerimientos, cualquiera de los cuales, hace a nuestra organización más remunerativa y competitiva en el mercado.

1.2.3.4. Indicadores de gestión

En esta sección se requiere enfatizar la importancia de los indicadores para una buena gestión de mantenimiento lo cual permita realizar toma de decisiones en función de resultados y estos generen acciones para la mejora continua de los procesos. Existen muchos indicadores de gestión, pero se quiere resaltar los más importantes indicadores básicos como Disponibilidad y MTTR.

1.2.3.4.1. Disponibilidad

La disponibilidad mide las pérdidas originadas por las paradas no programadas. Es el porcentaje del tiempo en que el equipo está operando realmente. El coeficiente de disponibilidad resulta de

¹⁶ Cfr. Mora 2009

dividir el tiempo real que la máquina ha estado produciendo entre el tiempo estimado en que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo de carga es el tiempo disponible total menos los periodos por mantenimientos programados, autónomos, entre otros.¹⁷

$$\text{Disponibilidad} = (\text{TO} / \text{TPO}) \times 100$$

$$\text{TPO} = \text{Tiempo Total de trabajo} - \text{Tiempo de Paradas Planificadas}$$

$$\text{TO} = \text{TPO} - \text{Paradas y/o Averías}$$

En plantas que estén dispuestas por líneas de producción en las que la parada de una máquina supone la paralización de toda la línea, es interesante calcular la disponibilidad de cada una de las líneas, y después calcular la media aritmética.

En plantas en las que los equipos no estén dispuestos por líneas, es interesante definir una serie de equipos significativos, pues es seguro que calcular la disponibilidad de absolutamente todos los equipos será largo, laborioso y no nos aportará ninguna información valiosa. Del total de equipos de la planta, debemos seleccionar aquellos que tengan alguna entidad o importancia dentro del sistema productivo.

1.2.3.4.2. MTTR

El MTTR, Mid Time To Repair o tiempo medio de reparación nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución:

$$\text{MTTR} = (\text{Tiempo total de inactividad por fallas}) / (\text{número de fallas})$$

¹⁷ Cfr. Cruelles 2010

El MTTR corresponde generalmente al tiempo de intervención o de reparación pasado por un técnico. Este análisis permite visualizar la evolución del servicio de mantenimiento y de las competencias a lo largo del tiempo. Por otro lado, se puede definir como la relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado. Ese índice debe ser usado para ítems para los cuales el tiempo de reparación o sustitución es significativo con relación al tiempo de operación.¹⁸

1.3. Estado del Arte

1.3.1. Artículos indexados de TPM

1.3.1.1. Artículo N°1: Mejora de la eficiencia total del equipo (OEE) de la sección del marco de anillo en Hilandería

En este artículo, el autor nos relata la problemática actual con la cual convive la compañía hilandera y como relaciona las paradas de máquinas con las que se cuenta respecto a su afectación contra los niveles de disponibilidad y hasta afectando al indicador OEE a nivel planta. Inicia haciendo una descripción del proceso productivo y reconociendo en que sección de la máquina se presenta la mayor incidencia de paradas. Asimismo, identifica que la sección de la máquina con mayores paradas generadas es el marco de anillo como se muestra en la siguiente figura.

¹⁸ Cfr. Mora 2009

Figura 1.11.: Vista general de máquina Continua de Hilar – Marco de anillo

Fuente: Hossen (2016)

El autor nos presenta el análisis realizado respecto al levantamiento de información en base a las paradas de máquina generadas durante un intervalo de tiempo, y las causas principales que generaron dichas. Logra identificar que más del 80% de las causas se deben a solo una operación recurrente.

Figura 1.12.: Distribución de paro por porcentaje entre diferentes disciplinas

Fuente: Hossen (2016)

A la vez calcula el nivel actual de los indicadores disponibilidad, eficiencia y calidad con el cual viene trabajando la empresa y como estas afecta directamente al indicador OEE actual de la planta variando entre 72% a 77%.

Figura 1.13.: OEE en condición existente

Fuente: Hossen (2016)

Al observar la problemática y ver la necesidad de implementar medidas respecto a la gestión de mantenimiento actual de la empresa, el autor opta por la implementación del TPM. A continuación, se detallan algunos puntos importantes respecto a la ejecución de la metodología:

- Se entrena a los operadores, que estaban más preocupados por las actividades de mantenimiento y pequeñas de producción. Como resultado, se reduce el número de husillos de inactividad. Así policías anillo de salida se incrementaron en un 11,36%.
- Los operadores estaban preocupados por el rendimiento de la máquina. Cuando se rompe el hilo en ningún cabezal, que inmediatamente reconstruido el hilo. Así que había menos

posibilidades de crear la bobina en forma de defecto. Como resultado, la producción de policías anillo en forma defectuosos se redujo en un 49,53%.

- La producción se incrementó en un 23,93% luego de independizar las tareas de mantenimiento y optar por una mejor autonomía de dichas actividades por parte de los operadores.

Es así, que en un periodo de prueba se llegó a obtener los siguientes resultados.

Figura 1.14.: OEE después de reducir las pérdidas de parada

Fuente: Hossen (2016)

Conclusión:

Durante el período de investigación, el autor participó en este estudio no se dio cuenta cualquier política de la empresa organizada para la formación de los operadores. El mantenimiento de los operadores y el personal de la fábrica textil se carece de los fundamentos de los conocimientos teóricos para examinar y reducir las pérdidas de parada y para evaluar la eficiencia total del equipo (OEE). En el puesto de trabajo y la formación off--job puede ayudar a desarrollar la habilidad de los operadores y personal de mantenimiento.

En este estudio, el programa de formación en línea se dispone para desarrollar la habilidad de los operadores. Uno de los pilares del TPM, es decir, Kaizen, se llevó a cabo en la máquina continua de anillos en la fábrica de hilatura textil. Como resultado de la aplicación de Kaizen, el tiempo de parada se reduce considerablemente. Reducción del tiempo de paro, a su vez, disminuye el tiempo de proceso y el aumento de rendimiento de la máquina. Aquí se menciona que la aplicación de la estrategia TPM no interfirió con el mantenimiento programado, sino que ayudó a reducir las pérdidas de tiempo de descuento y el aumento de la productividad. También dio a los operadores la oportunidad de aumentar sus conocimientos sobre los fundamentos de antecedentes sobre las operaciones de mantenimiento relevantes para la aplicación del mantenimiento productivo total.

La mejora continua es un requisito esencial para el mantenimiento y la obtención de una ventaja competitiva para la planta de fabricación. Como la planta de hilado textil es una unidad de procesamiento continuo, la OEE depende de la estabilidad del proceso, así como el rendimiento del equipo. El objetivo de este estudio fue examinar la OEE mediante la identificación de las pérdidas relacionadas en el marco de anillo. Se aplicó kaizen a mejorar la OEE de la trama de anillo. Las principales seis pérdidas de parada de OEE que son responsables de la pérdida de eficiencia en la planta de fabricación son avería o fallo del equipo, la instalación y el ajuste, el ralentí y la paralización de menor importancia, la reducción de la velocidad, defectos de proceso y rendimiento reducido. El estudio reveló que el Kaizen aumentó la productividad y mejorar la calidad de la policía en forma de anillo. Antes de aplicar el pilar TPM, la OEE inicial de la trama de anillo era 75,09%. Después de aplicar el pilar TPM, OEE se elevó a 86,02%. Por lo tanto, este estudio justifica la aplicación de Kaizen para mejorar la OEE de la estructura del anillo.

1.3.1.2. Artículo N°2: Mejora de la eficacia total del equipo a través TPM para empresas de motores de ardilla enjaulada

En este artículo, la empresa objeto de estudio se basa en Zimbabwe y es actualmente el único fabricante de ardilla enjaulada motores de inducción en el país. La empresa fabrica motor eléctrico de inducción bajo licencia de (GEC) de General Electric Company, Reino Unido. El equipo de producción clave en la empresa son el torno CNC y Reborers en el taller de máquinas, las máquinas guillotinas y prensa en el taller de prensado y la línea de dibujo de alambre en arrollamiento de alambre esmaltistas Shop. Estas máquinas se supone que deben funcionar sin interrupciones. La situación en el terreno es sin embargo diferente ya que hay numerosas averías que afectan a la continuidad del proceso, por lo tanto, comprometer la calidad del producto debido a gotas y las fluctuaciones en los tiempos de operación. Estas averías tienden a ser los objetivos de producción frecuentes y afectan por lo tanto ya. fallos de puesta en marcha también se experimentan después de llevar a cabo el mantenimiento. Con el advenimiento de la desconexión de carga en Zimbabwe, esto se ha vuelto más pronunciada y la disponibilidad de las máquinas ha sido drásticamente afectados. El departamento de mantenimiento ha visto afectada por la imprevisibilidad de los patrones de funcionamiento de equipos de tal manera que siempre hay una escasez de piezas de repuesto claves algunos de los cuales sólo se obtienen fuera del país.

La disponibilidad de los equipos de corriente es 75% frente a un objetivo de clase mundial de 97%. Las disponibilidades mensuales para el período comprendido entre diciembre de 2006 y marzo de 2007 se muestran en la figura a continuación. Como se muestra en la figura, no hay un patrón de consistencia en los patrones de disponibilidad. Además de los tiempos de parada resultantes desde la planificación y estrategias de mantenimiento ineficaz, el derramamiento cortes de energía de carga de energía esporádicos también afectan a la continuidad del proceso. Por lo tanto, la

optimización global del equipo Eficacia es crucial a fin de aprovechar al máximo todo el tiempo disponible.

Figura 1.15.: Estadísticas de la disponibilidad de máquinas

Fuente: Fore (2010)

La compañía está experimentando actualmente embargo averías frecuentes de la máquina que están causando el tiempo de inactividad excesiva resulta en una baja disponibilidad de la máquina que a su vez se traduce en una baja productividad de la planta. Un factor que contribuye a este problema es la falta de un sistema eficaz de gestión de mantenimiento. Los problemas que afectan a la empresa se pueden remontar a su origen y defectos inherentes en el ciclo de reparación y mantenimiento. La organización carece de estrategias y políticas de mantenimiento integral. departamento de mantenimiento se ve afectado por la imprevisibilidad de los equipos de los patrones de funcionamiento y fallos de los equipos que provocan la interrupción en la producción. Los supervisores son totalmente responsables de la calidad, el mantenimiento, la productividad y

la toma de decisiones, con poca o ninguna responsabilidad transferido al operador. El departamento de producción tiende a pasar por alto las funciones de mantenimiento en un esfuerzo por cumplir con los objetivos de producción. Esto da lugar a crítica ya veces prolongados fallos del equipo. Las tareas que requieren equipos multifuncionales se realizan por separado que conduce a un aumento de los tiempos de parada y vuelve a trabajar. La compañía siempre se retrasa en el envío de sus motores eléctricos.

Hay un equipo de baja eficacia total del equipo (OEE) de la empresa debido a la ausencia de una política de gestión de mantenimiento adecuado y la estrategia. El objetivo de este proyecto es mejorar la efectividad global del equipo en la empresa a través de la efectiva implementación de Mantenimiento Productivo Total.

Figura 1.16.: Elementos de tiempo de inactividad de remolque

Fuente: Fore (2010)

La figura muestra la prevalencia de diferentes formas de fallos de la máquina. Se observa que un fallo mecánico constituye 58% del tiempo de inactividad total. fallas eléctricas contribuyen 38%, mientras que 4% de las averías se deben a otros tipos de fallo.

Figura 1.17.: Tiempo de producción frente a tiempo de inactividad

Fuente: Fore (2010)

La figura anterior muestra la proporción de tiempo de inactividad acumulada y el tiempo de producción real. La figura muestra que la tasa de disponibilidad media mensual fue de 76,86%, que es inferior al objetivo mensual de la compañía del 91%. El tiempo de inactividad forzosa ha afectado negativamente al rendimiento diario.

Conclusión:

Se puede concluir que el TPM es una estrategia de mantenimiento que cuando asegurado con la aplicación de las herramientas apropiadas o siguiendo a fondo todo el rendimiento pilares. Los datos muestran que no hay este tipo de herramientas están en uso en la empresa y como resultado el sistema de gestión de mantenimiento es débil. Es así, que en un periodo de prueba se llegó a obtener los siguientes resultados.

- Empoderamiento dará a todos los empleados de la empresa la responsabilidad y autoridad para mejorar y eliminar totalmente las seis grandes pérdidas. Esto hace que los tomadores de decisiones efectivas de las personas más cercanas al problema, lo que resulta en una acción

rápida. La potenciación permite una comunicación bidireccional. Los obstáculos para la capacitación se basan en una desconfianza tradicional entre la dirección y la fuerza de trabajo. Para ello se requiere la gestión de procesos.

- Para hacer que el sistema de planificación de mantenimiento eficaz, es esencial para mantener un registro de todos los trabajos de mantenimiento correctivo y las inspecciones de mantenimiento preventivo. Para las grandes plantas de procesamiento de estos no pueden ser manejados manualmente. El objetivo de Sistema de gestión de mantenimiento informatizado (CMMS) es facilitar la gestión de los recursos de mantenimiento, para monitorear la eficiencia de mantenimiento, y para proporcionar información de gestión analizado de forma apropiada para su consideración. Por tanto, es importante para la empresa para implementar CMMS.
- La empresa debe activamente sus servicios de mantenimiento de referencia contra otras organizaciones. La evaluación comparativa es esencial para la búsqueda de métodos óptimos para las prácticas de gestión de mantenimiento con el fin de mejorar la eficacia general de las operaciones y el mantenimiento de la planta.
- Si para el departamento de mantenimiento es darse cuenta de su propia función en una sociedad industrial progresiva, a continuación, su personal debe estar capacitados para satisfacer las necesidades actuales y futuras necesidades. La capacitación debe ser un proceso continuo y progresivo diseñado para mejorar el potencial individual de los miembros del personal de mantenimiento. Esto permite a una persona a entender la razón y el propósito de sus esfuerzos.

1.3.1.3. Artículo N°3: Estudio de Mantenimiento Productivo Total y su enfoque en la implementación de Industrias Hilanderas.

En este artículo, se presenta el estudio y visión general para el enfoque de la implementación del Mantenimiento Productivo Total en las industrias de hilado de la India. Se describe detalladamente las etapas para una exitosa implementación de la metodología en este tipo de industrias.

Existen documentos que se generan y son necesarios para resumir la implementación del TPM. Con origen en el marco de TPM, la lección de un punto está destinado a desarrollar los conocimientos y habilidades de los operadores de máquinas de Mantenimiento Autónomo. Los fundamentos de Mantenimiento Autónomo son la comprobación diaria y lubricación de las máquinas. Con un mayor conocimiento y familiaridad de sus equipos de los operadores de las máquinas pueden detectar anomalías y los primeros signos de fracaso. Esto conduce naturalmente a la resolución de problemas de desarrollo de habilidades en colaboración con el personal de mantenimiento y de ingeniería.

Figura 1.18.: Lección de un punto para el TPM

TPM ONE POINT LESSONS					
Theme	How To Clean Can Changer Safely?	OPL No.	OPL-2		
		Date :-			
Classification	Basic Knowledge	Module Manager	Checked by	Prepared by	
	Improvement Case				
	Trouble Case				
Situation Before/ Incorrect Situation		Situation After / Do like this			
ILLUSTRATION
1. For Cleaning The Can Changer Don't Go inside the Can Changer, It may Cause you Harm. 2. Don't try to clean Can Changer by bending inside.		1. For Cleaning the Can Changer use Pressurized Air tube and Stand outside of can changer. 2. By holding the Pressurized air tube you can Clean the Can Changer Safely.			
Actual Result	Date				
	Trainer				
	Trainee				

Fuente: Sarang (2013)

Kaizen elimina el desperdicio permitiendo a los trabajadores para descubrir oportunidades de mejora y, o bien sugieren o hacen cambios. En el uso común, el término Kaizen puede referirse a diferentes tipos de actividades de mejora. En algunos casos, usar el término para referirse a un proceso que reúne propuestas de mejora de los empleados. Otros utilizan el término para referirse a las reuniones periódicas de los empleados que una lluvia de ideas de mejora e inmediatamente se seleccionan y hacen una mejora. Todavía otros se suman a las actividades de observación Kaizen y medición del proceso de trabajo y de los resultados de la actividad Kaizen produce. El siguiente es el Kaizen para el mejor rendimiento y mayor disponibilidad de una máquina de Cardado.

Figura 1.19.: Ejemplo de mejora Kaizen aplicada en la empresa en cuestión

Kaizen Theme: Safety		Idea
See Through and Removing of Unnecessary and non-urgent item		Transparent acrylic sheet window to be provided on spindle head electrical motor electrical panel.
Problem Definition		Inside condition of spindle head electrical motor not visible and unwanted part on and inside the panel.
Present Status:	Countermeasure:

Inside condition not visible and unwanted plug on cover	Inside condition easily visible an unwanted plug removed from cover.	
Analysis:	Benefits:	
1. Panel door cover not transparent -why-	1. Easy visual inspection of condition of panel.	
2. Three locking screw required more time to open -why-	2. No need to open panel door while visual inspection	
3. Unwanted plug on cover		
Results:		
	1. Due to transparent cover it is very easy to visually inspect condition	
	2. Also awareness of operator about panel condition increases.	
	3. Due to removal of unwanted part clean & proper looking	

Fuente: Sarang (2013)

Conclusión:

El TPM se da con éxito en la mejora de la disponibilidad, el rendimiento y la eficiencia de la tasa de la calidad, los resultados en la mejora de la eficacia global de los equipos de los equipos. TPM es la herramienta eficaz para aumentar la productividad de las industrias de la India. Podemos

competir con los otros países de este aumento de la globalización. Las industrias de Hilado también pueden tener el beneficio de TPM para la mejora en todos los aspectos. Si bien la implementación de TPM hemos encontrado algunas barreras para la implementación efectiva de la TPM, tales como la falta de exposición de Gestión, dificultad en la metodología TPM comprensión y la filosofía de la gerencia media, mucho tiempo tomado para la aplicación para que la gente muestra resistente a la fuerte presión sobre él.

1.3.2. Casos de éxito de TPM en las industrias

Presentamos a empresas representativas de diferentes países los cuales se involucraron en la implementación del TPM y se presenta el problema con el cual convivía, su impacto económico, las herramientas utilizadas para mejora, los resultados y el beneficio de poder utilizar de base este caso de éxito.

1.3.2.1. Empresa N°1: Colcerámica S.A.

Colcerámica S.A. es una compañía con planta en Colombia. Es una empresa dedicada a la fabricación de recubrimiento cerámico para piso y pared. Dentro de sus entradas se encuentran materias primas (pasta a base de arcillas, esmaltes, engobe y serigrafías), consumo de energía térmica, consumo de energía eléctrica y agua. Así mismo, y como resultado del proceso productivo, se generan residuos sólidos (reciclables, ordinarios, orgánicos, escombros), residuos peligrosos, emisiones y vertimientos.

Desde el año 2003 la compañía ha venido trabajando con la metodología TPM (Total Productive Maintenance) mediante un enfoque de gestión con sentido común, buscando la maximización

eficiente del sistema de producción a través de la ampliación del ciclo de vida de toda la maquinaria y la elaboración de un sistema con base en el área de producción para prevenir todas las pérdidas mediante actividades de grupos de trabajo comunicados, con la participación de toda la empresa desde los ejecutivos hasta los operadores de primera línea.

Resultados Obtenidos:

- De esta manera los consumos de agua pasaron de 0,0279 m³ /m² producidos a 0,020 m³ /m².
- Igualmente se presentó una disminución en los consumos energéticos, pasando de 4.868 Kwh/m² en el 2005 a 4.074 Kwh/m² promedio consumo en el 2007. Asimismo, se ha presentado una disminución en la cantidad de residuos enviados a disposición final, debido a la implementación del Plan de manejo de Residuos Sólidos (PMIRS).
- En la actualidad se reciclan aproximadamente 3.200 Kg de residuos (cartón, plástico, papel, chatarra) pasando de una tasa de reciclaje de 46,8% a 55,6%.

1.3.2.2. Empresa N°2: GCE Global Construction Equipment

Esta es una de empresa mexicana que han implementado el sistema TPM (Mantenimiento Productivo Total) en sus operaciones y han obtenido resultados muy significativos y ahorros sustanciales. Esta empresa ya se había implementado sistemas de productividad, calidad y mejora de procesos, pero había paros en línea de forma constante y se invertía demasiado tiempo en solucionar problemas. La empresa presentaba problemas de flujo que generaban exceso de inventario, fallas en la calidad, demoras en tiempos de entrega y tiempos muertos de su maquinaria. Se buscaba reducir los tiempos muertos y el exceso de mermas con el fin de incrementar el volumen de la producción de acuerdo con las demandas del mercado.

Aunque ya utilizaba un Sistema de Mantenimiento, no se lograban mejoras significativas y sostenibles en el desempeño de la maquinaria, lo que se reflejaba en una baja utilización de la capacidad instalada.

Los informes emitidos por la dirección superior informando sobre la decisión de implantación, fueron comunicados durante reuniones tanto del directorio como de las gerencias y divulgados a través de un escrito formal de compromiso para el apoyo de la implementación del TPM en la empresa.

Proceso de implementación:

Se implementaron los pilares básicos de TPM y un equipo de gestión. Se tomaron medidas adicionales de control para mantenimiento autónomo y preventivo. Se llevaron a cabo eventos Kaizen con el fin de lograr los objetivos principales de TPM (reducción en: paros no planeados, defectos y accidentes) estableciendo así los pasos iniciales que permiten implementar los pilares básicos de TPM. Las siguientes fueron acciones necesarias para la implementación:

- Se realizó un diagnóstico de la operación de las líneas estratégicas de la empresa, a partir de lo observado se implementó TPM. Se debió estimular a los integrantes del grupo a presentar sugerencias que ayuden a mejorar el equipo en estudio
- Se tuvo que capacitar a todo el personal de las áreas para que todos puedan cooperar y participar de las actividades pertinentes. Además de esto, se recomienda una campaña con carteles y otros medios de divulgación.

La meta del TPM fue la reestructuración de la cultura empresarial a través del perfeccionamiento, tanto de los recursos humanos como de los equipos y de las instalaciones. Basado en esto, se debe elaborar un programa de educación introductoria a todos los niveles. La elaboración del plan de mantenimiento autónomo correspondió a la formulación de los estándares de trabajo y está destinado a la preparación de los criterios que deben ser observados por los operadores.

Se busco crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y ajuste de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste; se manera que se lograra prevenir el deterioro del equipo manteniendo las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados. Estos estándares fueron preparados por el operador quien fue capacitado por los técnicos en mantenimiento para realizar esta labor de manera satisfactoria.

Resultados obtenidos:

- Hubo una reducción del 40% en tiempos muertos en la maquinaria. Se mejoró la eficiencia general del equipo (OEE) en una línea de producción que se encontraba muy inestable y por debajo de lo esperado.
- La productividad tuvo un incremento general del 30%. La producción en la zona de acabados redujo los tiempos de espera un 50%.
- Se redujo 27% la mano de obra. Se redujo un 40% en mermas. La producción del impermeabilizante redujo los tiempos de espera un 35%
- Se obtuvo un aumento en la disponibilidad y eficiencia de la maquinaria y equipo al lograr una reducción de tiempos de paro en un 50%
- Mejora del rendimiento durante los arranques y cierres de turno. Con lo que se logró la reducción de la variación por una maquinaria más eficiente,

- Se redujo un 40% en mermas. Se obtuvo un ahorro de dos millones de pesos anuales. Se logró un incremento del OEE del 60 al 80%

Gracias a la implementación de TPM se logró mejorar el proceso de limpieza, activar la productividad de la maquinaria, generar flujos de trabajo continuo y crear un verdadero trabajo en equipo.

1.3.2.3. Empresa N°3: Siltech Manufacturing, Inc

Esta es una empresa dedicada a la fabricación de plásticos, con más de 5000 trabajadores dentro de sus operaciones a nivel mundial. Esta empresa presentaba problemas de inestabilidad en sus resultados y altos costos por problemas en el equipo, estaba considerando la posibilidad de reemplazarlo, con una inversión cercana a los \$850,000 USD. Se decidió aplicar el TPM con una inversión del orden del 10% de ese valor de la inversión inicial y en el lapso de un año, lograron incrementar su productividad en un 36%, redujeron sus costos y mejoraron el cumplimiento en entregas a sus clientes. Se busco establecer un programa de mantenimiento enfocado en aquellos elementos que influían directamente en la cantidad de piezas por hora. Influyendo directamente en la producción permitiendo una ventaja competitiva en el mercado mundial.

Una de las principales líneas de producción de una empresa dedicada a la fabricación de plásticos, representaba un constante reto para poder cumplir con las entregas de pedidos a tiempo a sus clientes, como consecuencia de una serie de imprevistos en la operación.

Los indicadores de desempeño que generaba la planta, decían que la línea estaba operando en niveles promedio del 92%, en los últimos seis meses, pero el equipo de trabajo descubrió que su disponibilidad era tan solo del 49%. El restante 43% estaba perdido en una serie de paros menores,

trabajo en vacío, fallas tanto de operación como de mantenimiento, ajustes y cambios de producto no registrados, además de pérdidas de velocidad con respecto a la capacidad de diseño del equipo.

El mal estado de la máquina y de los moldes, hacían que los ciclos fueran más largos y que los moldes no se emplearan a su máxima capacidad. El equipo ya tenía varios años en operación y en opinión del Gerente de la Planta, sería necesario reemplazar el equipo por uno nuevo para poder garantizar los resultados. El grave problema era que, para reemplazar el equipo, se requería una inversión cercana a los \$850,000 dólares y la situación financiera de la empresa no era de lo mejor en ese momento, de manera que decidieron buscar alguna otra opción.

La situación fue complicada y se pensaba que no había los suficientes recursos disponibles para llevar a cabo el proyecto de TPM. Se hizo un esfuerzo especial y un grupo de 25 personas de la planta fueron capacitadas en TPM. Una vez concluido el evento de capacitación, se integró un equipo de TPM formado por cinco personas. Su primer proyecto fue el de hacer una medición del (OEE) de acuerdo a como se establece en los criterios de TPM. A partir de ahí, involucraron a los operadores de la línea en el cálculo y el registro de la información sobre los problemas que se presentaban y sus posibles causas.

Se estableció un programa enfocado de mantenimiento preventivo en los equipos, siguiendo un orden de prioridad, de acuerdo a su impacto en los tiempos muertos. Se desarrolló un plan para extender las mejoras a todos los demás cambios y ajustes de la línea la fecha ha transcurrido más de un año y se ha cubierto un poco menos del 20% de los equipos totales de la línea de producción.

Resultados obtenidos:

- Las emergencias prácticamente se han eliminado y gracias al mantenimiento autónomo que realizan los operadores con el apoyo de mantenimiento, se han detectado infinidad de anormalidades que se han corregido antes de que se conviertan en fallas que afectan a la productividad.
- La productividad de la línea se ha incrementado en más de un 36%. El OEE se encuentra actualmente en niveles del 67% y con tendencia a seguir mejorando.
- La motivación del personal se ha mejorado y los conflictos ínter departamental se han reducido considerablemente.
- La alta administración se encuentra muy complacida con los resultados, los clientes están más satisfechos y se ha evitado una erogación cercana a los \$850,000 dólares por no tener que haber invertido en comprar nuevo equipo para cumplir con la producción requerida.
- La inversión realizada en capacitación y consultorías para apoyar el programa fue del orden del 10% de la que se requería para reemplazar el equipo.
- El Gerente de la Planta se encuentra muy satisfecho con el trabajo desarrollado y reconoce que hay una gran diferencia entre trabajar bajo presión, apagando fuegos, con paros imprevistos y trabajar con un sistema a base de paros planeados en su gran mayoría, sin que afecten su productividad, aunque reconoce que aún falta mucho camino por recorrer.

1.3.2.4. Empresa N°4: Industria manufacturera COLDERTRUCK

El artículo muestra la relación entre el programa de TPM y el rendimiento de fabricación en las industrias manufactureras de la India y los beneficios tangibles e intangibles adquiridos como resultado de la implementación exitosa de TPM. El estudio cubierto principalmente sector de la maquinaria en toda la India. Un total de 57 resultados se han obtenido del impacto del programa de TPM en la fabricación de la productividad. El presente estudio abarca la identificación sistemática de los factores que afectan el desempeño general de la organización y las expectativas comunes de las empresas a través de la implementación del programa de TPM.

Resultados obtenidos:

El documento establece el impacto de la implementación de TPM éxito en el rendimiento de fabricación. Iniciativas de TPM han mostrado una marcada mejoría en la disponibilidad de los equipos, el rendimiento y la calidad producida y también han traído una mejora apreciable en otras funciones de producción en las organizaciones. Se ha observado que el despliegue TPM contribuye a mejorar la productividad de fabricación, la calidad, la entrega, la seguridad, la moral, asegurando la rentabilidad de la función de fabricación dentro de la organización. El documento también indica que la eficacia global del equipo (OEE) se puede utilizar para mejorar el rendimiento con la implementación de TPM.¹⁹

¹⁹ Cfr.: Artículo “Impact of TPM implementation on Indian manufacturing industry”. International Journal of Productivity & Performance Management. 2014.INDIA

CAPÍTULO 2: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA Y DIAGNÓSTICO DE PROBLEMA

En el presente capítulo se presenta una reseña de la situación actual del sector textil, además, se explica la necesidad actual por mejorar como organización, y el desafío al cual se enfrentan las empresas dentro del sector. Se prioriza en optimizar los procesos y se muestra como la empresa en estudio viene desarrollando este factor. Asimismo, se presenta una descripción de la empresa en estudio, y se identifica toda la información relacionada a sus procesos y actividades. También se define el problema actual con el cual se convive la compañía y su respectivo impacto económico y organizacional. Por último, se concreta una hipótesis que engloba el problema actual y de mayor relevancia, identificando sus principales causas raíces y definiendo las posibles soluciones aplicables y relacionadas a la Ingeniería Industrial.

2.1. Análisis del entorno y Sector

Actualmente, según INEI²⁰ (2017) de las 173,427 unidades manufactureras en el Perú, el 30.8% se dedica a la industria textil y confecciones. Junto con la industria del cuero, se mantienen por arriba de significativas industrias como la de alimentos y bebidas (16.8%), productos metálicos (15.9%) y de la industria de madera y muebles (15.8%). Claramente, el liderar dentro de las empresas manufactureras involucra una competencia continua dentro del sector, con lo que cada compañía debe esforzarse por mantener una posición estratégica y un crecimiento uniforme.

²⁰ INEI - Instituto Nacional de Estadística e Informática, organismo constitucional autónomo del Perú.

Como se detalla en el capítulo anterior, a pesar de contar con un mayor número de empresas dedicadas a este rubro, la situación que afronta el sector no es favorable para el desarrollo de todas las empresas. Según INEI (2017), la participación del sector textil dentro del PBI industrial se mantiene estable a pesar de la crisis que se afronta en el sector desde el 2010. Un ejemplo claro es el crecimiento que mantienen las micro y pequeñas empresas del sector.

Tabla 2.1.: Participación de compañías del sector textil por tamaño de empresa durante el 2015 y 2016

Tamaño	Número de Empresas		Participación(%)	
	2015	2016	2015	2016
TOTAL	51,913	53,365	100	100
Microempresa	49,494	<u>50,924</u>	95.3	95.4
Pequeña empresa	2,129	<u>2,156</u>	4.1	4.0
Gran y mediana empresa	289	<u>284</u>	0.6	0.5

Fuente: INEI 2018

El hecho de la disminución de las grandes y medianas empresas del sector se asocia directamente al uso de productos más accesibles a nivel mundial como es el caso de los productos asiáticos por parte de las empresas formales e informales. Asimismo, a nivel nacional se aprecia que la utilización de dichos productos se mantiene ascendiendo. En este sentido, el mantenerse estable dentro de este sector es un total desafío para las medianas y grandes empresas, y el objetivo de superarlo involucra contar con estructura organizacional adaptable a la situación y procesos flexibles a las oportunidades de mercado que se presenten. El entorno se presenta favorable para

el 2018, las empresas dedicadas a la producción de hilados dentro del país presentan una leve recuperación a diferencia de años anteriores.

Tabla 2.2.: Producción de la industria de textiles y de confecciones en el Perú (Variación porcentual)

Actividad	2016	2017	Ene-Abr 2018
Industria de textil y confecciones	-5.9	-0.5	5.0
Textil	-6.5	3.4	1.3
Preparación e hiladura de fibras textiles	-6.5	0.0	3.9
Tejedura de productos textiles	-6.9	-1.2	8.2
Acabado de productos textiles	-13.4	-9.5	-38.8
Fabricación de tejidos y tela de punto	-9.9	18.3	8.5
Fabricación de artículos confeccionados con textiles, excepto prendas de vestir	-2.6	10.3	4.2
Fabricación de cuerdas, cordeles, bramantes y redes	3.4	54.5	5.8
Fabricación de otros textiles n.c.p.	0.0	5.5	-5.2
Confecciones	-5.4	-3.1	7.6
Prendas de vestir, excepto prendas de peletería	-4.3	-3.6	11.2
Prendas de tejidos de punto y ganchillo	-9.6	-1.0	-5.9

Fuente: Ministerio de Producción 2018

En este contexto, las empresas dentro del sector, al igual que la empresa en estudio, mantienen un desafío constante para recuperar competitividad y productividad. Esto conlleva a la reestructuración de su gestión, adoptando filosofías modernas y nuevos modelos de organización y gestión que les permitan adecuarse a las expectativas del mercado actual. La optimización de procesos es clave, permite maximizar la productividad, reducir los costos de producción, y mejorar la calidad de los productos sin descuidar el factor humano. Este es el reto actual al que tanto la empresa en estudio, como las otras pertenecientes a la industria textil, se enfrentan y conviven día

a día para posicionarse estratégicamente y superar todas las barreras que se presentan en el mercado.

2.2. Descripción de la Empresa

La empresa se dedica a la Producción y Servicio de Hilandería y Tintorería de Algodón. Cuenta con una larga trayectoria y presencia en el mercado nacional e internacional. Gracias a su constante preocupación por mantenerse de acuerdo a las exigencias del mercado, actualmente cuenta con una amplia infraestructura y maquinaria que le permite ofrecer a sus clientes una gran variedad y capacidad de producción. Ofrece hilados crudos y teñidos en algodón 100% y mezclas de calidad. Mantiene una política favorable, debido a que la competencia en el mercado interno es muy desleal por el uso de productos importados (China e India), además el mercado externo posee una barrera de ingreso muy rígida pues exige mayor productividad y eficiencia en todos sus procesos productivos.

2.2.1. Productos Elaborados

El mundo textil va de la mano con la moda, la presencia de las nuevas fibras o materiales, con procesos y colores hacen eco en los diseñadores del rubro marcando las tendencias. Es así que la empresa cuenta actualmente con una línea de hilados, en la cual produce títulos²¹ que van desde 05 a 80 Ne²², en uno o más cabos²³ en algodón 100% y mezclas sea crudo o teñido, de acuerdo a las necesidades del cliente. Asimismo, cuenta con otra línea de producción de fibra Heather que

²¹ La Titulación es el sistema de unidades de medida para hilados en la industria. Revista Mundo Textil 2017

²² “Ne” es la unidad de medida de los hilados, cuanto más elevado es el número, más fino es el hilado o fibra. Revista Mundo Textil 2017

²³ Se denomina Cabo al conjunto de fibras ordenadas y torcidas juntas. Textiles Andinos 2010

está incursionando en los mercados dándose a conocer en forma creciente. Asimismo, produce en mezclas de fibras tales como pima/modal, pima/baby alpaca, pima/viscosa, pima/bambú, modal 100%, entre otras. Asimismo, produce en base a 100% Algodón Tanguis cardado o peinado, 100% Algodón Pima peinado, 100% Algodón americano cardado o peinado, en fibra de Melange y Heathers, y mezclas con otras fibras como polyester, modal y tencel en algodón Pima, Tanguis o americano. Asimismo, cuenta con una pequeña línea de producción de hilos de costura e hilados de polipropileno.

Figura 2.1.: Productos fabricados por la empresa

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

2.2.2. Estructura de la Organización

La estructura organizacional de la empresa es funcional, enfocada hacia resultados. Presenta una estructura organizacional estrictamente, tanto la planta de Hilandería como la de Tintorería mantienen jefaturas autónomas, sin embargo, no existe una jefatura superior a ellas, a excepción

de la gerencia general, que pueda tomar decisiones integrales más que individuales. Lo mismo ocurre con las áreas de soporte (Mantenimiento, Calidad, Seguridad, etc.) que se mantienen independientes y dependen mucho de la gerencia general para la concertación de decisiones integrales como compañía. Por otro lado, las áreas administrativas mantienen una mejor integración y la dependencia parte como unidad integral. A pesar de eso, la empresa mantiene siempre la capacidad de poder competir con otras empresas, penetrar y mantenerse en un mercado determinado.

Figura 2.2.: Organigrama actual de la Empresa

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

2.2.3. Mapa de Procesos

La empresa está compuesta por diferentes áreas estratégicas orientadas a la satisfacción del cliente interno y externo. El Mapa de Procesos de la empresa está definido dentro del Sistema Integrado de Gestión. Del mismo modo, sus procesos están interrelacionados entre sí de manera tal que

dentro del mapa se muestran la distribución de los procesos clave, estratégicos y procesos de soporte como parte de una visión completa. Los procesos de creación de valor y procesos de soporte son normalizados y desplegados hacia toda la empresa y se requiere el compromiso total de la organización. A continuación, se presenta el Mapa de Procesos actual de la empresa.

Gráfico 2.1: Mapa de Procesos de la empresa

Fuente: Empresa 2017

2.2.4. Procesos de Producción de Hilandería y Tintorería

A continuación, se presentan los procesos de producción actual de la empresa y en uno de los cuales se centra el estudio. Se considera el proceso de Hilandería que parte desde la apertura de los lotes de algodón, etapa de Prehilado e Hilado y obtención de producto final.

Gráfico 2.2.: Diagrama de flujo del proceso de Hilandería

Fuente: Empresa 2017

Asimismo, se presenta el proceso de Tintorería, que parte desde el blanqueo o descrude del material en las diferentes presentaciones que se pueden teñir, el propio teñido del material y, por último, el acabado final del producto.

Gráfico 2.3.: Diagrama de flujo del proceso de Tintorería

Fuente: Empresa 2017

2.2.5. Descripción del Proceso de Producción de Hilos de Algodón

Debido a que el alcance del estudio se enfatiza en el proceso de Hilandería se procede a detallar cada una de sus etapas. Se elabora hilado en conos como producto final a partir del algodón crudo, el mismo que experimenta procesos en diferentes máquinas por etapas otorgándole limpieza, paralelizado, doblaje, estiraje, torsión y acabado. El algodón puede pasar por procesos adicionales dependiendo si la variedad lo permite, y de acuerdo a características específicas.

2.2.5.1. Prehilado

- Separación de lotes: En esta etapa se escogen entre un conjunto de fardos de algodón que se seleccionan de los diferentes lotes de materia prima para formar un lote de producción. A menudo se agrupan por características buscando la homogeneidad y evitar las irregularidades finales. En esta etapa primaria se encuentran identificados con su origen y peso.
- Apertura: En esta etapa se separa, limpia y mezcla las fibras del algodón proveniente de los fardos. Se efectúa con batanes u órganos de limpieza por los que se ventila aire a altas velocidades y a través de púas se separa las fibras de la cascarilla, la basura e impurezas presentes en el algodón. Se trabaja con 2 tipos de apertura: Alimentación directa para el caso del Tangüis y fibras similares y la apertura mediante batanado que resulta ser más larga para el caso de Pima y similares.
- Batan: El batanado se realiza mediante el ingreso manual de un operario que extrae de determinado lote de producción porciones similares de los diferentes fardos con la finalidad de conservar una homogenización en la mezcla resultante. A similitud de la alimentación directa el algodón pasa por órganos de limpieza, rodillos y púas que trabajan con menor

velocidad y por ende mayor cuidado al no intervenir aire a gran velocidad. La presentación resultante es una napa que se separa en rollos. Es recomendable que el algodón aperturado permanezca un tiempo prudencial expuesto al ambiente para favorecer la oxigenación y separación de las fibras.

- Cardas: Se realiza la paralización y la limpieza adicionalmente por medio de rodillos y guarniciones que eliminan impurezas y ordenan la fibra. La presentación resultante es en cintas que se separan en tachos. Estas Cardas son reguladas por piñones de estiraje y de producción, así como poleas que son cambiados de acuerdo al título que se desea obtener en esta primera fase. Asimismo, se realizan controles periódicos de Neps²⁴ y de título. Los tachos son identificados con cintas elásticas que indican el material y el número de Carda donde fueron obtenidos.
- Manuares: Se encargan de uniformizar las cintas mediante el doblaje y cohesión del producto del proceso anterior. También tiene como función el estiraje del material. De forma similar a las cardas, estas trabajan con hojas de cambio donde se regula de acuerdo al título a obtener. El resultado es un tacho a partir de un promedio de ocho en su primera fase. Esta es conocida como pre manual o 1er Manual. Posteriormente puede pasar a las Reunidoras en el caso de material que pasará a las peinadoras o a un siguiente paso de manual (2do Manual) en el caso de material que no será peinado. El segundo manual es autorregulado o automático a diferencia del primer manual que es de manipulación mecánica. Mediante un sistema de control computarizado se regulariza, uniformiza y estira la cinta en esta segunda etapa. Para el caso del material que será peinado las cintas del pre manual pasan a la máquina Reunidora. La misma que tiene por finalidad homogeneizar las

²⁴ Se denomina Neps a una aglomeración de fibras enredadas en hilos o telas. Centro de Comercio Internacional 2017

cintas y obtener mantas con material más uniforme y regular. Se obtienen rollos que pasan directamente a la máquina de peinado.

- Peinadoras: Su función es la eliminación de fibras cortas. Se logra también paralelizar las fibras mediante el pasado de rollos por púas que funcionan como un peine ordenando y alisando el rollo gracias al giro de los rodillos. Este proceso genera merma dependiendo de la cantidad de fibras cortas que se desee eliminar, a esta se le denomina Noil. La máquina peinadora es regulada mediante la configuración de piñones y poleas. El producto es en rollos que se pasan a tachos para ingresarlos al siguiente proceso: el 2do manual o manual autorregulado. Finalizado el segundo manual, se procede a colocar los tachos de cintas en las mecheras o Pabileras.
- Pabileras: Los tachos de material ingresan a esta maquinaria para continuar la uniformización y a su vez sufre una leve torsión. Esta máquina es controlada por computadora, la misma que regula los parámetros de la producción. Controla la velocidad, así como el flujo del material y las paradas que se realizan. El producto de esta fase son las mechas o pabilos.

2.2.5.2. Hilado

- Continuas de hilar: Antes de empezar la producción de hilo se trabaja también con hojas de cambio en las cuales se determina que piñones, cursores, color de canilla se utilizará. El elemento de entrada son las bobinas de pabilo o mechas y se procede a obtener canillas de hilo. Estas son recogidas en cada parada por el operario quien lo transporta al almacén de canillas. Aquí son pesadas e ingresadas al sistema y rotuladas con los datos principales hasta la siguiente etapa. En esta área de almacenamiento de canillas, los lotes son

identificados por el color de canilla y el color del tizado. Asimismo, se coloca un rótulo indicando estos datos, el material, el título, el cliente y el lote.

- Coneras: Se encargan de continuar la elaboración del hilo y del purgado. Esto consiste en un lector óptico encargado de realizar una evaluación continua del hilo para detectar partes delgadas y partes gruesas realizando un corte del tramo con la imperfección y efectúa un empalme para la continuación del hilo. Como resultado se obtienen conos de hilado. El nivel de exigencia o tolerancia del purgado es variable y depende del material y las características del hilado que se esté produciendo, así como de los estándares del cliente. Se ingresa en el panel de la máquina una curva de purgado de acuerdo a esto. Esta es modificable para reducir o aumentar el nivel de exigencia de la producción. Esto posteriormente incidirá en el nivel de merma resultante.

Figura 2.3.: Diferentes presentaciones correspondientes a las etapas de hilandería

Fuente: Empresa 201

Gráfico 2.4.: Diagrama de flujo del proceso de Hilandería

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Es importante destacar la participación constante de las áreas de Calidad y Mantenimiento dentro de proceso de Hilandería. Esto se debe a que se cuenta con un proceso donde es necesario constantes cambios y ajustes dentro de las máquinas por la variedad de títulos que se manejan en los hilados de algodón. El área de Hilandería es una unidad productiva de procesos no complejos, sin embargo, los equipos y el proceso en sí requieren de una permanente calibración por cada cambio de producto.

2.3. Gestión del Mantenimiento

La Gestión de mantenimiento tiene una configuración funcional, donde se trabaja con una combinación de mantenimiento correctivo y preventivo. Asimismo, las decisiones de intervención a máquinas se deciden mediante necesidad directa de las áreas productivas.

2.3.1. Organigrama actual de Mantenimiento

El área de mantenimiento está organizada partiendo de la jefatura del área, un supervisor de la cuadrilla de Mecánicos, un supervisor de la cuadrilla de Eléctricos y un encargado del almacén de repuestos y suministros. Asimismo, en cada cuadrilla mencionada encontramos técnicos de turno y otros que se mantienen en un solo turno sin rotación.

Figura 2.4.: Organigrama del área de Mantenimiento

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

2.3.2. Estructura y Gestión actual del Mantenimiento

La estrategia actual que se tiene para el mantenimiento en la empresa es la de un mantenimiento combinado, el cual trabaja tanto con mantenimiento preventivo y con mantenimiento correctivo. Se mantiene una programación de los mantenimientos preventivos, la cual se desarrolla generalmente con una frecuencia anual por máquina. Se definen paradas programadas en base a un historial de ejecuciones anteriores y se proyecta replicarlo, en la medida de lo posible, durante las mismas fechas en un nuevo año. Para el caso del mantenimiento correctivo, se ejecuta de acuerdo a las fallas en los equipos o máquinas que se presentan en el proceso en el día a día.

El área de mantenimiento cumple con todos los tipos de tareas que se puedan presentar, mantenimiento mecánico, eléctrico y electrónico, según como se detalla en el organigrama. Asimismo, existen cuadrillas establecidas para cada zona principal dentro de la planta, y cada una abarca un conjunto de máquinas y equipos. Primero, las cuadrillas de mecánicos se dividen para las zonas de Tintorería e Hilandería, siendo en esta última su participación en la zona de Coneras, Continuas y Preparatoria o Prehilado. Por otro lado, la cuadrilla de electricistas y electrónicos es única y debe abastecerse para cumplir con todas las tareas de mantenimiento en la planta. Cabe mencionar, que el personal de mantenimiento no se especializa en una sola máquina, se cuenta con técnicos con la capacidad de participar en las labores de mantenimiento en zonas diferentes a la cual pertenecen. Los requerimientos de repuestos y suministros para las tareas de mantenimiento se delegan al almacén de repuestos, donde el encargado está en la obligación de dar entrega de los materiales solicitados o en todo caso programar su próxima compra.

Se cuenta con un software para el almacenamiento y control de la ejecución de los mantenimientos. Actualmente, solo se cuenta con registros de mantenimiento correctivos dentro de este software, y

muy poco de los trabajos de mantenimiento preventivo. Por otra parte, no se aprovecha en su totalidad esta plataforma, ya que se podría programar las tareas repetitivas que se ejecutan por mantenimiento y lograr crear una estandarización de procesos mediante ordenes de mantenimiento.

El área cliente se encarga de notificar a mantenimiento de las fallas o averías que se presenten en el día a día (Mantenimiento correctivo), y reactivamente mantenimiento se encarga de designar personal para solucionar dichos problemas en la medida de lo posible. Los operarios de máquina no participan en las tareas mantenimiento, ellos están encargados únicamente las tareas de limpieza de máquina al momento de realizarse un cambio de material, y en solo algunas máquinas se encargan de ciertas lubricaciones y ajustes rápidos.

El hecho de contar con personal calificado, facilita la adaptación al momento de adquirir nueva maquinaria y de cierta manera evita crear un programa de capacitación hacia el personal. Sin embargo, existe una curva de aprendizaje para el caso de las reparaciones por ser un equipo que nunca antes se ha intervenido. En la mayoría de los casos, el personal aprende de modo de prueba de ensayo y error. Asimismo, se suele ejecutar el mantenimiento preventivo de estos equipos una vez concurrido el periodo de un año después de su instalación dentro de la empresa.

Pese a la que los trabajos preventivos programados se cumplen como manda el programa establecido, aún no se logra eliminar las paradas no programadas ni las fallas que producen paradas de máquinas prolongadas. A continuación, se presenta los diagramas de flujos de los procesos en la gestión de mantenimiento de la empresa, pero en ningunos se puede identificar intervención el personal de producción, la cual se evidenciado un tema a mejorar.

Gráfico 2.5.: Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se menciona, el proceso de mantenimiento correctivo está sujeto a las fallas incipientes del día a día, y su corrección depende de la rápida comunicación que pueda realizar Producción a la jefatura o supervisores de Mantenimiento. Por otra parte, el proceso de mantenimiento preventivo se realiza anualmente para todas las máquinas y suele replicar de acuerdo a la última fecha de ejecución. Cabe mencionar que se toman las medidas necesarias para la correcta ejecución del mantenimiento como son la coordinación previa con los técnicos y gestión de compra de repuestos.

Gráfico 2.6.: Diagrama de flujo de mantenimiento preventivo

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

2.3.3. Maquinaria y Equipos de la Empresa

La empresa cuenta actualmente con una gran cantidad de máquinas y equipos. Para el área de Hilandería, se cuenta con máquinas para las secciones de Preparatoria, Continuas y Coneras, es necesario acotar que los nombres indicados no solo engloban el tipo de máquina de la descripción sino otros adicionales. Por la parte de Tintorería, se cuenta con equipos de teñido para diversos formatos como son para rodetes, madejas y procesos adicionales como mercerizado. A continuación, se detalla el total de máquinas y equipos con el que actualmente trabaja la empresa, así como también se describe la zona a la que pertenecen.

Tabla 2.3.: Lista de máquinas pertenecientes a la empresa

Nº	Máquina	Zona	Área
1	Batan 01	Preparatoria	Hilandería
2	Batan 03	Preparatoria	Hilandería
3	Carda C3 01	Preparatoria	Hilandería
4	Carda C3 02	Preparatoria	Hilandería
5	Carda C3 03	Preparatoria	Hilandería
6	Carda C3 04	Preparatoria	Hilandería
7	Carda C3 05	Preparatoria	Hilandería
8	Carda C3 06	Preparatoria	Hilandería
9	Carda C3 07	Preparatoria	Hilandería
10	Carda C3 08	Preparatoria	Hilandería
11	Carda C3 09	Preparatoria	Hilandería
12	Carda C3 10	Preparatoria	Hilandería
13	Carda C3 17	Preparatoria	Hilandería
14	Carda C4 19	Preparatoria	Hilandería
15	Carda C4 20	Preparatoria	Hilandería
16	Carda C4 21	Preparatoria	Hilandería
17	Carda C4 22	Preparatoria	Hilandería
18	Carda C4 23	Preparatoria	Hilandería
19	Carda C4 11	Preparatoria	Hilandería
20	Carda C4 12	Preparatoria	Hilandería
21	Carda C4 13	Preparatoria	Hilandería
22	Carda C4 14	Preparatoria	Hilandería

23	Carda C4 15	Preparatoria	Hilandería
24	Manuar 01	Preparatoria	Hilandería
25	Manuar 02	Preparatoria	Hilandería
26	Manuar 03	Preparatoria	Hilandería
27	Manuar 04	Preparatoria	Hilandería
28	Manuar 05	Preparatoria	Hilandería
29	Manuar 06	Preparatoria	Hilandería
30	Manuar 07	Preparatoria	Hilandería
31	Manuar 08	Preparatoria	Hilandería
32	Manuar 09	Preparatoria	Hilandería
33	Manuar 10	Preparatoria	Hilandería
34	Manuar 11	Preparatoria	Hilandería
35	Peinadora 01	Preparatoria	Hilandería
36	Peinadora 02	Preparatoria	Hilandería
37	Peinadora 03	Preparatoria	Hilandería
38	Reunidora 02	Preparatoria	Hilandería
39	Pabilera 06	Preparatoria	Hilandería
40	Pabilera 07	Preparatoria	Hilandería
41	Pabilera 08	Preparatoria	Hilandería
42	Continua San Giorgio 01	Continuas	Hilandería
43	Continua San Giorgio 02	Continuas	Hilandería
44	Continua San Giorgio 03	Continuas	Hilandería
45	Continua San Giorgio 04	Continuas	Hilandería
46	Continua San Giorgio 05	Continuas	Hilandería
47	Continua San Giorgio 06	Continuas	Hilandería
48	Continua San Giorgio 07	Continuas	Hilandería
49	Continua San Giorgio 08	Continuas	Hilandería
50	Continua San Giorgio 09	Continuas	Hilandería
51	Continua San Giorgio 10	Continuas	Hilandería
52	Continua San Giorgio 11	Continuas	Hilandería
53	Continua San Giorgio 12	Continuas	Hilandería
54	Continua San Giorgio 13	Continuas	Hilandería
55	Continua San Giorgio 14	Continuas	Hilandería
56	Continua San Giorgio 15	Continuas	Hilandería
57	Continua San Giorgio 16	Continuas	Hilandería
58	Continua San Giorgio 17	Continuas	Hilandería
59	Continua San Giorgio 18	Continuas	Hilandería
60	Continua Sinzer 19	Continuas	Hilandería
61	Continua Sinzer 20	Continuas	Hilandería

62	Continua Suessen 21	Continuas	Hilandería
63	Continua Suessen 22	Continuas	Hilandería
64	Continua Suessen 23	Continuas	Hilandería
65	Continua Suessen 24	Continuas	Hilandería
66	Continua Suessen 25	Continuas	Hilandería
67	Continua Suessen 26	Continuas	Hilandería
68	Continua Suessen 27	Continuas	Hilandería
69	Continua Suessen 28	Continuas	Hilandería
70	Continua Suessen 29	Continuas	Hilandería
71	Continua Suessen 30	Continuas	Hilandería
72	Continua Rieter G5 31	Continuas	Hilandería
73	Continua Rieter G5 32	Continuas	Hilandería
74	Continua Rieter G5 33	Continuas	Hilandería
75	Continua Rieter G5 34	Continuas	Hilandería
76	Continua Rieter G5 35	Continuas	Hilandería
77	Continua Rieter G2 36	Continuas	Hilandería
78	Continua Rieter G2 37	Continuas	Hilandería
79	Dobladora 01	Coneras	Hilandería
80	Dobladora 02	Coneras	Hilandería
81	Retorcedora 01	Coneras	Hilandería
82	Retorcedora 02	Coneras	Hilandería
83	Retorcedora 03	Coneras	Hilandería
84	Retorcedora 04	Coneras	Hilandería
85	Retorcedora 05	Coneras	Hilandería
86	Retorcedora 06	Coneras	Hilandería
87	Retorcedora 07	Coneras	Hilandería
88	Retorcedora 08	Coneras	Hilandería
89	Retorcedora 09	Coneras	Hilandería
90	Madejera 01	Coneras	Hilandería
91	Madejera 02	Coneras	Hilandería
92	Madejera 03	Coneras	Hilandería
93	Madejera 04	Coneras	Hilandería
94	Gaseadora 01	Coneras	Hilandería
95	Gaseadora 02	Coneras	Hilandería
96	Autoconer 01	Coneras	Hilandería
97	Autoconer 02	Coneras	Hilandería
98	Autoconer 03	Coneras	Hilandería
99	Autoconer 04	Coneras	Hilandería
100	Autoconer 05	Coneras	Hilandería

101	Autoconer 06	Coneras	Hilandería
102	Autoconer 09	Coneras	Hilandería
103	Autoconer 10	Coneras	Hilandería
104	Redina 01	Coneras	Hilandería
105	Redina 02	Coneras	Hilandería
106	Extrusora 01	Coneras	Hilandería
107	Extrusora 02	Coneras	Hilandería
108	Thies 1	Teñidoras Rodetes	Tintorería
109	Thies 2	Teñidoras Rodetes	Tintorería
110	Thies 3	Teñidoras Rodetes	Tintorería
111	Thies 4	Teñidoras Rodetes	Tintorería
112	Thies 5	Teñidoras Rodetes	Tintorería
113	Thies 6	Teñidoras Rodetes	Tintorería
114	Thies 7	Teñidoras Rodetes	Tintorería
115	Thies 8	Teñidoras Rodetes	Tintorería
116	Thies 9	Teñidoras Rodetes	Tintorería
117	Thies 10	Teñidoras Rodetes	Tintorería
118	Thies 11	Teñidoras Rodetes	Tintorería
119	Thies 4x4	Teñidoras Rodetes	Tintorería
120	Secadora 1	Secadora Rodetes	Tintorería
121	Cubotex	Teñidoras Madejas	Tintorería
122	Loris bellini	Teñidoras Madejas	Tintorería
123	Hank master	Teñidoras Madejas	Tintorería
124	Mezzera	Teñidoras Madejas	Tintorería
125	Secadora minetti	Secadora Madejas	Tintorería
126	Exprimidora	Secadora Madejas	Tintorería
127	Mercerizadora	Teñidoras Madejas	Tintorería

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Figura 2.5.: Layout actual de la planta de producción

This detailed architectural floor plan illustrates the layout of the 'COMPLEJO INDUSTRIAL DE LA ZONA DE LA VALLA'. The plan is organized into several functional zones and buildings:

- Top Section:** Includes 'AREA VERDE' (green areas), 'EXTRUSORA', 'OFICINAS ADMINISTRATIVAS' (administrative offices), 'COMEDOR' (dining area), 'RR.HH.' (human resources), and 'ALMACEN INTERMEDIOS' (intermediate warehouse). A 'SALIDA' (exit) is marked near the top right.
- Left Side:** Features 'AREA VERDE', 'ZONA DE FRÍOS' (cold zone), 'ZONA DE FRÍOS', 'ZONA DE FRÍOS', and 'ZONA DE FRÍOS'.
- Central Area:** Contains 'ALMACEN TERMINADOS' (finished goods warehouse), 'RESERVA', 'CONERAS' (concretes), and 'CONTINUAS' (continuous). The 'CONTINUAS' section is further divided into 'CONTINUA 1' through 'CONTINUA 10'.
- Right Side:** Includes 'SALIDA', 'TINTORERIA' (dyeing), 'MERCERIZADORA' (mercerizing), 'GASEADORA MADEJERA' (yarn spinning), 'ALMACEN DE CONTROL' (control warehouse), and 'AREA MUESTRAS' (sample area).
- Bottom Section:** Features 'PREPARATORIA' (preparation), 'ALMACEN DE REPUESTOS' (spare parts warehouse), 'CONTINUA 11' through 'CONTINUA 20', 'CONTINUA 21' through 'CONTINUA 30', 'CONTINUA 31' through 'CONTINUA 40', 'CONTINUA 41' through 'CONTINUA 50', 'CONTINUA 51' through 'CONTINUA 60', 'CONTINUA 61' through 'CONTINUA 70', 'CONTINUA 71' through 'CONTINUA 80', 'CONTINUA 81' through 'CONTINUA 90', 'CONTINUA 91' through 'CONTINUA 100', 'CONTINUA 101' through 'CONTINUA 110', 'CONTINUA 111' through 'CONTINUA 120', 'CONTINUA 121' through 'CONTINUA 130', 'CONTINUA 131' through 'CONTINUA 140', 'CONTINUA 141' through 'CONTINUA 150', 'CONTINUA 151' through 'CONTINUA 160', 'CONTINUA 161' through 'CONTINUA 170', 'CONTINUA 171' through 'CONTINUA 180', 'CONTINUA 181' through 'CONTINUA 190', 'CONTINUA 191' through 'CONTINUA 200', 'CONTINUA 201' through 'CONTINUA 210', 'CONTINUA 211' through 'CONTINUA 220', 'CONTINUA 221' through 'CONTINUA 230', 'CONTINUA 231' through 'CONTINUA 240', 'CONTINUA 241' through 'CONTINUA 250', 'CONTINUA 251' through 'CONTINUA 260', 'CONTINUA 261' through 'CONTINUA 270', 'CONTINUA 271' through 'CONTINUA 280', 'CONTINUA 281' through 'CONTINUA 290', 'CONTINUA 291' through 'CONTINUA 300', 'CONTINUA 301' through 'CONTINUA 310', 'CONTINUA 311' through 'CONTINUA 320', 'CONTINUA 321' through 'CONTINUA 330', 'CONTINUA 331' through 'CONTINUA 340', 'CONTINUA 341' through 'CONTINUA 350', 'CONTINUA 351' through 'CONTINUA 360', 'CONTINUA 361' through 'CONTINUA 370', 'CONTINUA 371' through 'CONTINUA 380', 'CONTINUA 381' through 'CONTINUA 390', 'CONTINUA 391' through 'CONTINUA 400', 'CONTINUA 401' through 'CONTINUA 410', 'CONTINUA 411' through 'CONTINUA 420', 'CONTINUA 421' through 'CONTINUA 430', 'CONTINUA 431' through 'CONTINUA 440', 'CONTINUA 441' through 'CONTINUA 450', 'CONTINUA 451' through 'CONTINUA 460', 'CONTINUA 461' through 'CONTINUA 470', 'CONTINUA 471' through 'CONTINUA 480', 'CONTINUA 481' through 'CONTINUA 490', 'CONTINUA 491' through 'CONTINUA 500', 'CONTINUA 501' through 'CONTINUA 510', 'CONTINUA 511' through 'CONTINUA 520', 'CONTINUA 521' through 'CONTINUA 530', 'CONTINUA 531' through 'CONTINUA 540', 'CONTINUA 541' through 'CONTINUA 550', 'CONTINUA 551' through 'CONTINUA 560', 'CONTINUA 561' through 'CONTINUA 570', 'CONTINUA 571' through 'CONTINUA 580', 'CONTINUA 581' through 'CONTINUA 590', 'CONTINUA 591' through 'CONTINUA 600', 'CONTINUA 601' through 'CONTINUA 610', 'CONTINUA 611' through 'CONTINUA 620', 'CONTINUA 621' through 'CONTINUA 630', 'CONTINUA 631' through 'CONTINUA 640', 'CONTINUA 641' through 'CONTINUA 650', 'CONTINUA 651' through 'CONTINUA 660', 'CONTINUA 661' through 'CONTINUA 670', 'CONTINUA 671' through 'CONTINUA 680', 'CONTINUA 681' through 'CONTINUA 690', 'CONTINUA 691' through 'CONTINUA 700', 'CONTINUA 701' through 'CONTINUA 710', 'CONTINUA 711' through 'CONTINUA 720', 'CONTINUA 721' through 'CONTINUA 730', 'CONTINUA 731' through 'CONTINUA 740', 'CONTINUA 741' through 'CONTINUA 750', 'CONTINUA 751' through 'CONTINUA 760', 'CONTINUA 761' through 'CONTINUA 770', 'CONTINUA 771' through 'CONTINUA 780', 'CONTINUA 781' through 'CONTINUA 790', 'CONTINUA 791' through 'CONTINUA 800', 'CONTINUA 801' through 'CONTINUA 810', 'CONTINUA 811' through 'CONTINUA 820', 'CONTINUA 821' through 'CONTINUA 830', 'CONTINUA 831' through 'CONTINUA 840', 'CONTINUA 841' through 'CONTINUA 850', 'CONTINUA 851' through 'CONTINUA 860', 'CONTINUA 861' through 'CONTINUA 870', 'CONTINUA 871' through 'CONTINUA 880', 'CONTINUA 881' through 'CONTINUA 890', 'CONTINUA 891' through 'CONTINUA 900', 'CONTINUA 901' through 'CONTINUA 910', 'CONTINUA 911' through 'CONTINUA 920', 'CONTINUA 921' through 'CONTINUA 930', 'CONTINUA 931' through 'CONTINUA 940', 'CONTINUA 941' through 'CONTINUA 950', 'CONTINUA 951' through 'CONTINUA 960', 'CONTINUA 961' through 'CONTINUA 970', 'CONTINUA 971' through 'CONTINUA 980', 'CONTINUA 981' through 'CONTINUA 990', 'CONTINUA 991' through 'CONTINUA 1000'.

90

2.3.4. SIPOC de la Gestión de Mantenimiento

A continuación, se presenta el diagrama SIPOC como una herramienta para visualizar de forma general los procesos relacionados con la gestión de mantenimiento, así como los clientes y proveedores internos que son parte de la cadena de valor. Se representa gráficamente el proceso de gestión de mantenimiento, y nos permite visualizar el proceso de una manera sencilla. El objetivo de esta representación es satisfacer al cliente interno, el área de producción, mediante la entrega de equipos reparados, confiables y listos para producir. Actualmente solo se emplea como indicador el cumplimiento de los planes de mantenimiento que vienen a ser mantenimientos tradicionales o de rutina que se ejercen sobre las máquinas.

Gráfico 2.7.: Diagrama SIPOC de la gestión actual de Mantenimiento

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

2.4. Identificación del Problema y Diagnóstico

Desde sus inicios, el proceso de Hilandería es el área de producción más relevante dentro de la empresa, ya por el hecho de contar con el mayor número de máquinas (105 de las 127 máquinas) en la planta y tener una mayor capacidad de producción de kilos de hilados de algodón al mes. Sin embargo, desde hace unos años se presentan una serie de observaciones dentro de dicha área, entre las que destaca el número de horas acumuladas por paradas no programadas en máquinas lo que afecta directamente a la disponibilidad de las mismas y al presupuesto proyectado en gastos de mantenimiento de los equipos, los cuales serán evidenciados a detalle más adelante.

Gráfico 2.8.: Capacidad instalada de Producción por área en Toneladas/Mes

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se inicia evaluando los tipos de paralizaciones con los que convive la empresa., Actualmente, se cuentan con diferentes tipos que van desde paralizaciones por personal (Ausentismos, error en operación de máquina), por materia prima (Materia prima incorrecta, error en combinaciones de fibras), paralizaciones por fallas o averías (Fallas de motores, mantenimiento correctivo mecánico, eléctrico, electrónico), y factores externos (Falta de energía eléctrica, goteras y lluvia). Para eso, se presenta un listado extraído del Sistema Logix para conocer los tipos de paralizaciones en máquina.

Figura 2.6.: Reporte de Paralizaciones en Máquina por tipo

REPORTES DE PARALIZACION POR TIPO			
APRODCOL1		12/05/2018 12:58 PM	
HPARAGEN		Pag 1 of 1	
PARALIZACION	MAQUINA: TODOS	HORAS	%
CC	CAMBIO DE CURSOR		
FC	FALTA DE CANILLAS		
AM	ABASTECIMIENTO DE MATERIAL		
AOM	APOYO A OTRA MAQUINA		
CM	CAMBIO DE MATERIAL		
FSE	FALLA DEL SISTEMA ELECTRONICO		
MCE	MANT CORRECTIVO ELECTRICO		
AJM	AJUSTES MECANICOS		
ATM	ATORO DE MATERIAL		
CTR	CAMBIO DE TORSION		
FMA	FALTA DE MAZOS		
MD	MATERIAL DEFECTUOSO		
MM	MONTA MAQ/CARGA MATERIAL		
EVC	EVITAR CONTAMINACION		
FR	FALTA RODETES		
FS	FUERA DE SERVICIO		
L	LIMPIEZA		
FP	FALTA DE PERSONAL		
FT	FALTA DE TACHOS		
R	REFRIGERIO		
FM	FALTA DE MATERIAL		
MCC	MUESTRA CONTROL DE CALIDAD		
MCM	MANT CORRECTIVO MECANICO		
O	OTROS		
CT	CAMBIO DE TITULO		
ESM	ESCURRIDO DE MATERIAL		
FCO	FALTA DE COCHE		
FEL	FALTA DE ENERGIA ELECTRICA		
FLLM	FALLA DE MOTOR		
FP	FALTA DE PERSONAL		
FT	FALTA DE TACHOS		
R	REFRIGERIO		
FM	FALTA DE MATERIAL		
MCC	MUESTRA CONTROL DE CALIDAD		
MCM	MANT CORRECTIVO MECANICO		
O	OTROS		
CT	CAMBIO DE TITULO		
ESM	ESCURRIDO DE MATERIAL		
FCO	FALTA DE COCHE		
FEL	FALTA DE ENERGIA ELECTRICA		
FLLM	FALLA DE MOTOR		
FPG	FALTA DE PROGRAMACION		
M	MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
MF	MAQUINA FRIA		
PG	PARO POR GOTERA		
RMT	REALIMENTACION DE MATERIAL		
SPA	SIN PRESION DE AIRE		
Total:		*****	100.00

Fuente: Empresa

Durante el año 2017, se generaron críticas y observaciones respecto a las paralizaciones en máquina. Como se aprecia, existen diversos factores por los cuales una máquina se tuviese que parar, siendo algunos fáciles de superar como implementando procedimientos adecuados, gestionando correctamente al personal, o hasta diagnosticando adecuadamente una falla antes de que se presente. A continuación, se presenta el impacto en horas que se generando por paralización durante el año 2017.

Gráfico 2.9.: Horas por tipo de paralizaciones en máquina en el año 2017.

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

2.4.1. Análisis de las Paradas no Programadas en Máquinas

Como se menciona, una de estas observaciones es alta tasa de paradas no programadas en las máquinas dentro del proceso de Hilandería, que se encuentran asociadas a las interrupciones por fallas y averías en los equipos. Cabe indicar que, se define como paradas no programadas a las interrupciones del proceso en máquinas por fallas o averías de tipo mecánicas o eléctricas, que deban ser corregidas por medio de un mantenimiento correctivo aplicado por el personal del área de Mantenimiento de la empresa. El tiempo de inoperatividad generado por cada parada no

programada crea un elevado valor en gastos asociados a corregir la falla (Costo de mantenimiento correctivo) y a la vez genera una pérdida de eficiencia en los equipos del proceso de producción de Hilandería.

De esta manera, contar con excesivos trabajos correctivos genera dificultad para diagnosticar las causas de fallas en máquinas, y en establecer tomas de decisiones correctas para solucionar estos problemas. Además, genera que se cuente con un área reactiva de Mantenimiento, que siempre esté alerta para atender las fallas y averías que se presenten dentro de la planta. Para continuar, primero se propone evidenciar si realmente el impacto de las paradas no programadas en Hilandería es el de mayor relevancia ante la otra área de producción como lo es Tintorería. Al mismo tiempo, se detalla que zonas del área presentan una mayor tasa de dichas paradas, y así poder definir progresivamente el alcance al cual se enfoca este proyecto. Para esto, se utiliza como fuente de información la base de recopilación de paradas no programadas que se mantiene en la empresa definiendo como periodo de análisis el año 2017, la cual es alimentada con las eventualidades del día a día por los Técnicos de Mantenimiento. Se presenta un fragmento de dicha base de recopilación en el anexo 1.

Gráfico 2.10.: Total de Horas por paradas no programadas por área en el 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se observa, el área de Tintorería presenta el 24.8% del total de horas por paradas no programadas en sus equipos, equivaliendo a un total de 2,739 horas. Por otro lado, el mayor número de horas generadas por paradas no programadas durante el 2017 se presentan en el área de Hilandería, siendo en total 8,304 horas equivalentes a un 75.2% del total de horas por paralizaciones por fallas y averías en todas las maquinarias dentro de la planta de producción de la empresa. Se puede definir como primera hipótesis que implementado propuestas de mejoras dentro de esta área, específicamente en la gestión de Mantenimiento dirigida a Hilandería, permitirá reducir la tasa actual de horas por paradas no programadas y por ende reducir también el impacto económico que se genera al corregirlas.

A continuación, se presenta el detalle de horas por paradas no programadas durante el año 2017 en cada zona dentro del área de Hilandería. Cabe mencionar, que cada zona engloba una diversidad de máquinas de diferentes tipos, pero que mantienen características particulares asociadas a la denominación establecida de cada zona. El detalle de los equipos que componen cada zona se puede apreciar en la Tabla 2.3. del presente capítulo.

Tabla 2.4.: Zonas por cada área dentro de la empresa

Área	Zonas
Hilandería	Preparatoria
Hilandería	Continuas
Hilandería	Coneras
Tintorería	Tintorería Rodetes
Tintorería	Tintorería Madejas

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Gráfico 2.11.: Total de Horas por paradas no programadas en cada zona durante el 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Gráfico 2.12.: Total porcentual de Horas por paradas no programadas por zona en el 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se observa, el área de Hilandería presenta una mayor acumulación de horas por paradas no programadas, especialmente en la zona de Preparatoria con un 55.4% del total equivalente a 6,119 horas, seguida de la zona de Continuas con 2,030 horas que representan el 18.4% y por último la zona de Coneras con un total de 155 horas equivalentes al 1.4% del total. Se debe considerar que

estos valores porcentuales son en base a la suma total de horas acumuladas por paradas no programadas en ambas áreas, Tintorería e Hilandería.

2.4.1.1. Impacto económico por las Paradas no Programadas en Máquinas

Actualmente, el área más crítica en cuestión de tasa de paradas no programadas dentro de la empresa es la de Hilandería, contando con un 75.2% del total de horas acumuladas durante el periodo del 2017. A continuación, se evidencia cual es el impacto en gastos por mantenimiento correctivo ocasionados directamente por estas paradas no programadas. Para eso, se utiliza como fuente de información la base de costos de mantenimiento que mantiene la empresa, seleccionado solo la información desde enero a diciembre del 2017, de la cual se presenta un fragmento en el anexo 2.

Gráfico 2.13.: Total de gastos por mantenimiento correctivo en cada zona durante el 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se observa, se puede decir que el 72.5% (8,304 horas) de las horas paradas por fallas o averías durante el 2017 generan un gasto de 507,765.65 Soles por concepto de corregir dichos desperfectos (Mantenimiento correctivo), todo esto presentándose dentro del área de Hilandería.

Es necesario mencionar que estos montos son en base a todos los gastos asociados a subsanar las fallas presentadas, lo que significa que se consideran los costos por repuestos, suministros y servicios externos utilizados para poner operativas las máquinas paradas. Asimismo, se aprecia que la zona más crítica es la Preparatoria Hilandería generando el 58.7% del total de gastos por mantenimiento correctivo solo en este periodo. Teniendo en cuenta esto, se procede a analizar a detalle las zonas dentro del área de Hilandería, y dando énfasis en la zona de Preparatoria.

Tabla 2.5.: Total de Horas por paradas no programadas en Hilandería durante el año 2017

Área	Zonas	Horas x Paradas	% Horas	Gastos	% Gastos
Hilandería	Preparatoria	6119 horas	73.7%	S/ 372,598.43	73.4%
Hilandería	Continuas	2030 horas	24.4%	S/ 74,133.78	14.6%
Hilandería	Coneras	155 horas	1.9%	S/ 61,033.43	12.0%
Total		15330 horas	100.0%	S/ 507,765.65	100.0%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Gráfico 2.14.: Total Soles equivalentes a las horas por paradas no programadas en Hilandería durante el año 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Los gastos que se tienen en la zona de Preparatoria mantienen una relación directamente proporcional de acuerdo a la tasa de horas por paradas no programadas en esta sección. El impacto

económico generado en la zona de Coneras es cercano al formado en la zona de Continuas, a pesar de tener un menor porcentaje de representatividad en la tasa de horas por paradas no programadas. Evidentemente, existen fallas y averías que involucran una mayor inversión económica en su reparación, a pesar de no representar una significativa tasa en horas.

Los gastos por mantenimiento correctivo solo del área de Hilandería representaron aproximadamente el 80% del total invertido por la empresa durante el 2017. Actualmente, la zona más crítica en cuestión de tasa de paradas no programadas dentro de la empresa es la de Preparatoria, contando con un 55.4% del total de horas acumuladas, y representando el 73.7% de horas solo para el área de Hilandería. Asimismo, representa el 58.7% de los gastos por mantenimiento correctivo para la empresa, y el 73.4% de los gastos por este concepto para el área en cuestión. A partir de lo mencionado, se evidencia la necesidad de aplicar acciones de mejora dentro de la zona de Preparatoria Hilandería y lograr así la reducción de la tasa actual de paradas no programadas y el impacto económico generado para la empresa.

Gráfico 2.15.: Resumen de Tasa de horas por paradas no programadas y su impacto económico por área durante el año 2017.

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

2.4.2. Análisis de la Gestión de Mantenimiento en Preparatoria Hilandería

Las paradas no programadas son a causa de fallas o averías que se presentan en las máquinas de la empresa, que a la vez se generan por diversos motivos que van desde desgaste de repuestos, roturas en piezas móviles, problemas debido a mal engrase, desperfectos por falta de mantenimiento preventivo u otras causas. Este tiempo de inoperatividad en las máquinas genera una importante pérdida de producción, y a la vez, incurren en un elevado costo por subsanar las diversas paradas y poner en marcha nuevamente los equipos.

Esta tasa de horas por paradas no programadas se presenta con mayor proporción en la zona de Preparatoria Hilandería, representando el 73.7% de la tasa total para esta área y generando gastos por alrededor de 372,598.43 Soles durante el año 2017. Cabe mencionar que, esta es la zona con el mayor número de máquinas contando con 41 equipos entre Batanes, Cardas, Manuales, Reunidoras, Peinadoras y Pabileras. Es necesario analizar el comportamiento de las paradas no programadas a detalle de las máquinas en esta zona, ya sea individualmente y por familia. A continuación, se presenta la cantidad de paradas no programadas y el total de horas generadas en el año 2017 para la zona de Preparatoria Hilandería. Cabe mencionar, que se está resumiendo los nombres de las máquinas y utilizando abreviaturas para mejor visualización.

Gráfico 2.16.: Total de horas por paradas no programadas en Preparatoria durante el año 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se observa que la cantidad de horas paradas es directamente proporcional a la cantidad de máquinas con las que se cuenta por familia dentro de la zona de Preparatoria. Cabe mencionar que, solo se presentan las máquinas que tuvieron paradas por fallas o averías durante el 2017, siendo en total 33 de los 41 equipos presentes en la zona.

Tabla 2.6.: Abreviatura utilizada para cada máquina en la zona de Preparatoria Hilandería

Máquina	Abreviatura	Máquina	Abreviatura
Batan	BA	Reunidora	RE
Carda	CA	Peinadora	PE
Manuar	MA	Pabilera	PB

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Gráfico 2.17.: Número de paradas no programadas en Preparatoria Hilandería durante el 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Este número de paradas no programadas por máquina representan una tasa de horas donde el equipo se mantiene inoperativo, que se cuenta desde que el equipo detiene su producción por presencia de la falla o avería, hasta el momento de reactivarse nuevamente por medio de un trabajo de mantenimiento. Cabe mencionar, que el impacto real se aprecia en horas ya que se puede indicar el tiempo total que la maquina dejaría de producir determinado producto. De esta forma, se detalla en el siguiente gráfico la cantidad de horas que representa el total de paradas no programadas por máquina para la zona de Preparatoria Hilandería.

Gráfico 2.18.: Número de horas por paradas no programadas durante el 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se aprecia que existe una elevada cantidad de horas invertidas para corregir las fallas en los equipos dentro del zona de Preparatoria Hilandería, que bien pueden deberse por la propia complejidad de la avería presentada, demora en la atención e intervención del equipo u otras causas que se analizarán a detalle más adelante. Evidentemente, el contar con máquinas paradas requiere de una acción inmediata que es la aplicación de mantenimiento correctivo, con el fin de recuperar rápidamente la operatividad de los equipos. El recurrir a este tipo de mantenimiento involucra invertir en horas hombre, consumir repuestos y suministros, y en algunos casos solicitar servicios externos a la planta.

Esta cantidad de horas paradas afecta directamente la disponibilidad de las máquinas para producir, llegando a representar hasta un 20% en promedio de tiempo que podría estar trabajando durante un mes. Para poder sintetizar de mejor manera lo descrito, se propone calcular el indicador de disponibilidad de máquinas. Este indicador ayuda a medir el tiempo realmente productivo frente al tiempo disponible. Lo que se busca es validar el hecho de que la tasa actual de paradas por fallas y averías sea relevante para el sector textil, y específicamente para las compañías hilanderas. Este

indicador no se utiliza actualmente en la empresa, pero se cuenta con la información necesaria para su cálculo.

2.4.2.1. Análisis de la Disponibilidad de Máquinas

En primer lugar, para el cálculo de la disponibilidad de equipos es necesario contar con la cantidad de horas paradas por máquina, las mismas que deben ser por fallas o averías durante el proceso normal de producción. Asimismo, se debe contar con el tiempo total disponible luego de restar el tiempo por tareas previsibles como limpieza, refrigerios, abastecimiento de material, cambios de formatos, etc. La diferencia entre el tiempo total disponible por máquinas y el tiempo por paradas no programadas ayuda a calcular el grado porcentual de disponibilidad de cada equipo y muestra el tiempo total operativo para este.

A continuación, se presenta la disponibilidad de las máquinas dentro de la zona de Preparatoria del área de Hilandería, en donde se aprecia una oportunidad de mejora tanto para cada familia de equipos, como también para recuperar capacidad en cada uno de ellos. Se debe tener en cuenta que las máquinas no presentes en la lista no tuvieron paradas por fallas y averías dentro del periodo del 2017, y por ende obtuvieron un indicador de disponibilidad máximo.

Tabla 2.7.: Indicador de disponibilidad promedio por familia de máquinas en Preparatoria

Familia	Disponibilidad
Batanes	95.27%
Cardas	94.75%
Manuales	98.15%
Reunidora	95.94%
Peinadoras	96.22%
Pabileras	97.86%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 2.8.: Indicador de disponibilidad por máquina en Preparatoria durante el año 2017

Máquina	Disponibilidad	Máquina	Disponibilidad
BA 01	96.18%	CA 16	97.73%
BA 03	94.35%	CA 17	94.37%
CA 01	94.94%	MA 01	99.22%
CA 02	93.02%	MA 02	99.87%
CA 03	96.86%	MA 03	99.43%
CA 04	99.04%	MA 04	97.91%
CA 05	99.06%	MA 05	96.93%
CA 06	94.96%	MA 06	96.29%
CA 07	90.30%	MA 07	97.43%
CA 08	96.40%	RE 02	95.94%
CA 09	93.76%	PE 01	96.99%
CA 10	95.31%	PE 02	95.27%
CA 11	93.04%	PE 03	96.40%
CA 12	95.94%	PB 06	97.78%
CA 13	91.10%	PB 07	98.02%
CA 14	94.46%	PB 08	97.78%
CA 15	90.47%		

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Inicialmente, se presenta la disponibilidad de máquinas por familia que se basa en el promedio de los indicadores para todos los equipos pertenecientes a cada familia. Luego, se muestra la disponibilidad por cada máquina de la zona de Preparatoria Hilandería considerando los datos del periodo del año 2017. Se procede a resaltar las máquinas con menor porcentaje de disponibilidad con las que actualmente cuenta la empresa. Seguidamente, se presenta un gráfico detallando las máquinas con su respectiva disponibilidad dentro de la zona de Preparatoria Hilandería.

Gráfico 2.19.: Indicador de disponibilidad de máquinas de Preparatoria Hilandería en el año 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se aprecia que hay equipos que cuenta con una disponibilidad baja que llega hasta el 90%, esto claramente debido a la tasa de paradas por fallas y averías presente durante el año 2017. Otro dato resaltante es que más de la mitad de los equipos de la familia Cardas presenta una disponibilidad menor a 95%.

2.4.2.2. Análisis de los Costos de Mantenimiento para la Zona de Preparatoria Hilandería

La empresa cuenta con un área de Mantenimiento, conformado por personal especializado que pueda cumplir con las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo cuando se presenten. Además, el área cuenta con un almacén de repuestos y suministros que se encarga de gestionar las compras y reposiciones necesarias para cada nuevo requerimiento. Actualmente, el área maneja en dentro de presupuesto dos centros de costos los cuales son los Costos por Mantenimiento Preventivo y los Costos por Mantenimiento Correctivo. Se procede a presentar el comportamiento de estos aplicados para la zona de Preparatoria en el área de Hilandería.

Gráfico 2.20.: Estructuración de los costos por mantenimiento para la zona de Preparatoria Hilandería durante el año 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se observa, se presentan los gastos asociados a las labores mantenimientos correctivos y preventivos en la zona de Preparatoria Hilandería durante el año 2017. Los costos asociados al mantenimiento correctivo ascienden a S/. 372,598.43, y equivalieron al 80.9% de todos los costos para ese año. Cabe mencionar que estos montos son del costo relacionado por el consumo o compra de repuestos, suministros y servicios externos utilizados para actuar antes las fallas y averías presentadas. Además, los gastos por mantenimiento correctivo se están incrementando en relación directa por las paradas no programadas de cada máquina. También, se conoce que por objetivos del área y de la compañía los gastos por mantenimiento correctivo y de emergencia deben representar un 20% de los gastos totales del área. Sin embargo, este comportamiento difiere de la realidad actual de la planta.

Gráfico 2.21.: Costo mensual por tipo de mantenimiento durante el 2017 – Miles S/.

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se puede observar que los costos por mantenimiento correctivo superan a los de mantenimiento preventivo mes a mes, solo al finalizar cada semestre (Junio y Diciembre) se presenta una mayor inversión en los costos por mantenimiento preventivo, esto ya por el hecho de que se trabaja bajo un sistema de mantenimiento tradicional que se rige en la necesidad de aplicar trabajos preventivos

integrales al menos dos veces al año, y dejando de considerar su importancia de aplicación durante todo el año para este tipo de máquinas. A continuación, se presenta el comportamiento de cada tipo de costo (Consumo de repuestos y suministros, y requerimiento de servicios externos) en relación a los invertido en mantenimiento correctivo por la empresa durante el año 2017 para la zona de Preparatoria Hilandería.

Gráfico 2.22.: Costo mensual por tipo de inversión en mantenimiento correctivo – Miles S/.

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Para el caso de los costos relacionados a los repuestos y suministros empleados, el gráfico se basa en el valor monetario invertido para obtener en el almacén cada uno de estos. Cabe indicar, que el almacén cuenta con repuestos y suministros necesarios de uso recurrente, pero para lo observado en el gráfico se está considerando el costo en base al consumo o retiro de almacén mes a mes. Para el caso de los servicios externos requeridos para subsanar las paradas por mantenimiento correctivo tenemos entre los más frecuentes los rebobinados de motores, mecanizado de piezas, reparación de tarjetas, rectificado de piezas, etc.

De igual modo, se presenta como se comportaron los costos por mantenimiento correctivo de acuerdo a cada familia de máquinas dentro de la zona de Preparatoria Hilandería durante el año 2017.

Gráfico 2.23.: Costo de mantenimiento correctivo por familia de máquinas durante el 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se observa que el comportamiento en costos por mantenimiento correctivo es proporcional a las horas por paradas no programadas dentro de cada familia de máquina, y a la vez equitativo a la cantidad de equipos que se cuenta por cada tipo de familia, siendo el más resaltante las Cardas con el 53.2% del valor total en costos y contando con 17 de las 33 máquinas que presentan paradas no programadas para el periodo de tiempo en evaluación. Por último, podemos resumir lo descrito anteriormente en la siguiente tabla y gráfico.

Tabla 2.9.: Indicador de disponibilidad promedio por familia de máquinas en Preparatoria

Zona / Área	Familia	Costos Mtto. Co	% Gastos	Hrs Paradas	% Horas
Preparatoria Hilandería	Batanes	S/ 46,574.80	12.5%	434	7.1%
	Cardas	S/ 198,222.37	53.2%	4091	66.9%
	Manuares	S/ 20,120.32	5.4%	593	9.7%
	Reunidora	S/ 14,158.74	3.8%	102	1.7%
	Peinadoras	S/ 36,142.05	9.7%	358	5.9%
	Pabileras	S/ 57,380.16	15.4%	541	8.8%
	Total	S/ 372,598.43	100.00%	6119	100%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Gráfico 2.24.: Costo de mantenimiento correctivo por familia de máquinas durante el 2017

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

En resumen, las paradas no programadas por fallas o averías conllevan a realizar mantenimientos correctivos dentro de la Planta, afectando directamente las tareas de la zona de Preparatoria del área de Hilandería y desembocando en costos elevados para corregirlas. Se puede concluir indicando que se cuenta con una tasa elevada de horas paradas en máquinas, lo que involucra de igual forma un elevado número de horas de intervención en los equipos, afectando la disponibilidad de los mismos y a la vez generando altos costos del área de Mantenimiento por reparaciones de estas fallas no esperadas. Por estas razones, se considera relevante el hecho evaluar las causas que originan estas paradas no programadas y en base a lo hallado plantear una propuesta de mejora dentro de dicha área con el objetivo de reducir los costos asociados a subsanar las paradas de máquinas, con el fin de contar con una adecuada gestión y planes estratégicos del área de Mantenimiento acorde a las necesidades de los clientes internos.

2.4.3. Análisis de las Causas

En primera instancia, se propone identificar las familias de máquinas y detallar cuales presentan una disponibilidad menor respecto a las demás. En otras palabras, se busca identificar porque existen máquinas con menor disponibilidad en comparación de sus semejantes, esto se realiza promediando los porcentajes de disponibilidad por familia de máquinas, y en base a ese promedio identificar cuáles y cuantos equipos se encuentran por debajo de la media. Partiendo de este punto, se puede iniciar con un análisis de las causas que generan que dichos equipos se encuentren por debajo del promedio de disponibilidad, teniendo en cuenta que las máquinas que hay por familia mantienen las mismas características unas de otras, y cuentan las mismas especificaciones técnicas para poder ser tratadas de igual manera.

Tabla 2.10.: Comportamiento de la disponibilidad de Batanes en el año 2017

Máquina	Disponibilidad
BA 01	96.18%
Promedio	95.27%
BA 03	94.35%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 2.11.: Comportamiento de la disponibilidad de Cardas en el año 2017

Máquina	Disponibilidad
CA 05	99.06%
CA 04	99.04%
CA 16	97.73%
CA 03	96.86%
CA 08	96.40%
CA 12	95.94%
CA 10	95.31%
CA 06	94.96%
CA 01	94.94%
Promedio	94.75%
CA 14	94.46%
CA 17	94.37%
CA 09	93.76%
CA 11	93.04%
CA 02	93.02%
CA 13	91.10%
CA 15	90.47%
CA 07	90.30%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 2.12.: Comportamiento de la disponibilidad de Manuares en el año 2017

Máquina	Disponibilidad
MA 02	99.87%
MA 03	99.43%
MA 01	99.22%
Promedio	98.15%
MA 04	97.91%
MA 07	97.43%
MA 05	96.93%
MA 06	96.29%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 2.13.: Comportamiento de la disponibilidad de Peinadoras en el año 2017

Máquina	Disponibilidad
PE 03	98.02%
PE 02	97.78%
Promedio	97.40%
PE 01	96.40%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 2.14.: Comportamiento de la disponibilidad de Pabileras en el año 2017

Máquina	Disponibilidad
PB 07	96.99%
Promedio	96.07%
PB 08	95.27%
PB 06	95.94%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como primera conclusión se tiene que aproximadamente el 50% de las máquinas por cada familia se encuentra por debajo del promedio de disponibilidad total, dejando claro que hay una oportunidad de mejora en este caso y se debe buscar las alternativas de solución pertinentes para mejorar este indicador. Como se puede apreciar este número de equipos representa un importante porcentaje que afecta directamente a la gestión integral de todo el conjunto operativo. Siendo ésta la problemática se realiza un análisis de todas las fallas de dichas máquinas para poder encontrar una relación común en las mismas.

Como se indica, se cuenta con una base de datos alimentada por los propios Técnicos de Mantenimiento respecto a las paralizaciones por máquina, donde se detalla el tipo de motivo de la parada y su causa analizada en cada fecha determinada. Considerando las paralizaciones de las máquinas se llega a contar con un total de 6119 horas por paradas no programadas para la zona de Preparatoria Hilandería durante el año 2017.

Se inicia el análisis con el diagrama causa – efecto para poder dar una primera impresión de cómo se van evidenciando las causas principales dentro de la problemática actual.

Gráfico 2.25.: Diagrama Ishikawa Causa-Efecto de la problemática actual

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Entre las causas presentadas se muestra la ausencia de planes de mantenimiento acorde a las necesidades actuales de la planta, falta de control y gestión dentro del área de Mantenimiento como supervisión de personal, procedimientos definidos y uso de indicadores; por último, se evidencia la necesidad de orden y limpieza en el área para ubicación de herramientas y manuales. Las causas descritas están afectando directamente a las horas en la que una máquina está parada, y no solo por el hecho de la dificultad de corrección de la falla, sino por factores propios como la adecuada intervención al equipo, falta de estandarización en las tareas de mantenimiento, y velocidad de los técnicos en diagnosticar las causas que originarían la avería presentada.

Claramente, se cuenta con la necesidad de aplicar acciones de mejora dentro del área en estudio y a la vez en su gestión actual, ya que en los últimos años se ha vuelto reactiva a los constantes problemas por fallas y averías que se presentan en las máquinas, sobre todo en la zona de

Preparatoria Hilandería. Además, requiere de un cambio de orientación y dirigir su estrategia a la aplicación de mantenimientos preventivos en máquinas para incrementar la confiabilidad de los mismos. A la vez demanda incorporar metodologías de mejora que permitan asegurar la disponibilidad prevista en las operaciones de los equipos y considerar en también actividades de orden y limpieza para facilitar la preparación ante la presencia de cualquier nueva falla que pueda darse en máquinas.

Posteriormente, se analiza los datos por paralizaciones y se presenta la repetitividad de causas presentadas para las horas de paralización que se presentaron durante el año 2017. Al contar con la mayor presencia de causas raíces dentro de las paradas no programadas se puede definir acciones de mejora específicas para actuar ante la situación actual de la gestión de mantenimiento para la zona de Preparatoria Hilandería. Al contar con esta información se puede sintetizar lo descrito mediante el diagrama de análisis de árbol del problema actual.

Gráfico 2.26.: Diagrama de Análisis de Árbol de la problemática actual

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 2.15.: Representatividad de causas de las paradas no programadas en las máquinas durante el año 2017

Causas raíces de paradas no programadas	Nº horas relacionadas	%
Descuido en cumplimiento del plan de Mtto. preventivo	1257.5	20.55%
Ausencia de mantenimiento preventivo planificado	928.3	15.17%
Demora en diagnóstico de paralización	574.0	9.38%
Falta de limpieza interna de máquinas	527.5	8.62%
Falta de procedimiento de intervención de máquinas	502.4	8.21%
Falta de lubricación de equipos	460.8	7.53%
Demora en ubicación de manuales de máquinas	348.2	5.69%
Demora en atención por herramientas desordenadas	313.9	5.13%
Falta de herramientas	309.0	5.05%
Demora por falta de relevo de información entre turnos	285.8	4.67%
Demora por adaptación de personal nuevo	231.9	3.79%
Vida útil de los repuestos cumplida	202.6	3.31%
Demora en llegada de repuestos	131.0	2.14%
Demora del servicio externo	32.4	0.53%
Factores externos (Cortes eléctricos / Lluvia)	14.1	0.23%
Total	6119.4	100.00%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se observa que la causa de fallas con mayor predominio son las que están relacionadas a mantener y respetar planes de mantenimiento preventivo, representando más de la tercera parte (35.7%) de las horas por paralizaciones durante el año 2017. Asimismo, se podría considerar el aumento de este porcentaje tomando en cuenta la falta de planes de limpieza y lubricación en máquinas, que vienen siendo parte de la prevención en los equipos. También, se resalta la falta de procedimientos para intervenir máquinas al momento de ocasionarse una falla y como iniciar dependiendo del tipo de avería generada, por otro lado, se presenta la falta de orden y limpieza en el área para ubicación de herramientas y manuales de máquinas que generan el incremento en el plazo de intervención

en los equipos. Estas causas se asocian directamente con la gestión que se viene realizando en el área.

Tabla 2.16.: Causas de las paradas no programadas y abreviatura designada

Causas raíces de paradas no programadas	Causa
Descuido en cumplimiento del plan de Mto. preventivo	C-1
Ausencia de mantenimiento preventivo planificado	C-2
Demora en diagnóstico de paralización	C-3
Falta de limpieza interna de máquinas	C-4
Falta de procedimiento de intervención de máquinas	C-5
Falta de lubricación de equipos	C-6
Demora en ubicación de manuales de máquinas	C-7
Demora en atención por herramientas desordenadas	C-8
Falta de herramientas	C-9
Demora por falta de relevo de información entre turnos	C-10
Demora por adaptación de personal nuevo	C-11
Vida útil de los repuestos cumplida	C-12
Demora en llegada de repuestos	C-13
Demora del servicio externo	C-14
Factores externos (Cortes eléctricos / Lluvia)	C-15

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Gráfico 2.27.: Diagrama de Pareto de las causas identificadas

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

A partir del análisis de Pareto, se puede determinar las causas principales que presenta mayor impacto negativo en el problema principal. Tenemos que 8 de las 15 causas raíces representan el 80% de las razones por las que se cuenta con un alto número de horas por paradas no programadas durante el año 2017. Además, alrededor del 52% de causas se asocian a la falta de aplicación y planificación de mantenimiento preventivo en los equipos, considerando también como tareas de mantenimiento a la limpieza y lubricación de las máquinas.

2.4.4. Diagnóstico del problema y formulación de hipótesis

La empresa en estudio viene gastando un promedio de S/. 370,000 al año por costos de mantenimiento correctivo para dar solución a las fallas que se presentan en las máquinas, las cuales generan alrededor de 6,119 horas en paralizaciones para la zona de Preparatoria Hilandería y afectan directamente a la disponibilidad de los equipos. Durante los últimos 12 meses, la disponibilidad en máquinas ha disminuido hasta llegar a ser de 90% para ciertos equipos.

Esta baja disponibilidad se debe a la presencia de fallas mecánicas y eléctricas en las máquinas, generándose primordialmente por la ausencia de mantenimiento preventivos debido a la falta de planificación o descuido en el cumplimiento, y por desgaste de repuestos al cumplir su vida útil. Asimismo, los tiempos excesivos en atención por mantenimiento afectan a la disponibilidad, y se ocasionan por demoras en la intervención de los equipos debido a la falta de procedimientos y control del personal, demoras por ubicación de herramientas y manuales, y demoras en llegada de repuestos y atención de servicios externos.

En síntesis, la disponibilidad actual de las máquinas en la zona de Preparatoria Hilandería de la empresa viene afectada debido a la presencia de fallas y averías en los equipos, y a la poca

velocidad de respuesta en su atención por parte del área de Mantenimiento, generando un impacto económico significativo y un elevado número de horas en paralizaciones. Lo que se plantea es solucionar este problema mediante el diseño, desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la metodología TPM permitiendo asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos mediante la aplicación de los conceptos de prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de los miembros del área y de los clientes internos. Asimismo, se propone desarrollar e implementar la metodología 5S para ayudar a corregir las demoras al ubicar los manuales de máquinas y herramientas a emplear, y mejoren la perspectiva de taller del mantenimiento; cabe mencionar que esta metodología es base de la implementación del TPM, por lo que agregará valor al desarrollo de la propuesta de solución principal.

En conclusión, el objetivo del proyecto es mejorar la disponibilidad de las máquinas mediante la reducción de presencia de fallas y optimizando los tiempos demandados para corregir estas eventualidades. Asimismo, se busca mantener el orden y limpieza en el área y durante la ejecución de actividades de mantenimiento. Para eso se plantea implementar un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la metodología TPM y en la aplicación de las 5S dentro del área.

Gráfico 2.28.: Diagrama del diagnóstico del problema

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO DE PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La competitividad es vital para considerarse como una empresa líder. Es por ello, que las compañías necesitan adaptar metodologías que les permitan incrementar su productividad y optimizar de sus procesos. Las causas raíces encontradas en el capítulo anterior requieren de una solución integral en la gestión del área de Mantenimiento, que tenga como un objetivo central la reducción del número de horas por paradas no programadas y que genere como consecuencia la reducción de los recursos invertidos por mantenimientos correctivos en la zona de Preparatoria Hilandería. En este sentido, en el tercer capítulo de este proyecto se evalúan las posibles metodologías de solución para la problemática actual, y se opta por desarrollar un nuevo Sistema de Gestión de Mantenimiento que involucre la aplicación de la metodología TPM adaptándola a la necesidad actual de la zona de Preparatoria Hilandería. Asimismo, se desarrolla la propuesta de solución enfocadas en la implementación de los primeros cinco pilares del TPM y aplicando las 5S como base de esta solución. Además, se presentan los costos y beneficios asociados a la implementación de esta metodología, y se concluye definiendo el cronograma de implementación de la propuesta dentro de la empresa en estudio.

3.1. Evaluación de alternativas de metodología a aplicar

En el capítulo anterior se concluye que es necesario mejorar el Sistema de Gestión de Mantenimiento actual que se usa en la zona de Preparatoria Hilandería. Cabe mencionar, que se considera trabajar en esta sección de la empresa por el hecho de representar el mayor impacto

económico y de horas de paralizaciones con las que se convive actualmente. De este modo, se define como alcance el desarrollar una metodología para el área de Mantenimiento que priorice la mejora en la disponibilidad de máquinas de la zona de Preparatoria Hilandería, y que reduzca el número de horas por paralizaciones y el impacto económico generado por corregir estas paradas.

Como se indica, se plantea desarrollar la metodología TPM como solución al problema encontrado, sin embargo, sería importante demostrar si esta decisión es correcta. Para eso, se propone evaluar las posibles alternativas de solución que puedan aplicarse para el problema actual de la empresa. A continuación, se procede a analizar y comparar tres metodologías de solución las cuales son el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y el Mantenimiento basado en la Eficiencia (ECM). Primero, se presenta las ventajas y desventajas de aplicación de cada una de estas metodologías, para posteriormente iniciar su evaluación.

Tabla 3.1.: Comparación entre las diferentes metodologías de mejora en Mantenimiento

Metodología	Ventajas	Desventajas
TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la productividad - Reducción de paradas - Reducción de costos de mantenimiento - Mejora en la calidad de los procesos y productos 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto a largo plazo - Necesidad de Cambio de cultura organizacional - Costos inicial alto, pero bajo a largo plazo
RCM	<ul style="list-style-type: none"> - Menor tiempo muerto en los equipos - Aumento del conocimiento técnico de los activos críticos de la planta - Reducción de los costos por reparaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto a mediano plazo - Necesidad de personal altamente calificado - Necesidad de un experto en la metodología - Necesidad de instrumentos de diagnostico
ECM	<ul style="list-style-type: none"> - Incorpora ciertos conceptos de RCM y TPM - Mantenibilidad de equipos - Involucra alta participación del personal - Desarrollo de estrategias de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto a largo plazo - Mayor enfoque en servicio al cliente - Se rige mayormente en la persona que en la necesidad operativa

Fuente: Pun 2010: 46.

3.1.1. Criterios de selección y resultados

Se procede a evaluar las metodologías mediante el proceso de jerarquía analítica o matriz AHP definiendo inicialmente los criterios de selección a utilizar. Cabe mencionar que, estos criterios van de acuerdo a lo que se busca con la solución del problema.

Tabla 3.2.: Criterios de evaluación y abreviatura asignada

Criterios	Abrev.
Eficiencia y Disponibilidad en máquinas	Ef. Máq.
Costo de Implementación	Cost. Imp.
Competencias del personal	Com. Per.
Tiempo de Implementación	Ti. Imp.

Fuente: Elaboración Propia

En la elaboración de la tabla, se decidirá que elemento es más importante que el otro al compararlo, por lo que para facilitar la decisión se hace uso de la siguiente tabla de ponderación.

Tabla 3.3.: Valorización ponderada para evaluación de criterios

Criterio	Valorización	Criterio	Puntaje
A	es igual de importante que	B	1
	es medianamente más importante que		2
	es más importante que		3
	es mucho más importante que		5

Fuente: Elaboración Propia

La matriz AHP compara parejas de opciones, es decir, cada valor de la fila es dividido entre cada valor de la columna, por lo que en los casos que se comparten valores iguales el valor asignado será igual a 1. Luego de realizar la matriz, se procede a comparar cada criterio de la columna contra los criterios de cada fila y viceversa. Por ejemplo, se debe preguntar si la Eficiencia y disponibilidad de máquinas es más importante que los costos de implementación de la metodología, una vez obtenida la respuesta se procede a asignar un puntaje de valorización respecto a la tabla 3.3. Cabe mencionar que, si inicialmente se obtiene que el valor de la fila es superior de la columna, se debe colocar la inversa del puntaje de valorización. Por último, se procede a sumar los valores obtenidos por cada fila.

Tabla 3.4.: Comparación y análisis criterios de evaluación

AHP	Ef. Máq.	Cost. Imp.	Com. Per.	Ti. Imp.	Suma
Ef. Máq.	1	0.33	0.2	0.2	1.73
Cost. Imp.	3	1	0.5	0.33	4.83
Com. Per.	5	2	1	0.33	8.33
Ti. Imp.	5	3	3	1	12

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos de la tabla se procede a elaborar la matriz de normalización, para lo cual se divide los valores de cada celda, entre el valor de la sumatoria de la fila respectiva. Finalmente, se toma el promedio de la suma de los valores de las columnas y se coloca en una nueva fila. La última fila de la matriz de normalización corresponde a los pesos que se asignaran a cada criterio, es decir, el criterio de eficiencia y disponibilidad en máquinas tiene un peso de 55%, mientras el criterio de

tiempo de la implementación tiene un 8%. Una vez que se ha determinado los pesos de cada criterio, se procede a armar la tabla de evaluación de las diferentes metodologías de mantenimiento.

Tabla 3.5.: Matriz de normalización de criterios de evaluación

AHP	Ef. Máq.	Cost. Imp.	Com. Per.	Ti. Imp.
Ef. Máq.	0.58	0.19	0.12	0.12
Cost. Imp.	0.62	0.21	0.10	0.07
Com. Per.	0.60	0.24	0.12	0.04
Ti. Imp.	0.42	0.25	0.25	0.08
Promedio	55%	22%	15%	8%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.6.: Evaluación de alternativas de solución

AHP		TPM		RCM		ECM	
Criterios	Peso	Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado
Ef. Máq.	55%	5	2.77	4	2.22	4	2.22
Cost. Imp.	22%	3	0.67	4	0.89	3	0.67
Com. Per.	15%	5	0.74	4	0.59	4	0.59
Ti. Imp.	8%	3	0.23	5	0.38	4	0.31
Total		4.40		4.08		3.78	

Importancia	(+)	5	4	3	2	1	(-)
-------------	-----	---	---	---	---	---	-----

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.6. se han asignado pesos a los diferentes factores de importancia de la alternativa de solución de acuerdo a los pesos determinados con la matriz AHP, a cada alternativa se le asigna un puntaje tomando como base la información de la tabla de comparación de las diferentes técnicas de mantenimiento, los puntajes van de 1 a 5, siendo el mayor valor un mejor desempeño. Asimismo, se pondera cada puntaje asignado con el peso obtenido por criterio de la matriz de normalización. Una vez obtenidos todos los valores por metodología se realiza una suma final de estos pesos ponderados y se selecciona la que obtenga un valor mayor comparado entre todas las propuestas.

La tabla muestra que la mejor metodología de solución para el problema planteado es el TPM, al contar con mayor puntaje que las otras metodologías de mantenimiento, por lo que se valida que la decisión inicial fue correcta. Asimismo, la metodología RCM no está tan alejada del valor obtenido por TPM por lo que se decide más adelante evaluar algunas herramientas de esta metodología para validar su efectividad de utilización en el proyecto.

3.1.2. Objetivos generales y específicos del proyecto

En base a la propuesta de solución definida se procede a establecer objetivos generales y específicos para lograr con éxito el desarrollo de la metodología y su futura puesta en marcha mediante una prueba piloto.

Objetivo general:

- Incrementar el indicador de disponibilidad de las máquinas de la zona de Preparatoria Hilandería logrando elevarlo por encima del promedio estándar definido por cada familia,

mediante la aplicación de la metodología TPM para mejorar los procesos del área de Mantenimiento en la empresa.

Objetivos específicos:

- Diseñar y desarrollar un nuevo Sistema de Gestión de Mantenimiento orientado a lograr una mayor disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y equipos de planta en base a la metodología TPM.
- Definir la estrategia y objetivos del nuevo Sistema de Gestión de Mantenimiento a implementar y desarrollar las actividades preliminares a la aplicación de la metodología TPM.
- Aplicar y desarrollar la metodología 5S en el área de Mantenimiento que engloba el Taller de Mantenimiento y Almacén de Repuestos, para mejorar el orden y limpieza de cada zona mencionada y reducir el tiempo de ubicación de herramientas, suministros y manuales de equipos.
- Desarrollar los pilares de la metodología TPM seleccionados a aplicar dentro de la gestión de mantenimiento de la zona de Preparatoria Hilandería. Definir los indicadores de gestión propuestos para la implementación en el área de Mantenimiento.
- Evaluar los costos y beneficios del desarrollo e implementación de los pilares de la metodología TPM seleccionados, y definir un cronograma de implementación.

Se procede con el desarrollo de la propuesta de solución anteriormente mencionada y la verificación del cumplimiento de los objetivos planteados. Es importante considerar que parte de las propuestas implica contar con personal especializado para llevar el control y seguimiento de las actividades definidas en el Sistema de Gestión de Mantenimiento y a la vez contar con personal competente y capacitado para atender a cualquier intervención de máquinas.

3.2. Desarrollo inicial del Sistema de Gestión de Mantenimiento

Se propone iniciar el desarrollo con una previa definición de la nueva estrategia y objetivos a utilizar por el área de Mantenimiento, ya que al conocer la problemática actual con la que cuenta el área con respecto a su gestión dentro de la zona de Preparatoria Hilandería, sería adecuado mejorar la objetividad y orientación del área y los miembros de su equipo. Asimismo, se plantea realizar un levantamiento de información respecto las máquinas y las especificaciones técnicas con las que trabajan actualmente, para así utilizar dicha información como base para las propuestas de solución y facilitar la adaptación de la metodología con el personal.

3.2.1. Estrategia y Objetivos del área de Mantenimiento

Como se menciona, es necesario definir una estrategia y objetivos a corto y largo plazo en el área de Mantenimiento, para que se pueda trabajar bajo un enfoque más aterrizado a la realidad actual por la que pasa la empresa. A continuación, se presenta la misión y visión del área, la cual fue validada con el jefe del área y los supervisores encargados.

Misión del área de Mantenimiento:

- Ser el área de Mantenimiento que provea de una adecuada confiabilidad de operación de las máquinas y equipos de Producción, dirigiendo un equipo humano competitivo, capacitado y motivado en buenas prácticas de Mantenimiento para efectuar las tareas de trabajo en tiempos óptimos e involucrando costos razonables en cada intervención.

Visión del área de Mantenimiento:

- Consolidarse como un área de Mantenimiento totalmente eficiente ejerciendo una supervisión y control continuo de la operatividad de las máquinas y equipos en planta.

Teniendo la misión y visión del área definidas se propone trabajar bajo una serie de objetivos planteados para el área y en base a las necesidades de las áreas de producción, área administrativa y área contable. Se definen diez objetivos iniciales con los que trabajará el área y los cuales están asociados a el ámbito financiero, clientes internos, procesos y personal del área. De igual forma, estos objetivos fueron validados por el jefe y supervisores de Mantenimiento, y compartidos con todos los miembros del área.

Tabla 3.7.: Objetivos propuestos para el área de Mantenimiento

Objetivos del área de Mantenimiento	
Financieros	Reducir los costos de mantenimiento
Clientes	Aumentar la satisfacción del cliente interno
	Aumentar la satisfacción del cliente externo
Procesos	Aumentar eficiencia operativa
	Aumentar la eficiencia del Mantenimiento Preventivo
	Reducir los tiempos de paradas en máquinas
	Disminuir frecuencia de fallas en máquinas
Personal	Aumentar la competitividad del personal
	Elevar el clima laboral dentro del área
	Delegar y cumplir las responsabilidades

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se observa que lo propuesto mantiene relación directa con las necesidades actuales del área de Mantenimiento. Asimismo, los objetivos mencionados serán medibles, en el sentido de implementar indicadores que puedan dar fe de lo que se busca con cada uno de ellos. Se debe considerar que existen objetivos cualitativos o subjetivos, los cuales van relacionados de igual forma con todos los indicadores implementados, y por efecto se llegarán a cumplir si se llega a lo establecido como resultado favorable de cada indicador.

3.2.2. Nueva codificación de máquinas

La siguiente propuesta inicial es la nueva codificación de las máquinas en la zona de Preparatoria Hilandería. Como se aprecia en el diagnóstico del problema, existen máquinas que inician su numeración por familia de manera desordenada. Un ejemplo es el caso de la numeración para las Pabileras, lo cual induciría a considerar que la empresa cuenta con ocho máquinas de esta familia, sin embargo, solo es el número correlativo de acuerdo a la llegada de las máquinas a la empresa. Es importante mencionar que para este caso las máquinas que no se presentan ya fueron dadas de baja por obsolescencia o por venta. En el anexo 3 se presenta un listado de las máquinas en la zona de Preparatoria Hilandería y su respectiva numeración actual.

Tabla 3.8.: Extracto de listado de máquinas de la zona de Preparatoria Hilandería

Área	Zona	Familia	Máquina
Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 01
Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 03
Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 06
Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 07
Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 08

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

El objetivo de reestructurar la numeración en máquinas es poder sintetizar la información de una forma más ordenada, tanto para los operadores de máquina, supervisores y jefatura del área de Hilandería, asimismo, facilitar la identificación al área de Mantenimiento. Esta propuesta es fundamental para la identificación y ubicación de los equipos de manera más rápida, ya sea a través del software o de documentos de uso diario como ordenes de mantenimiento, requerimientos de repuestos, etc. Se propone enumerar las máquinas de manera correlativa, iniciando desde una de

Zona Preparatoria Hilandería

Tabla 3.9.: Numeración propuesta para las máquinas en la zona de Preparatoria Hilandería

Área	Zona	Familia	Máquina	Nro. Planta
Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 01	B-1
Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 03	B-2
Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 06	P-1
Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 07	P-2
Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 08	P-3

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Actualmente, es difícil identificar la numeración asignada a cada máquina. En algunos casos, solo se cuenta con el número de máquina resaltada con plumón con se aprecia en la figura 3.2. Lo que se busca es facilitar la identificación utilizando una codificación fácil de visualizar y de reconocer desde cualquier punto de la zona Preparatoria.

Figura 3.2.: Numeración utilizada en máquinas de la zona de Preparatoria Hilandería

Fuente: Empresa

Es importante mencionar que, el cambio de numeración involucra la necesidad de realizar el cambio en los activos fijos y afectaría directamente al historial que maneja el área contable. Es por eso que, se coordinó con el área de Contabilidad para apoyar en lo que fuese necesario respecto a levantamiento de información, y así no afectar los datos contables y los historiales de activos fijos que maneja la empresa

Considerando la necesidad de una mejor apreciación del número asignado en cada máquina, se procedió a colocar los nuevos códigos máquina por máquina; a continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Figura 3.3.: Implementación de nueva numeración de máquinas en Preparatoria Hilandería

Fuente: Empresa

Figura 3.4.: Nueva numeración en Cardas de rollos Preparatoria Hilandería

Fuente: Empresa

Figura 3.5.: Nueva numeración en Cardas C4 Preparatoria Hilandería

Fuente: Empresa

De igual forma, se requiere definir una nueva codificación para el Sistema Logix de la empresa.

Para esto se propone utilizar una serie de criterios de acuerdo a la ubicación del equipo, área y

zona de pertenencia, y familia asignada. Estos criterios están en función de los requerimientos que propone el Sistema mencionado, los cuales deberán ser difundidos a los equipos de Producción, Mantenimiento, Administración y Contabilidad dentro de la empresa.

Este paso forma parte de uno de los criterios del TPM para el registro de los equipos, concepto que debe aplicarse de manera particular de acuerdo a la necesidad del usuario. A que tener en cuenta que esta propuesta de codificación será utilizada como base en el desarrollo de la propuesta de implementación del TPM, sobre todo en el desarrollo de los Pilares seleccionados para el caso en estudio.

Figura 3.6.: Codificación propuesta para la zona de Preparatoria Hilandería

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Asimismo, en el anexo 4 se presenta la codificación asignada a cada máquina respecto los criterios presentados anteriormente. En la tabla 3.10. se muestra un extracto de lo mencionado respecto la nueva codificación asignada por máquina.

Tabla 3.10.: Extracto de nueva codificación de máquinas de la zona de Preparatoria Hilandería

Área	Zona	Familia	Máquina	Nro. Planta	Código Mtto
Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 01	B-1	LC-H-P-H-B-1
Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 03	B-2	LC-H-P-H-B-2
Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 01	C-1	LC-H-P-H-C-1
Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 02	C-2	LC-H-P-H-C-2

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Lo presentado anteriormente sirve como base para el desarrollo de los pilares seleccionados y también como requisito previo para la implementación del nuevo Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la metodología TPM.

3.3. Desarrollo de implementación de TPM en Preparatoria Hilandería

El objetivo de la presente propuesta de mejora es elevar la disponibilidad de los equipos que conforman el proceso de Preparatoria Hilandería, por lo que el TPM es la filosofía de trabajo acorde para esta situación y para unificar criterios entre Mantenimiento, Producción y la dirección de planta. Cabe mencionar que, se tuvo que justificar la selección de la metodología evaluando los diferentes criterios como la probabilidad de éxito, riesgos, factibilidad, y sobre todo la participación del personal y trabajo en equipo.

La implementación del TPM se desarrolla en doce pasos. Sin embargo, para la propuesta planteada se requiere implementar los primeros ocho pasos en los cuales se contempla el uso de los cinco primeros pilares del TPM, los cuales serán desarrollados y definidos más adelante.

3.3.1. Pasos para la implementación del TPM

Figura 3.7.: Pasos en el desarrollo de la implementación de TPM

Fuente: Villena (2017)

Luego de seleccionar el TPM como mejora alternativa para solucionar los problemas en la disponibilidad de máquinas en la zona de Preparatoria Hilandería, se propone las iniciar el desarrollo de la implantación del TPM en base a ocho pasos mencionados anteriormente, los cuales permiten asegurar el éxito del proyecto en la empresa. A continuación, se detallan los ocho pasos para la propuesta de implementación del TPM.

Paso 1: Anuncio a la Alta Dirección

El correcto desarrollo e implementación de la metodología TPM dependerá del grado de interés y determinación que pueda asignar la alta dirección, y de la cual debe partir el compromiso para mantener y hacer sostenible el desarrollo del proyecto. Para el caso en estudio, la Gerencia general de la empresa debe validar la planificación desarrollada para la implantación del TPM en la zona de Preparatoria Hilandería, con la finalidad de reducir al máximo las modificaciones a futuro, y

asegurar su compromiso respecto a los costos, tiempo y alcance requeridos para el proyecto. La alta dirección debe hacer pública la decisión de optar por la implementación de esta metodología, y debe informar a las jefaturas de la empresa mediante reuniones internas.

Paso 2: Lanzamiento de campaña de e introducción al TPM.

En este paso se procede a realizar el anuncio de la implementación de la metodología TPM en la empresa, y se comunica a todas las áreas relacionadas la importancia de este desarrollo. Asimismo, se requiere contar con el compromiso de cada área para apoyar en lo necesario para la implementación. Se debe considerar que, las jefaturas relacionadas y primordialmente los miembros del área de Mantenimiento deben cumplir con una capacitación de la filosofía TPM para conocer la importancia, definición, historia, de lo propuesto.

Para este caso, se decide por capacitar a las jefaturas de Hilandería, Control de Calidad, Mantenimiento y a los rangos medios de dichas áreas. Las capacitaciones se proponen hacerlas internamente, y engloban conceptos básicos para comprender la objetividad de la metodología TPM.

Paso3: Formación de los organismos internos de promoción del TPM

Para asegurar el éxito de la implementación y desarrollo del TPM se deben definir organismos internos que apoyen el cumplimiento de las funciones y actividades requeridas para la metodología. Además, deben ser fuente importante de información para el personal operativo.

Se define como organismo estratégico a la Gerencia general, organismo táctico a los jefes de Mantenimiento e Hilandería, apoyados por el Planner de Mantenimiento que será responsable del desarrollo y mejora de cada pilar del TPM. Por último, el organismo operacional serán los

supervisores de Mantenimiento e Hilandería, y se encargarán de implementar técnicamente los lineamientos del TPM por los niveles supervisión y operativos de la empresa.

Figura 3.8.: Estructura de organismos internos del TPM para la empresa

Fuente: Elaboración Propia

Paso 4: Establecimiento de políticas, indicadores y metas del TPM

El objetivo principal de la propuesta es mejorar la disponibilidad de las máquinas en la zona Preparatoria Hilandería mediante el seguimiento y control de tiempos de paradas por fallas y averías de equipos usando como herramienta principal el TPM, y la aplicación de un adecuado Sistema de Gestión de Mantenimiento. Agregado a esto, se tiene previsto:

- Difundir la cultura de TPM.
- Desarrollar los pilares seleccionados y lograr su implementación.
- Comprometer a los trabajadores de todos los niveles a velar por el cumplimiento de lo establecido en base a la metodología TPM.
- Controlar la implementación del TPM y asegurar su cumplimiento en base a un proceso de mejora continua.

Paso 5: Preparación del plan maestro de implantación TPM.

Durante esta etapa se realiza la preparación del plan de implementación de TPM. Este es el paso más importante, donde la empresa y colaboradores relacionados definen las actividades a realizar y los recursos necesarios para las metas y objetivos que fueron determinados. Se debe indicar que el plan de implementación definido para la empresa se presenta más adelante.

Paso 6: Arranque de TPM en la empresa

En esta etapa se da por iniciado el proyecto de desarrollo e implementación del TPM en la empresa. Se solicita una reunión interna con los miembros y colaboradores involucrados directa e indirectamente con el proyecto. Asimismo, se presenta la planificación estratégica, los objetivos y beneficios relacionados a esta metodología. También, se da a conocer el plan de implementación y el alcance e involucrados con el fin de mantener el compromiso de todas las áreas durante el periodo de implementación del TPM.

Paso 7: Establecimiento de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Productivo Total

En este paso se define los pilares seleccionados a implementar. Como se sabe, se debe priorizar en los pilares de mayor necesidad e impacto organizacional para la implementación. Teniendo claro esto, se procede a seleccionar los pilares prioritarios y los que se adaptan en base a la necesidad actual de la compañía:

- Mejoras Enfocadas
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento Planificado
- Mantenimiento de Calidad
- Prevención del Mantenimiento

Cada uno de los pilares mencionados serán desarrollados de acuerdo a la solución requerida por la empresa. Se debe considerar que el éxito de la implementación depende de la sostenibilidad que tenga cada pilar a lo largo de su desarrollo. La presentación de cada pilar se desarrolla y presenta más adelante.

PASO 8: Plan de mejora continua en la Gestión de Mantenimiento

El hecho de implementar la metodología TPM engloba definir controles que permitan el aseguramiento del éxito del proyecto. Es necesario contar con un plan de mejora continua que permita consolidar cada uno de los pilares en el paso del tiempo, y actualizar las actividades de acuerdo a las nuevas restricciones o requisitos que demande la empresa.

3.3.2. Esquema de pilares del TPM propuestos

Luego de desarrollar los ocho pasos iniciales para el correcto desarrollo e implementación de la metodología TPM en la empresa, se procede a seleccionar los pilares que formarán parte del esquema de solución propuesta. Como se da a conocer anteriormente, se han seleccionado los cinco primeros pilares, los cuales sirven como punto de partida para mantener el sistema del TPM en la compañía. Entre los pilares seleccionados se tienen a Mejoras Enfocadas, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Mantenimiento de Calidad y la Prevención del Mantenimiento. Asimismo, se propone implementar las 5S, ya que es la metodología base para hacer sostenible la implementación del TPM. Por otro lado, se plantea implementar indicadores de gestión de mantenimiento que apoyen a medir la situación actual del área y así poder aplicar mejoras en las actividades desarrolladas.

Figura 3.9.: Esquema de pilares del TPM propuestos

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.9. se muestra los pilares del TPM que se va a aplicar al proceso de Preparatoria Hilandería, los cuales buscan lograr los siguientes puntos:

- Desarrollar mejoras al mantenimiento que se viene realizando en la actualidad en base a mejoras enfocadas.
- Involucrar a los operadores y prepararlos para desarrollar el mantenimiento autónomo.
- Establecer una correcta planificación de los mantenimientos preventivos a todas las máquinas de la zona seleccionada.
- Dar un mantenimiento de calidad considerando los defectos comunes a presentarse y definiendo acciones de mejora que las corrijan.

- Definir un control inicial de los equipos de la zona de Preparatoria Hilandería y mantener la prevención del mantenimiento en ellos y en las nuevas máquinas que se puedan adquirir.
- Desarrollar la metodología 5S como base para los pilares del TPM y controlar lo propuesto en base a indicadores de gestión de mantenimiento.

3.3.3. Desarrollo de 5S

Si bien es cierto la metodología TPM es efectiva individualmente en cada pilar, sin embargo, es necesario comenzar previamente con la metodología 5S, que es la base para facilitar la solución efectiva de las averías. Mejorar el orden y la limpieza mediante la metodología 5S ayuda a liberarse del riesgo de accidentes en el área de trabajo y permite generar un ambiente adecuado para mejorando la eficiencia en los procesos de producción. Se propone aplicar y desarrollar la metodología 5S en el área de Mantenimiento, precisamente en el taller de mantenimiento y en el almacén de repuestos, para mejorar el orden y limpieza en estas zonas y reducir el tiempo de ubicación de herramientas, suministros y manuales de máquinas.

Inicialmente, se define al personal que participará directamente en la implementación, desarrollo y cumplimiento de las 5S. Para este caso, se contará con la participación de todos los miembros del área, desde el Jefe de Mantenimiento hasta los Técnicos Mecánicos y Eléctricos.

Tabla 3.11.: Personal involucrado para cumplimiento de las 5S

Área de Mantenimiento
Jefe de Mantenimiento
Supervisores de Mantenimiento
Encargado de Almacén de Repuestos
Técnicos Mecánicos
Técnicos Eléctricos

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se debe considerar que el desarrollo de esta metodología se realizará en toda el área de Mantenimiento, y no solo para el personal encargado de la zona de Preparatoria Hilandería, ya que es necesario involucrar a todos los miembros del equipo para mantener el orden y limpieza.

Las 5S se describen dentro del marco teórico del proyecto, y su implementación se puede estructurar de la siguiente manera con el fin de facilitar su rápida adaptación en el área de Mantenimiento:

- La clasificación de todos los accesorios y herramientas dentro del taller de Mantenimiento.
- Ordenar y establecer ubicaciones para los manuales y herramientas dentro del taller.
- Mantener una limpieza constante.
- Estandarizar los trabajos establecidos de clasificación, orden y limpieza dentro del taller y almacén de repuestos.
- Crear un hábito de disciplina en lo estandarizado.

Se plantea trabajar bajo un proceso básico, para el cual se presenta el siguiente diagrama de flujo que sintetiza las actividades necesarias para la aplicación de la metodología 5S.

Figura 3.10.: Diagrama de flujo de aplicación de 5S

Fuente: Elaboración Propia

El objetivo de la implementación de las 5S es concreto, y se puede resumir en las siguientes acotaciones:

- Crear trabajos más productivos.
- Mejorar la satisfacción personal.
- Encontrar cualquier cosa en menos de 30 segundos.
- Desarrollar una atmósfera de trabajo más agradable
- Hacer visibles los defectos
- Incrementar el aprovechamiento del tiempo

3.3.3.1. S1 - Separar y descartar (Clasificar)

Separar y descartar es el primer paso en la creación de un lugar de trabajo visual. S1 es la base del principio de gestión de clase mundial que dice: “Mantenga sólo lo necesario, en la cantidad necesaria y solamente cuando sea necesario”.

Asimismo, es necesario aplicar un proceso de clasificación de los objetos, repuestos y herramientas innecesarias dentro del taller de mantenimiento, y proceder a etiquetarlos y decidir si resguardarlos en un espacio definido o eliminarlos. Para eso, se propone utilizar el siguiente proceso de clasificación en base a los materiales con los que se cuenta en el taller.

Figura 3.11.: S1 - Proceso de Clasificación

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que la clasificación es importante considerar el proceso de etiquetado en rojo, que permite identificar los elementos seleccionados como innecesarios y con los que no se debería contar dentro del taller de mantenimiento. Para el etiquetado se propone implementar tarjetas rojas donde se detallen los criterios necesarios para facilitar la identificación del elemento seleccionado y se defina su categoría, motivo de retiro, y acción sugerida a ejecutar.

Figura 3.12.: Tarjeta Roja

TARJETA ROJA N°: <input type="text"/>		
FECHA:		
ÁREA:		
SUB ÁREA:		
DESCRIPC:		
CATEGORÍA:	INSTRUMENTOS/ HERRAMIENTAS ☐	ENVASES Y EMBALAJES ☐
MAQUINARIA/ EQUIPOS ☐	INSUMOS/ PRODUCTOS ☐	MOBILIARIOS ☐
MOTIVO:	INNECESARIO ☐	DETERIORADO / DEFECTUOSO ☐
	FUERA DE ESPECIFICACIÓN ☐	
ACCION SUGERIDA		
☐	ELIMINAR	
☐	REUBICAR	
☐	REPARAR	
☐	RECICLAR	
☐	AGRUPAR EN ESPACIO SEPARADO	
COMENTARIO		
FECHA POR CONCLUIR		
ACCION:		

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

De igual forma, se necesita establecer un proceso de Etiquetado Rojo para instruir al personal de Mantenimiento en el correcto desarrollo de las actividades relacionadas a este punto. A continuación, se detalla las actividades dentro del proceso de etiquetado en rojo.

Figura 3.13.: Diagrama de proceso de Etiquetado Rojo

Fuente: Elaboración Propia

Como se indica, se debe definir una zona de etiquetado en rojo dentro del área para poder mantener los elementos innecesarios un cierto tiempo antes de su depuración o reubicación. Además, se propone gestionar el levantamiento de las tarjetas rojas y la correcta ejecución del proceso mediante una base de seguimiento que permita sintetizar la información descrita en la tarjeta y controlar su desarrollo por parte del personal de Mantenimiento. En el anexo 5 se presenta la base de seguimiento de tarjetas rojas propuesta, la cual servirá para validar la correcta implementación de esta etapa de las 5S.

3.3.3.2. S2 – Señalizar (Organizar)

En este segundo punto se busca aprovechar todos los espacios y mantener un orden visual de tal manera que facilite el orden de los repuestos y herramientas afines y compatibles, es decir, herramientas de corte, herramientas y equipos de soldadura, herramientas manuales segregados en afines, entre otros. La organización involucra que todos los elementos a utilizar estén dispuestos de manera tal que su ubicación sea rápida. Esta actividad es la base de toda la metodología, ya que lo que se busca es establecer un lugar para cada cosa útil y cada cosa en un lugar adecuado.

Parte de esta organización es implementar una señalización de herramientas en base a sombras modelos, con el fin de identificar los accesorios faltantes para cada técnico y tener en claro que se debe mantener el orden en su sección y entre las herramientas que se asignaron.

Figura 3.14.: Modelo de señalización de herramientas

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.3. S3 – Sacar brillo (Limpiar e inspeccionar)

La etapa de limpieza es la que compromete al personal en el desarrollo de técnicas basadas en la limpieza e inspección mediante las cuales se podrá evitar el deterioro de los componentes y dificultad de ubicación de las herramientas. Para ello se propone la implementación de un programa de limpieza que lo que busca es precisamente verificar de manera semanal las zonas dentro del taller de mantenimiento y sus instalaciones para evitar que la contaminación y aglomeración de elementos afecte la ubicación de las herramientas y repuestos. Se propone zonificar el taller de mantenimiento, con el fin de facilitar el establecimiento de responsables de velar por el cuidado de la zona asignada. Asimismo, se plantea un programa de limpieza semanal en cada zona, y se designan los responsables de cada sección para manejar el control correcto de lo planificado.

Figura 3.15.: Zonas del taller de Mantenimiento

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.12.: Programa de limpieza del taller de Mantenimiento

PROGRAMACIÓN DE LIMPIEZA DEL TALLER DE MANTENIMIENTO																											
Zona Responsable	Personal	MES 1				MES 2				MES 3					MES 4				MES 5					MES 6			
		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
Eléctricos	M. Calagua	X						X						X						X						X	
Eléctricos	L. Parco		X						X						X						X						X
Eléctricos	G. Placencia			X						X						X						X					
Eléctricos	J. Ríos				X						X						X						X				
Eléctricos	J. Mamani					X						X						X						X			
Eléctricos	F. Flores						X					X							X						X		
Preparatoria	N. Sernaque	X						X					X							X						X	
Preparatoria	J. Vega		X						X						X						X						X
Preparatoria	D. Fernández			X						X						X						X					
Preparatoria	J. Vásquez				X						X						X						X				
Preparatoria	C. Bellido					X						X						X						X			
Preparatoria	R. Anacleto						X						X						X						X		
Continuas	C. Chocari	X				X				X				X				X				X				X	
Continuas	J. Alcca		X				X				X				X				X				X				X
Continuas	E. Torres			X				X				X				X				X				X			
Continuas	J. Castillo				X				X				X				X				X				X		
Coneras	J. Orihuela	X					X					X					X					X					X
Coneras	C. Juape		X					X					X					X					X				
Coneras	A. Lara			X					X					X					X					X			
Coneras	E. Huamán				X					X					X					X					X		
Coneras	G. Domínguez					X					X					X					X					X	
Tintorería	A. Sánchez	X				X				X				X				X				X					
Tintorería	B. Rodríguez		X				X				X				X				X				X				
Tintorería	P. Goicochea			X				X				X				X				X				X			
Tintorería	J. Gaspar				X				X				X				X				X				X		
Maestranza	C. Sánchez	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Soldadura	H. Castrejón		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Cada miembro de sección está asignado semanalmente a ejecutar la limpieza dentro del taller y de acuerdo a la zona establecida. El control de cumplimiento de estas actividades se propone realizarse mediante un checklist donde cada responsable deberá firmar acorde a la programación definida, y el supervisor de área será el encargado de validar la limpieza en cada sección del taller.

Tabla 3.13.: Checklist de limpieza por zona

Zona	CHECKLIST DE LIMPIEZA POR ZONA												
	Zona Eléctricos												
	Personal	Semanas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Eléctricos	M. Calagua												
	L. Parco												
	G. Placencia												
	J. Ríos												
	J. Mamani												
	F. Flores												

* El responsable de la limpieza semanal debe firmar de acuerdo a la programación. El Supervisor evaluará semanalmente la efectividad de la limpieza en la zona.

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Esta programación lo que hace es asegurar la limpieza semanal de las zonas dentro del taller, logrando de esa manera una revisión adicional al plan establecido. Estas actividades deberán ser asumidas por el personal técnico del área como parte de sus funciones diarias, puesto que este personal se encuentra de manera permanente dentro de las instalaciones a tiempo completo.

3.3.3.4. S4 - Estandarizar y simplificar (Prevenir)

Para implementar la propuesta de mejora mediante los 5S se crea una estrategia de sensibilizar y capacitar al personal y de esa manera evitar el incumplimiento como factor crítico de éxito. Para

controlar el cumplimiento de las capacitaciones y evaluar las mejoras que se desea lograr se tomaran las siguientes acciones:

- **Capacitación anual.** Los supervisores y técnicos tendrán capacitaciones de 8 horas fuera del horario de trabajo para adquirir el conocimiento o aprendizaje necesaria para desenvolverse correctamente en las labores relacionadas a las 5S.
- **Seguimiento del plan semanal.** Se realizará las actividades semanales de manera absoluta y eficaz que permita cumplir el cronograma mensual de 5S, de esta manera se busca comprometer al personal de Mantenimiento en mantener la debida importancia a esta metodología.
- **Medición de avances y cumplimiento.** Del mismo modo en que se dará seguimiento al plan semanal, se propone medir las actividades en base a indicadores
- **Charla de 5 min.** Se realizar una charla de 5 minutos al inicio de cada jornada laboral que permita la retroalimentación y dar a conocer nuevas propuestas de mejora, esta charla será realizada por el supervisor de cada área.

Las 5S es el paso previo para implementar la metodología TPM y por ende lograr una mejora para la productividad, calidad, y sobre todo la seguridad. Sin embargo, hay que tener en cuenta que fundamental el compromiso de todos los miembros del área, conseguir un correcto trabajo en equipo y perseverar hasta lograr objetivo. El supervisor es responsable del nivel de orden y limpieza ejecutado por su equipo, pues ello mejorará las condiciones de trabajo y la moral del personal. Entre las propuestas también se encuentra implementar un formato de Antes y Después comúnmente usado para evidenciar las mejoras efectuadas dentro de las zonas del taller de mantenimiento, y dar un reconocimiento al mejor trabajo realizado semanalmente. A continuación, se presenta un formato de lo descrito anteriormente.

Figura 3.16.: Formato Antes y Después para mejoras 5S dentro del área

Mejoras prácticas 5S– Colocar área

ANTES	DESPUÉS

Colocar acción realizada	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.5. S5 - Sostener el hábito (Autodisciplina)

Parte de afianzar la estandarización de las tareas del 5S, es también ir por el cambio conductual de la persona al momento de aplicar cada una de las anteriores cuatro “S” descritas. Lo que se busca es generar de nuevas maneras de trabajar y adoptar un solo objetivo que es el de trabajar en función del bienestar general. Por ser un tema conductual es poco incierto estimar cual es el tiempo de adaptación. Al formar parte de una mejora continua esta etapa siempre está en revisión, es por ello que se propone implementar auditorías 5S para verificar el éxito del plan, la misma que se aplicará al cierre de cada una de las “S” con el fin de ver los resultados y aplicar acciones de mejoras veloces para mantener la sostenibilidad de la metodología.

Auditoría 5S: Se plantea crear un formato de auditoria 5S que permita medir el estado actual de implementación de la metodología. Lo que se busca es medir el éxito del programa iniciado en los pasos previos. Esta auditoría tiene un intervalo mensual en algunos casos, dándose al cierre de implementación de cada “S”. Las auditorias serán realizadas de forma inopinada e inadvertidas con el fin de obtener los resultados más reales posibles, de igual forma serán realizadas por el Jefe de Mantenimiento en ocasiones para dar neutralidad y objetividad a la evaluación. Con esto se busca cumplir con los siguientes objetivos:

- Servir como retroalimentación para evaluación del plan de implantación;
- Presentar las oportunidades de mejoras para las áreas auditadas;
- Medir el nivel actual de 5S para posteriormente evaluar su evolución;
- Verificar el nivel actual de 5S para comparar con la meta establecida;
- Servir como herramienta de promoción continua de las 5S;
- Comparar la evolución del proceso de 5S por toda la empresa;
- Verificar el nivel de consolidación de la implantación de las 5S.

Se han definido veinte criterios de evaluación, los cuales serán clasificados con un puntaje del 1 al 5 significando que el máximo valor es que se está totalmente de acuerdo con lo descrito en el criterio, y el mínimo valor cuando se está totalmente en desacuerdo. Asimismo, luego de asignarse el puntaje por cada criterio se procede a realizar la sumatoria y en base al resultado obtenido se obtiene una clasificación del estado actual de la implementación 5S que va desde [0-30> Muy malo, [30-50> Malo, [50-70> Regular, [70-90> Bien, [90-100] Excelente.

Tabla 3.14.: Formato de Auditoría 5S

		CHECK LIST REVISIÓN 5S					Código	P-54
							F. Vigencia	30/05/2018
							Versión	01
		MANTENIMIENTO					Página	1 de 1
ZONA: _____		AUDITOR: _____						
ÁREA: _____		FECHA: _____						
TALLER DE MANTENIMIENTO								
N°	ASPECTOS	PUNTAJE					OBSERVACIONES	
		T.D.	E.D.	REG.	D.A.	T.A.		
1	Los pisos y pasadizos se encuentran bien señalizados y libres de obstáculos.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
2	Las cajas y armarios de herramientas están ordenados.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
3	Las herramientas se encuentran en buen estado y se guardan en ambientes especiales (tableros, estantes, cajas).	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
4	Los estantes donde son ubicados los repuestos, insumos y materiales se encuentran clasificados, ordenados y limpios.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
5	Hay un correcto orden dentro de los gabinetes del personal.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
6	Se cuenta con señalización de figura sombra de las herramientas para facilitar la identificación.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
7	Son correctos los gabinetes y cajas de almacenamiento.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
8	Ausencia de acumulación de polvo.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
9	Se cuenta con los medios para realizar un correcto almacenamiento (coches porta herramientas y cajas).	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
10	Se aplica el principio de un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
11	Están ordenadas los materiales de acuerdo al tipo.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
12	Los repuestos e insumos están clasificados de acuerdo a su compatibilidad y separados en ambientes adecuados	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
13	No existen derrames que atenten contra el ambiente y la salud de los trabajadores.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
14	Los ambientes se encuentran bien identificados.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
15	Los cables, toma corrientes y enchufes se encuentran ordenados y protegidos adecuadamente.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
16	Disponen de los extintores suficientes y se encuentran ubicados estratégicamente.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
17	Disponen de los suficientes tachos de basura de acuerdo al código y se ubican estratégicamente.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
18	Los checklist de limpieza semanales estan correctamente llenados y se respeta la programación establecida.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
19	Los insumos tóxicos, inflamables, corrosivos, explosivos y ácidos, se encuentran debidamente separados.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
20	Disponen de los equipos, herramientas y materiales necesarios para hacer la limpieza.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5		
PUNTAJE							0	
CALIFICACIÓN TOTAL: [0-30>MUY MALO, [30-50> MALO, [50-70> REGULAR, [70-90> BIEN, [90-100] EXCELENTE. LEYENDA: T.D. (Totalmente en Desacuerdo), E.D. (En Desacuerdo), REG. (Regular), D.A. (De Acuerdo), T.A. (Totalmente de Acuerdo).								

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.15.: Cronograma de implementación de la metodología 5S en el área de Mantenimiento

[illegible]

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se ha definido un plan de implementación de 5S en el área de Mantenimiento, en el cual se detalla cada una de las actividades anteriormente descritas, y de igual forma se presenta la duración en semanas que demandará el desarrollo de dichas tareas. La implementación de las tres primeras “S” tiene una duración mayor a tres meses, luego de eso se mantiene sostener el hábito hasta completar el año y en base a los resultados realizar una retroalimentación y definir un plan de acciones de mejoras para mantener el correcto uso de dicha metodología.

3.3.3.6. Costos de implementación

Luego del desarrollo de las 5S, se procede a presentar los costos asociados que se dan para poder lograr y facilitar la implementación. Inicialmente, se plantean costos iniciales para el arranque de la implementación que considera capacitaciones, las etiquetas rojas, un coche portaherramientas faltante, y el costo por señalizar la zona de etiquetado rojo.

Tabla 3.16.: Costo inicial de las 5S

Costo inicial de 5S		
Mantenimiento		
Etiquetas Rojas	S/	220.00
Zonificación Roja	S/	45.00
01 carrito portaherramientas	S/	350.00
Capacitación Inicial	S/	1,532.80
Total	S/	2,147.80

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Asimismo, luego del arranque de la implementación y transcurrido los primeros seis meses, se plantea reforzar los conceptos obtenidos mediante una capacitación rápida, primordialmente para el personal técnico, los cuales serán encargados del aseguramiento del éxito de la implementación de las 5S.

Tabla 3.17.: Costo de capacitación posterior de las 5S

Costo Capacitación 5S		
Mantenimiento		
HH Técnicos	S/	1,532.80
Total	S/	1,532.80

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Las horas de capacitación son acorde al costo de hora hombre actual de los técnicos, asimismo las capacitaciones son de ocho horas de duración. Por último, calcula el costo total que involucra la implementación de las 5S en la empresa, el cual sería en base a la sumatoria de los conceptos anteriormente mencionados.

Tabla 3.18.: Costo total de las 5S

Costo Total de 5S		
Mantenimiento		
Costos de Arranque 5S	S/	2,147.80
Costos de Capacitación	S/	1,532.80
Total	S/	3,680.60

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

3.3.3.7. Beneficios de implementación

La ventaja de la implementación de las 5S parte de la necesidad de reducir el impacto que se tiene en base a las causas que generan las paradas no programadas en máquinas. En el capítulo anterior, se define que existe demora en ubicación de manuales de máquinas y demora en atención por herramientas desordenadas. Con ayuda de esta implementación el objetivo será reducir completamente dichos conceptos, ya que el enfoque que se busca con las 5S es cambiar la conducta

del personal y garantizar su compromiso en base a esta metodología. Los datos de recopilación de las causas presentadas se extraen de la tabla 2.16. del capítulo 2 del proyecto.

Tabla 3.19.: Beneficios de la implementación de las 5S

Causas raíces de paradas no programadas	Nº horas/mes
Demora en ubicación de manuales de máquinas	29.0
Demora en atención por herramientas desordenadas	26.2
Total	55.2

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Actualmente, estos dos conceptos generan un impacto de 55 horas al mes, afectando directamente la producción y ralentizando el proceso de atención para reparación de fallas.

3.3.4. Desarrollo de Pilar I Mejoras Enfocadas

El primer pilar a desarrollar son las Mejoras Enfocadas. Lo que se busca es analizar los problemas existentes desde su fuente, es decir buscando la causa raíz, para posteriormente tomar una decisión que ayude a eliminar o reducir el impacto que se presenta. Para desarrollar este pilar se va a aplicar dos herramientas:

- El análisis de criticidad
- Elaboración del AMEF

Claramente, las herramientas mencionadas forman parte de la metodología RCM, sin embargo, su uso es complementario con el TPM ya que facilita el análisis de factores necesarios a considerar en la propuesta del pilar de Mejoras Enfocadas como se explicará más adelante.

Para desarrollar el análisis de criticidad y la elaboración del AMEF se va a requerir la conformación de un equipo de trabajo, el cual será el encargado de analizar las diferentes variables y definir las prioridades enfocadas a la corrección de las causas raíces que en la medida sean posibles.

3.3.4.1. Conformación del equipo multidisciplinario

Para realizar el análisis de criticidad y el Análisis Modal de Efectos y Fallas se ha conformado un equipo multidisciplinario, que será el encargado de analizar las diferentes variables dentro del proceso.

Gráfico 3.1.: Integrantes del equipo multidisciplinario

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

En el gráfico se muestra la estructura del equipo multidisciplinario el cual está compuesto por personal operativo de producción, técnicos de mantenimiento y controlistas de calidad, todos ellos están involucrados directamente con el proceso de mantenimiento de máquinas. Es importante conformar el equipo de esta manera ya que estas personas son las que mantiene contacto directo con el trabajo de cada máquina en la zona de Preparatoria Hilandería. Asimismo, el facilitador se

encargará de dirigir al equipo y de consolidar toda la información obtenida en base a los análisis realizados.

3.3.4.2. Análisis de Criticidad

Para realizar el análisis de criticidad se ha revisado la base de datos del Sistema Logix, especialmente las paralizaciones en máquinas de Preparatoria Hilandería que se han generado cada vez que se presenta una avería en los equipos que conforman el proceso, posteriormente a todas las averías se le ha evaluado aplicando los siguientes criterios:

- Frecuencia de fallas
- Impacto operacional
- Flexibilidad operacional
- Costo de mantenimiento
- Impacto en seguridad, ambiente e higiene

Una vez establecido los criterios se le ha asignado un puntaje a cada una de ellas de acuerdo a su ocurrencia y considerando las paradas por fallas que se tuvieron en las máquinas de Preparatoria durante el año 2017.

Tabla 3.20.: Criterios para determinar la criticidad

Frecuencia de fallas	Puntaje
Elevado mayor a 40 fallas/año	4
Promedio 20 - 40 fallas/año	3
Bueno 10 - 20 fallas/año	2
Excelente menos de 10 fallas año	1
Impacto Operacional	Puntaje
Parada total del equipo	10

Parada del equipo y repercute en otro	7 a 9
Impacta niveles de producción o calidad	5 a 6
Repercute en costos operacionales asociados a disponibilidad	2 a 4
No genera ningún efecto significativo	1
Flexibilidad Operacional	Puntaje
No existe opción igual o equipo similar de reemplazo	4
Se puede redireccionar la producción en la medida de lo posible	2 a 3
Existe otro igual o disponible en stock	1
Costos de Mantenimiento	Puntaje
Mayor o igual a S/400 (incluye repuestos)	2
Inferior a S/400 (incluye repuestos)	1
Impacto a seguridad ambiental e higiene	Puntaje
Accidente catastrófico	8
Accidente serio	6 a 7
Accidente menor e incidente menor	4 a 5
Casi accidente o incidente menor	1 a 3
No provoca ningún tipo de riesgo	0

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Los criterios presentados fueron definidos en conjunto con el equipo multidisciplinario y la escala de igual forma fue validada por las jefaturas de Hilandería, Control de Calidad y Mantenimiento. Teniendo en cuenta los factores que intervienen en determinar la criticidad, el cálculo correspondiente se obtiene de la siguiente manera.

(1) Frecuencia = Número de fallas en un tiempo determinado

(2) Consecuencia = (Impacto Oper. x Flexibilidad) + Costo Mto. + Impacto Seguridad

Criticidad Total = Frecuencia de falla (1) x Consecuencia (2)

Posteriormente de acuerdo a los resultados obtenidos de frecuencia y consecuencia se va a aplicar la siguiente matriz.

Tabla 3.21.: Matriz de criticidad

Valores	Jerarquía
101 a 200	CRÍTICO
51 a 100	SEMI CRÍTICO
0 a 50	NO CRÍTICO

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se procede a analizar las 33 máquinas que presentaron paralizaciones durante el año 2017 y de acuerdo a los criterios que establece en la matriz presentada anteriormente, se ha determinado el grado criticidad en cada una de ellas.

Tabla 3.22.: Desarrollo del análisis de criticidad

Nº	Máq	Frec.	Imp. Ope.	Flex.	Costo Mtto	Imp. SHA	Consec.	Total	Jerarquía
1	B-1	4	10	3	1	2	33	132	CRÍTICO
2	B-2	4	10	2	1	2	23	92	SEMI CRÍTICO
3	C-1	3	10	1	1	2	13	39	NO CRÍTICO
4	C-2	4	10	1	1	2	13	52	SEMI CRÍTICO
5	C-3	3	10	1	1	2	13	39	NO CRÍTICO
6	C-4	2	10	1	1	2	13	26	NO CRÍTICO
7	C-5	2	10	3	1	2	33	66	SEMI CRÍTICO
8	C-6	3	10	1	1	2	13	39	NO CRÍTICO
9	C-7	4	10	1	1	2	13	52	SEMI CRÍTICO
10	C-8	3	10	1	1	2	13	39	NO CRÍTICO
11	C-9	3	10	1	1	2	13	39	NO CRÍTICO
12	C-10	3	10	1	2	2	14	42	NO CRÍTICO
13	C-11	4	10	3	2	2	34	136	CRÍTICO
14	C-12	4	10	3	2	2	34	136	CRÍTICO
15	C-13	4	10	3	2	2	34	136	CRÍTICO
16	C-14	4	10	3	1	2	33	132	CRÍTICO
17	C-15	4	10	3	1	2	33	132	CRÍTICO
18	C-16	2	10	3	1	2	33	66	SEMI CRÍTICO

19	C-17	4	10	3	1	2	33	132	CRÍTICO
20	M-1	1	4	4	1	2	19	19	NO CRÍTICO
21	M-2	1	4	4	1	2	19	19	NO CRÍTICO
22	M-3	1	4	2	1	2	11	11	NO CRÍTICO
23	M-4	3	4	2	1	2	11	33	NO CRÍTICO
24	M-5	3	4	2	1	2	11	33	NO CRÍTICO
25	M-6	3	4	2	1	2	11	33	NO CRÍTICO
26	M-7	2	4	2	1	2	11	22	NO CRÍTICO
27	R-1	3	6	4	1	2	27	81	SEMI CRÍTICO
28	E-1	4	6	1	1	2	9	36	NO CRÍTICO
29	E-2	3	6	1	1	2	9	27	NO CRÍTICO
30	E-3	3	6	1	1	2	9	27	NO CRÍTICO
31	P-1	2	10	4	2	2	44	88	SEMI CRÍTICO
32	P-2	4	10	2	2	2	24	96	SEMI CRÍTICO
33	P-3	3	8	3	2	2	28	84	SEMI CRÍTICO

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

A continuación, se detallan las máquinas que presentaron un grado criticidad alto durante el año 2017, y en las cuales se debe proceder a analizar las causas operativas que ocasionan este nivel de actual.

Tabla 3.23.: Desarrollo del análisis de criticidad

Máq	Tipo	Frec.	Imp. Ope.	Flex.	Costo Mtto	Imp. SHA	Consec.	Total	Jerarquía
C-11	Carda C1/3	4	10	3	2	2	34	136	CRÍTICO
C-12	Carda C1/3	4	10	3	2	2	34	136	CRÍTICO
C-13	Carda C1/3	4	10	3	2	2	34	136	CRÍTICO
B-1	Batan Rollos	4	10	3	1	2	33	132	CRÍTICO
C-14	Carda C4	4	10	3	1	2	33	132	CRÍTICO
C-15	Carda C4	4	10	3	1	2	33	132	CRÍTICO
C-17	Carda C4	4	10	3	1	2	33	132	CRÍTICO

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se menciona, es importante poder analizar inicialmente estas siete máquinas, ya que presentan un mayor nivel crítico a comparación de los demás equipos. El análisis AMEF facilita la interpretación de las causas y modos de falla que estarías originando el nivel de criticidad de estos equipos, por lo que se opta por realizar su desarrollo y evaluación.

3.3.4.3. Elaboración del AMEF

El Análisis de modos y efectos de falla que se va a elaborar está en base al resultado del análisis de criticidad y se va aplicar solo a los equipos considerados como críticos. El equipo multidisciplinario realizará el análisis de acuerdo a su experiencia y conocimiento técnico, para lograr identificar las fallas potenciales a ocurrir. Asimismo, se utilizará un criterio de evaluación de acuerdo a la prioridad de riesgo que se deba asignar a cada máquina, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula.

$$\text{Número de Prioridad de Riesgo (NPR)} = G * O * D$$

G = Gravedad; O = Ocurrencia; D = Detección

Los factores de gravedad, ocurrencia y detección se evaluarán de acuerdo a los siguientes criterios y puntuaciones definidas con el equipo multidisciplinario, y servirán de base para el desarrollo del análisis AMEF.

Tabla 3.24.: Desarrollo del análisis de criticidad

Gravedad	Puntaje
Imperceptible	1
Escasa, falla menor	2 a 3
Bajo, falla inminente	4 a 5
Media	6 a 7
Elevada, falla critica	8 a 9
Muy elevada, afecta la seguridad	10

Ocurrencia	Puntaje
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2 a 3
1 falla cada 1 año	4 a 5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6 a 7
1 falla entre 1 y 6 meses	8 a 9
1 falla al mes	10
Detección (dificultad de detección)	Puntaje
Casi nula	1
Escasa	2 a 3
Moderada	4 a 5
Frecuente	6 a 7
Elevada	8 a 9
Muy elevada	10

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Las características de puntaje del NPR que se han establecido son las siguientes:

Tabla 3.25.: Matriz de criticidad

Valores	Jerarquía	Nivel de consideración
Mayor a 200	Inaceptable	Crítico
125 a 200	Reducción necesaria	Semi Crítico
0 a 125	Aceptable	No Crítico

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Una vez definidos los criterios necesarios se procede a desarrollar el análisis AMEF para el caso de las máquinas críticas identificadas. Como se pudo apreciar anteriormente, de los equipos críticos tenemos, seis cardas y un batan, para lo cual se procederá a presentar de manera global el análisis para cada tipo de máquina. Para el caso de las cardas tenemos dos tipos de generaciones, las cardas C 1/3 y las cardas C4. A continuación, se presenta el detalle de los AMEF desarrollados.

Tabla 3.26.: Matriz Elaboración del AMEF del proceso de Cardado de las Cardas C 1/3

Proceso:	Proceso de Prehilado							AMEF: 1	
Máquina:	CARDA C-1/3								
Pieza / Parte de Máquina	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas potenciales del fallo	Condiciones existentes			NPR	Nivel de consideración
					G	O	D		
Chapones	Limpieza de las fibras de hilado	Falla en sincronización de cadena	Rotura de piezas	Contaminación de desfogue	10	5	4	200	Crítico
		Leve contaminación de impurezas en fibra	Contaminación de fibra	Contaminación de desfogue	8	8	5	320	Crítico
		Ruido en cadena	Rotura de piezas	Contaminación de desfogue	8	5	6	240	Crítico
		Vibración en cadena	Paradas	Contaminación de desfogue	9	3	8	216	Crítico
Cilindro desprendedor	Limpieza de cascarillas de las fibras de hilado	Motor no gira	Sobrecalentamiento	Térmico activado	10	4	3	120	No Crítico
		Desnivel de guías	Deficiente limpieza de cascarillas	Sobrecarga de residuos	8	4	5	160	Semi Crítico
		Vibración de eje	Deficiente limpieza de cascarillas	Desgaste de piezas	8	5	5	200	Crítico
Rodillo limpiador	Permite mantener limpia la cadena de chapones	Falla en sincronización de giro	Válvulas y pistones deteriorados	Falta de inspección	5	6	3	90	No Crítico
		Atoro en depósito de residuos	Rotura de peines de rodillo	Desgaste de piezas	7	8	3	168	Semi Crítico
Centradores	Alinean y centran el velo de cinta	Rotura de cintas	Rompe las cintas	Falta de regulación de guíadores	5	7	2	70	No Crítico
		Falta de llenado de botes	Falta de avance de cinta	Desgaste de campanas	5	5	2	50	No Crítico
Sensores infrarrojos	Detección del nivel de irregularidades en la cinta	Variación de peso	Reprocesos de material	Contactos de relay deteriorados	7	6	3	126	Semi Crítico
		Presencia de Neps	Reprocesos de material	Contactos de relay deteriorados	7	8	3	168	Semi Crítico
		Falta de homogeneidad en la cinta	Reprocesos de material	Contactos de relay deteriorados	7	4	3	84	No Crítico

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.27.: Matriz Elaboración del AMEF del proceso de Cardado de las Cardas C 4

Proceso:	Proceso de Prehilado							AMEF: 2	
Máquina:	CARDA C-4								
Pieza / Parte de Máquina	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas potenciales del fallo	Condiciones existentes			NPR	Nivel de consideración
					G	O	D		
Chapones	Limpieza de las fibras de hilado	Falla en sincronización de cadena	Rotura de piezas	Limpieza de máquina	10	2	4	80	No Crítico
		Ruido en cadena	Rotura de piezas	Engranajes desgastados	8	3	6	144	Semi Crítico
		Vibración en cadena	Paradas	Falta de tensión en cadena	8	2	8	128	Semi Crítico
Lickerin	Limpieza de cascarillas de las fibras de hilado	Motor no gira	Sobrecalentamiento	Térmico activado	8	2	6	96	No Crítico
		Desnivel de guías	Deficiente limpieza de cascarillas	Desgaste de piezas	8	8	5	320	Crítico
		Sincronización lenta de avance	Deficiente limpieza de cascarillas	Desgaste de piezas	10	5	5	250	Crítico
Doffer	Permite mantener limpia la cadena de chapones	Falla en sincronización de giro	Válvulas y pistones deteriorados	Falta de inspección	8	7	4	224	Crítico
		Atoro en depósito de residuos	Rotura de peines del doffer	Desgaste de piezas	7	8	5	280	Crítico
Gran tambor	Alinean y centran el velo de cinta	Falla en sincronización de poleas	Deficiente limpieza	Falta de regulación de guiadores	9	8	3	216	Crítico
		Sincronización lenta de avance	Falta de avance de material	Desgaste de piezas	9	7	4	252	Crítico
Sensores infrarrojos	Detección del nivel de irregularidades en la cinta	Variación de peso	Reprocesos de material	Contactos de relay deteriorados	7	6	3	126	Semi Crítico
		Presencia de Neps	Reprocesos de material	Contactos de relay deteriorados	7	8	3	168	Semi Crítico
		Falta de homogeneidad en la cinta	Reprocesos de material	Contactos de relay deteriorados	7	4	3	84	No Crítico

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.28.: Matriz Elaboración del AMEF del proceso de Batanado del Batan de rollos 01

Proceso:	Proceso de Prehilado							AMEF: 3		
Máquina:	Batan de rollos 01									
Pieza / Parte de Máquina	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas potenciales del fallo	Condiciones existentes			NPR	Nivel de consideración	
					G	O	D			
Klisner de púas	Limpieza profunda de la napa de algodón	Resultado de calidad variable	Napa fuera de la tolerancia de masa	Embrague electro-mecánico descalibrado	10	2	4	80	No Crítico	
		Napa con motas	El canastillo de filtro tapado	Cremalleras compresoras débiles	10	2	8	160	Semi Crítico	
		Contaminación de fibra	Napa con presencia de Neps	Púas dentadas rotas	10	3	4	120	No Crítico	
Cilindros calandrades	Limpian las impurezas y residuos del algodón	Longitud de los rollos	Napa fuera de la tolerancia de masa	Contador de longitud defectuoso	10	4	3	120	No Crítico	
		Presencia de cascarillas en copos de algodón	Segundo paso de batanado	Las aspas del ventilador llenas de desperdicio	10	4	5	200	Crítico	
		Presencia de semillas en copos de algodón	Segundo paso de batanado	El canastillo condensador sucio	8	5	5	200	Crítico	
Cilindros alimentadores	Homogenizan el material para proceder a limpiar	Pacas de diferente densidad	Variaciones en la uniformidad de la masa	Canales de transporte de las fibras sucios	5	6	3	90	No Crítico	
		Falta de uniformidad en la napa	Falta de rotura de cintas de algodón	Canales de escape del aire sucios	7	8	3	168	Semi Crítico	
Teleras alimentadoras	Transportan los copos de algodón a los cilindros	Perdida de kilos de material calculado	Merma de material	Roturas en teleras alimentadoras	10	5	3	150	Semi Crítico	
		Demora en proceso de batanado	Retraso en avance de teleras	Cuero de teleras desgastado	10	5	3	150	Semi Crítico	

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

3.3.4.4. Resultado del AMEF

Los resultados que se va a mostrar a continuación corresponden al AMEF realizado por el equipo multidisciplinario en base al análisis de las máquinas críticas que se dio a conocer gracias al análisis de criticidad. De acuerdo al puntaje obtenido en el NPR se ha clasificado en 3 estados los modos de fallas que se presentan para cada pieza principal de las máquinas mencionadas: crítico, semi crítico y no crítico.

- Crítico (C). Según los valores obtenidos, 13 modos de fallas son consideradas como críticos y se presentan en cinco de las piezas principales para los equipos analizados.
- Semi- críticos (SC). Según los valores obtenidos, 12 modos de fallas son consideradas como semi críticos y se presentan en siete de las piezas principales para los equipos analizados.
- No críticos (NC). Según los valores obtenidos, 12 modos de fallas son consideradas como semi críticos y se presentan en nueve de las piezas principales para los equipos analizados.

Como se mencionó anteriormente, en el análisis de criticidad se evidencia el alto grado crítico de siete máquinas como se puede observar en la tabla 3.23., pero para fines del análisis AMEF se decide por evaluar los tipos de máquinas, ya que gran parte de estas comparten las mismas características y analizar los siete equipos involucraría repetir la misma información para algunos casos.

Para resumir, luego de verificar la criticidad presente en algunas partes de máquina, se propone definir una mejora enfocada a cada una de estas, con el fin de mitigar el impacto que se puede generar al ocurrir un evento de falla dentro de estas máquinas.

Tabla 3.29.: Partes de máquinas críticas

Pieza / Parte de Máquina	Máquina	NPR mayor	Nivel de consideración
Chapones	Cardas C 1/3	320	Crítico
Lickerin	Cardas C 4	320	Crítico
Doffer	Cardas C 4	280	Crítico
Gran tambor	Cardas C 4	252	Crítico
Cilindros calandrades	Batan de Rollos	200	Crítico

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como segunda etapa para el desarrollo del Pilar de Mejoras Enfocadas se propone analizar la situación actual de estas piezas de máquinas y definir una propuesta de mejora que pueda reducir el impacto actual que demandan. Se procede a presentar el análisis del caso de las cardas C1/3 y C4, ya que son los que presentan un mayor NPR en base al análisis desarrollado.

3.3.4.5. Desarrollo de mejoras enfocadas en Cardas C 1/3

Analizando la situación actual de las Cardas C 1/3 se observa lo siguiente.

Figura 3.17.: Estado actual de los chapones en las Cardas C 1/3

Fuente: Empresa

Para el caso de las Cardas C 1/3 tenemos que los chapones tienden a acumular suciedad y residuos produciendo alteraciones en la calidad de producto. Se procedió a verificar que ocasionaba la acumulación de desperdicios en esta parte de la máquina y se evidencia que los chapones se mantienen expuestos a la contaminación de residuos por el hecho de estar al costado del ventilador de las cardas, por donde desfoga todos los residuos extraídos del algodón.

Figura 3.18.: Chapones de las Cardas C 1/3 expuesto a los residuos

Fuente: Empresa

El desfogue del ventilador de las cardas se mantiene abierto, lo que ocasiona que se contaminen los chapones, generando desgaste de las piezas y errores en el proceso de cardado de la máquina. Luego de evaluar la situación se busca una solución para este problema, por lo que se puede cerrar la abertura del ventilador o colocar ductos de aspiración para que los residuos se dirijan a una caja de succión. Claramente la inversión requerida entre ambas opciones no es la misma, el hecho de colocar ductos requiere de mayor inversión, pero brinda una solución más eficiente. Asimismo, se debe considerar que son tres Cardas las cuales presentan este problema, por lo que la inversión sería mayor. Asimismo, es necesario el cambio de los chapones ya que mantienen un desgaste notorio, y de igual forma este costo debe ser considerado en la inversión.

3.3.4.6. Desarrollo de mejoras enfocadas en Cardas C 4

Analizando la situación actual de las Cardas C 4 se observa lo siguiente.

Figura 3.19.: Estado actual de las Cardas C 4

Fuente: Empresa

Para el caso de las Cardas C4 se observan de izquierda a derecha el Lickerin, Doffer y el Gran tambor. En base al análisis AMEF, se tiene que estas piezas presentan las fallas descritas debido a una misma causa en común que es el desgaste de los repuestos. Para eso, se requiere verificar las fechas de los últimos cambios efectuados en este tipo de máquina, para lo cual se ha solicitado al Almacén de Repuestos facilitar la información. A continuación, se presentan las fechas de cambio respecto a las piezas o repuestos mencionados anteriormente. Cabe mencionar que se presenta el detalle por cada Carda perteneciente al tipo C4.

Tabla 3.30.: Fechas de cambio de los repuestos críticos en las Cardas C4

Máq	Fecha de cambio	Repuesto	Detalle
Carda 14	26/10/2016	Gran tambor	Tambor-ht p-2030c x 0.4 p/cardas
	26/10/2016	Doffer	Peinador n-4030b x 0.9
	26/10/2016	Lickerin	Guarnición encadenado p/Lickerin v-5010-08
Carda 15	30/10/2016	Gran tambor	Tambor-ht p-2030c x 0.4 p/cardas
	30/10/2016	Doffer	Peinador n-4030b x 0.9 p/cardas
	30/10/2016	Lickerin	Tomador e-5510-x 1.4 p/carda c-4
Carda 17	11/11/2016	Gran tambor	Tambor-ht p-2030c x 0.4 p/cardas
	11/11/2016	Doffer	Peinador n-4030b x 0.9 p/cardas
	11/11/2016	Lickerin	Tomador-ht e-5505 x 1.2 p/carda

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se puede observar, estos repuestos no se cambian desde hace más de un año, considerando que la vida útil de dichos es de máximo 12 meses es importante efectuar el reemplazo en este plazo de tiempo. Asimismo, por la complejidad del trabajo es necesario requerir un servicio externo para realizar el overhaul del equipo.

Para ambos casos expuestos, los repuestos o piezas de máquinas mencionadas tienen un grado de importancia elevado para los equipos y su funcionamiento. Se debe considerar que un cambio efectivo en estas partes generaría un impacto positivo en las horas de paradas no programadas de dichas máquinas, y a la vez aseguraría el correcto control de la calidad de los productos elaborados. De igual manera, ambos casos requieren de una importante inversión, la cual es favorable respecto a los beneficios ganados dando solución a este problema.

3.3.4.7. Costos de implementación

Las propuestas de mejora enfocada descritas anteriormente engloban determinados costos que serán necesarios para efectuar los cambios planteados. En primer lugar, se presentan los costos relacionados al proyecto de mejora efectuado en las Cardas C 1/3.

Tabla 3.31.: Costo por instalación de ductos para el proyecto en Cardas C 1/3

Costo Mejoras enfocadas - Cardas C 1/3		
Proyecto	Costo Total	Detalle
Instalación de ductos de ventilación	S/. 2,415	Costo único por las todas las Cardas

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Este costo se basa en la cotización realizada por uno de los proveedores de servicios externos de la empresa, asimismo, es necesario considerar el cambio de los chapones desgastados por lo tendría que considerarse de igual manera como parte de la inversión requerida.

Tabla 3.32.: Costo por repuestos para el proyecto en Cardas C 1/3

Costo Mejoras enfocadas - Cardas C 1/3				
Partes del proyecto propuesto	Cantidad	S/. / unidad	Ciclo de vida (meses)	Costo
Chapones internos	20	S/. 97	12	S/. 1,940
Cepillo limpiador	1	S/. 816	24	S/. 816
Costo total				S/. 2,756

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se observa, se presentan los costos de los repuestos a cambiar y la vida útil de cada uno. Cabe recalcar, que los costos son por cada Carda dentro de los tipos C 1/3. Además, la instalación de los ductos de ventilación ayuda a aumentar el ciclo de vida de los repuestos, ya que aísla la contaminación de los residuos de la cadena de chapones. Con el sistema anterior, los meses de vida útil se reducían en un 50% (6 meses aproximadamente) para cada tipo de repuesto, por el hecho de generarse un mayor desgaste al mantener la cadena de chapones expuesta a la contaminación.

Por otra parte, se presentan los costos relacionados al proyecto de mejora efectuado en las Cardas C 4, los cuales serán detallados a continuación.

Tabla 3.33.: Costo por Overhaul de máquinas para el proyecto de Cardas C 4

Costo Mejoras enfocadas - Cardas C 4		
Proyecto	Costo Total	Detalle
Cambio de Doffer, Lickerin y Gran Tambor	S/ 650	Costo por Carda

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Este costo se basa en la cotización realizada por uno de los proveedores de servicios externos de la empresa, el cual viene trabajando durante años con la empresa y en el sector. Además, teniendo en cuenta la necesidad de cambio de los repuestos por cumplimiento de vida útil (18 meses en máquina siendo el estándar 12 meses), se considera importante sumar los costos de los repuestos por cambiar dentro de los costos totales del proyecto. Cabe recalcar, que los costos son por cada Carda dentro de los tipos C 4.

Tabla 3.34.: Costo por repuestos para el proyecto en Cardas C 4

Costo Mejoras enfocadas - Cardas C 4				
Partes del proyecto propuesto	Cantidad	S/. / unidad	Ciclo de vida (meses)	Costo
Tambor-ht p-2030c x 0.4 p/cardas	1	S/ 960	12	S/ 960
Peinadores n-4030b p/ Doffer	40	S/ 32	12	S/ 1,280
Guarniciones encadenadas p/Lickerin v-50	20	S/ 44	12	S/ 880
Costo total				S/ 3,120

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Una vez considerando todos los costos asociados para el desarrollo de los proyectos de mejora enfocada se procede a mostrar los costos totales considerados para el desarrollo de este pilar del TPM.

Tabla 3.35.: Costo por repuestos para el proyecto en Cardas C 4

Costo Total Mejoras enfocadas				
Máquina	Proyecto	Costo Individual	Costo Externo	Costo Total
C-11	Cardas C 1/3	S/ 2,756	S/ 2,415	S/ 3,561
C-12	Cardas C 1/3	S/ 2,756		S/ 3,561
C-13	Cardas C 1/3	S/ 2,756		S/ 3,561
C-14	Cardas C 4	S/ 3,120	S/ 650	S/ 3,770
C-15	Cardas C 4	S/ 3,120	S/ 650	S/ 3,770
C-17	Cardas C 4	S/ 3,120	S/ 650	S/ 3,770
Total				S/ 21,993

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

3.3.4.8. Beneficios de implementación

Los proyectos descritos anteriormente solucionan en gran medida el impacto que se tenía por las partes y repuestos en las máquinas Cardas C 1/3 y C4. Asimismo, la inversión que se tendrá que hacer para ejecutar los proyectos fueron aprobados por la Gerencia general, principalmente por el hecho de que se genera un beneficio en relación a las horas dejadas de perder por paradas no programadas como se puede evidenciar en la siguiente tabla. Los datos de recopilación de las horas por paradas no programadas se extraen del gráfico 2.18. del capítulo 2 del proyecto.

Tabla 3.36.: Beneficios de la implementación de las 5S

Máquina	Total Horas / mes	Disponibilidad
C-11	26.58	93.04%
C-12	15.50	95.94%
C-13	34.00	91.10%
C-14	21.17	94.46%
C-15	36.42	90.47%
C-17	21.50	94.37%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Actualmente, las paradas no programadas por fallas y averías generan un impacto de aproximadamente 26 horas al mes para las Cardas en mención, afectando directamente la producción. Para este caso, se plantea reducir el 20% de dichas horas considerando que no todas las fallas son en base a los repuestos mencionados. Asimismo, se plantea dar a conocer a la Gerencia general la realidad de las máquinas y el cuidado que se debe mantener para asegurar la disponibilidad del equipo para producir.

3.3.5. Desarrollo de Pilar II Mantenimiento Autónomo

El propósito del mantenimiento autónomo requiere que los operadores empleen actividades básicas de mantenimiento. Asimismo, busca romper los paradigmas de que ellos solo deben concentrarse en labores de producción, y de solo actuar como informante ante una anomalía presentada en el proceso. Lo que se propone es involucrar al operario de máquina en actividades de limpieza y lubricación para que sus equipos se encuentren en condiciones correctas.

Lo que se pretende con la implementación del mantenimiento autónomo es romper esta situación y buscar paulatinamente que el operador de máquina se comprometa e involucre con algunas labores de mantenimiento básicas, para lo cual será entrenado y capacitado. Actualmente, las tareas de limpieza superficial de máquina están delegadas a los operarios, sin embargo, estas no se cumplen ni se respetan. Se propone reformar lo que en un momento fue establecido, para formular correctamente la implementación del TPM. Para llevar a cabo la implementación del mantenimiento autónomo se va a seguir los siguientes pasos.

Tabla 3.37.: Pasos para la implementación del mantenimiento autónomo

Pasos	Actividades	Propuesta
1	Limpieza de los equipos	Cronograma de limpieza de equipos
2	Lubricación de equipos	Cronograma y plan de lubricación
3	Procedimientos de Limpieza y Lubricación	Diseño Cartillas de Limpieza
4	Control de actividades	Diseño de formatos y Checklist
5	Capacitación del personal	Capacitar a los operadores de máquina y los supervisores de Hilandería

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5.1. Paso 1. Limpieza de equipos

Las actividades de limpieza son necesarias en la empresa, ya por el hecho de evitar contaminación entre tipos de fibras de algodón y evitar reclamos futuros en los productos finales. Actualmente, existen dos tipos de limpieza una es superficial y la otra profunda. La primera como se menciona se realiza en la medida de lo posible por las partes externas del equipo y están delegadas al operador de máquina. La segunda limpieza es realizada por los técnicos de mantenimiento, debido a que es necesario en ocasiones desarmar las máquinas para poder profundizar en la limpieza requerida. Es vital mantener ambas limpiezas y deben ser ejecutadas en el menor tiempo posible.

Actualmente, no existe un control de las actividades de limpieza del operador de máquina, la mayoría de ocasiones no se respeta la limpieza necesaria en cada equipo, además, no hay evidencia ni supervisión por parte de los encargados de hilandería en hacer respetar estas labores. Es importante poder concientizar al personal que estas tareas son vitales para contar con un producto final de calidad.

Se propone la implementación de un programa de limpieza correspondiente a las máquinas de Preparatoria Hilandería, para tal efecto el mantenimiento autónomo propone trabajar con los operadores de la máquina, y desarrollar en ellos diferentes habilidades que ayuden a conservar y mantener el estado de los equipos. Para lograr el objetivo se requiere el compromiso de los supervisores de Hilandería para que se respete la programación y se haga efectiva la limpieza. Evaluando la situación actual de las máquinas de Preparatoria Hilandería y el comportamiento de la programación de producción en ellas, es que se define el siguiente programa de limpieza semanal a cargo del operario de máquina. Cabe indicar que se dan limpieza en todos o en algunos de los tres turnos en los que trabaja la planta.

Tabla 3.38.: Programa semanal de limpieza por máquina en Preparatoria Hilandería

Máq	Turno	SEMANA						
		L	M	X	J	V	S	D
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
B-1	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T	P	P	P	P	P	P	
B-2	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T	P	P	P	P	P	P	
C-1	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-2	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-3	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-4	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-5	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-6	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-7	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-8	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-9	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
Máq	Turno	SEMANA						
		L	M	X	J	V	S	D
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
C-10	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-11	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-12	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-13	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-14	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-15	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-16	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-17	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-18	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-19	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
C-20	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
Máq	Turno	SEMANA						
		L	M	X	J	V	S	D
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
C-21	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
M-1	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
M-2	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
M-3	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
M-4	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
M-5	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
M-6	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
M-7	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
M-8	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T							
	3T							
M-9	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T	P	P	P	P	P	P	
M-10	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T	P	P	P	P	P	P	
Máq	Turno	SEMANA						
		L	M	X	J	V	S	D
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
M-11	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T	P	P	P	P	P	P	
R-1	1T							
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T							
E-1	1T							
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T							
E-2	1T							
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T							
E-3	1T							
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T							
P-1	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T	P	P	P	P	P	P	
P-2	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T	P	P	P	P	P	P	
P-3	1T	P	P	P	P	P	P	
	2T	P	P	P	P	P	P	
	3T	P	P	P	P	P	P	

* De presentarse un cambio de material, la máquina debe ser limpiada sin considerar la programación establecida.

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

3.3.5.2. Paso 2. Lubricación de equipos

Las actividades de lubricación son realizadas por el personal de Mantenimiento actualmente, sin embargo, se ha observado que existen tareas que no involucran gran destreza ni esfuerzo que podrían ser desarrolladas por los operadores de máquina.

Se propone crear un programa de lubricación para que sea ejecutado por el mismo operador en las máquinas de la zona Preparatoria Hilandería. Para su ejecución se propone programar las actividades de lubricación entre 15 días a un mes, dependiendo del tipo de máquina. Asimismo, se considera capacitar previamente a los operadores para llevar a cabo correctamente las tareas.

El proceso de lubricación es importante para el correcto funcionamiento de los equipos y es necesario mantener un control permanente y cumplimiento a cabalidad. En esta propuesta solo se está considerando tareas sencillas de lubricación que no presentan dificultad y de rápida ejecución. Lo que se pretende es evitar que las máquinas paren por temas de falta de lubricación. Entre estas actividades se está definiendo el trabajo en las cajas de engrase y lubricación de las máquinas, a la vez se propone que los operadores completen sus hojas de producción considerando el tiempo demandado para la lubricación respectiva.

A continuación, se va a presentar el programa mensual de lubricación para las máquinas de la zona Preparatoria Hilandería.

Tabla 3.39.: Programa mensual de lubricación por máquina en Preparatoria Hilandería

			PROGRAMA MENSUAL DE LUBRICACION DE MÁQUINAS - OPERARIOS																																																			
			2018																																																			
Máq	Zona a lubricar	Parte a lubricar	ABRIL				MAYO					JUNIO				JULIO				AGOSTO					SETEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE					DICIEMBRE																
			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	49	50	51	52													
B-1	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a rodamientos		P				P					P				P				P				P				P				P										P											
	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a chumaceras		P				P					P				P				P				P				P				P										P											
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en cilindros		P				P					P				P				P				P				P				P										P											
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en engranajes		P				P					P				P				P				P				P				P										P											
C-1	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a cojinetes			P				P				P				P				P				P				P				P										P				P							
	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a chumaceras			P				P				P				P				P				P				P				P										P				P							
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en cadena			P				P				P				P				P				P				P				P										P				P							
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en engranajes			P				P				P				P				P				P				P				P										P				P							
M-1	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a rodamientos		P				P					P				P				P				P				P				P													P								
	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a chumaceras		P				P					P				P				P				P				P				P													P								
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en cadena		P				P					P				P				P				P				P				P													P								
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en engranajes		P				P					P				P				P				P				P				P													P								
R-1	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a cojinetes			P				P				P				P				P				P				P				P													P				P				
	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a chumaceras			P				P				P				P				P				P				P				P													P				P				
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en engranajes			P				P				P				P				P				P				P				P													P				P				
E-1	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a rodamientos				P				P				P				P				P				P				P				P												P								
	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a chumaceras				P				P				P				P				P				P				P				P												P								
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en unión peines				P				P				P				P				P				P				P				P												P								
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en engranajes				P				P				P				P				P				P				P				P												P								
P-1	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a rodamientos		P				P					P				P				P				P				P				P																P					
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de engrase a poleas		P				P					P				P				P				P				P				P																P					
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en cojinetes		P				P					P				P				P				P				P				P																P					
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en engranajes		P				P					P				P				P				P				P				P																P					

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

3.3.5.3. Paso 3. Procedimientos de Limpieza y Lubricación

Con el fin de facilitar la comprensión y capacitación al personal operativo, se han desarrollados cartillas de limpieza y lubricación en las cuales se detalla el paso a paso a ejecutar cuando se debe realizar una de estas tareas. Asimismo, en las cartillas se detallan los elementos necesarios para desarrollar con éxito las tareas definidas, entre los cuales tenemos:

- Zonas de limpieza o lubricación
- Tareas a realizar
- Tiempos de ejecución
- Materiales o herramientas
- Aditivos y sustancias

Las tareas de limpieza y lubricación son realizadas por solo una persona en cada máquina, en este caso cada operador de máquina es el responsable de ejecutar estas actividades, y está encargado de reportar al supervisor de turno cualquier anomalía encontrado durante la ejecución de la limpieza o lubricación. Asimismo, el supervisor es responsable de hacer cumplir la programación establecida para cada actividad de limpieza o lubricación por máquina. A continuación, se presentan un ejemplo de cartilla de limpieza y de lubricación desarrollados para la estandarización de dichas actividades.

Asimismo, se plantea controlar el desarrollo de las tareas de limpieza y lubricación mediante checklist, los cuales serán llenados por los operadores de maquina una vez terminada la actividad programada. El supervisor de turno es el encargado de velar por el cumplimiento de las actividades, así como llevar el control del llenado de estos formatos para lograr con éxito estas tareas.

Tabla 3.40.: Cartilla de Limpieza para máquina Manual en la zona de Preparatoria Hilandería

CARTILLA DE LIMPIEZA
ÁREA: <input type="text" value="HILANDERÍA"/>		EQUIPO: <input type="text" value="MANUALES"/>		IDENTIFICACIÓN: <input type="text" value="MAN-HILD-LIM-CART-001"/>		EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL: <input type="text" value=""/>		RIESGOS ESPECÍFICOS: <input type="text" value=""/>		ADITIVOS Y SUSTANCIAS: <input type="text" value=""/>					
SUB PROCESO: <input type="text" value="PREPARATORIA"/>		ASIGNADO A: <input type="text" value="OPERARIO MANUARISTA"/>		VERSIÓN: <input type="text" value="1.0"/>		PÁG. <input type="text" value="1"/> DE <input type="text" value="1"/>									
ZONA DE LIMPIEZA		ACCIÓN A REALIZAR		PARÁMETRO		MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS		EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL		ADITIVOS Y SUSTANCIAS
1 CABEZAL DE MANDO		1.1 Abrir cubierta y aperturar tren de rodillos superiores (cots) 1.2 Limpiar rodillos superiores (cots) con (Remoja merma) 1.3 Cerrar tren de rodillos superiores (cots) y cubierta		Libre de fibras y residuos de color oscuro		1 min.		Cinta (merma)		Tapones auditivos		Agua fría
2 PORTABOT E Y SALIDA DE CINTA DE MANUAR		2.1 Aplicar Bronce a escobilla 2.2 Pasar escobilla a través de coiler		2.5 min.		Cinta (merma)		Mascarilla plana		Golpes		Limpiador de metales
2.3 Pasar manguera (Un extremo) a través de coiler (En seco) 2.4 Aplicar talco a manguera (El otro extremo)				Escobilla
2.5 Pasar manguera (Otro extremo) a través de coiler (Aprox. Hasta la mitad de la) 2.6 Aplicar talco a merma				Manguera con algodón (Un extremo para talquear y el otro solo para pasar)				Lesión musculoesquelético		Talco Industrial
2.7 Pasar merma talqueada a plato de prensabotes											

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.41.: Cartilla de Lubricación para máquina Pabilera en la zona de Preparatoria Hilandería

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center; background-color: #FFD700; padding: 5px;"> CARTILLA DE LUBRICACIÓN </div> <div style="text-align: right;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div> ÁREA: HILANDERÍA SUB PROCESO: PREPARATORIA </div> <div> EQUIPO: PABILERA N°5 ASIGNADO A: OPERARIO PABILERO </div> </div> </div> </div>									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.42.: Checklist de Limpieza diaria por máquina para la zona de Preparatoria Hilandería

		CHECKLIST DE LIMPIEZA DIARIA POR MÁQUINA													
		Semana _____													
Máq	Turno	L		M		X		J		V		S		D	
		1		2		3		4		5		6		7	
		Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.
	1T														
	2T														
	3T														
		Semana _____													
Máq	Turno	L		M		X		J		V		S		D	
		8		9		10		11		12		13		14	
		Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.
	1T														
	2T														
	3T														
		Semana _____													
Máq	Turno	L		M		X		J		V		S		D	
		15		16		17		18		19		20		21	
		Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.
	1T														
	2T														
	3T														
		Semana _____													
Máq	Turno	L		M		X		J		V		S		D	
		22		23		24		25		26		27		28	
		Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.
	1T														
	2T														
	3T														
		Semana _____													
Máq	Turno	L		M		X		J		V		S		D	
		30		31		1		2		3		4		5	
		Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.	Hora	Respo.
	1T														
	2T														
	3T														

* El Operario de turno debe de realizar la limpieza de la máquina respecto la programación determinada. El Supervisor del primer turno es encargado de validar el llenado de este formato

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.43.: Checklist de Lubricación por máquina para la zona de Preparatoria Hilandería

			CHECKLIST DE LUBRICACIÓN MENSUAL POR MÁQUINA											
			2018											
Máq	Zona a lubricar	Parte a lubricar	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
			Fecha	Respo.	Fecha	Respo.	Fecha	Respo.	Fecha	Respo.	Fecha	Respo.	Fecha	Respo.
B-1	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a rodamientos												
	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a chumaceras												
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en cilindros												
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en engranajes												
Máq	Zona a lubricar	Parte a lubricar	JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
			Fecha	Respo.	Fecha	Respo.	Fecha	Respo.	Fecha	Respo.	Fecha	Respo.	Fecha	Respo.
B-1	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a rodamientos												
	ZONA DE ENGRASE	Punto de engrase a chumaceras												
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en cilindros												
	ZONA DE LUBRICACION	Punto de aceite en engranajes												

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Los checklist presentados anteriormente ayudarán a controlar y asegurar la ejecución de las tareas de limpieza y lubricación por parte de los operadores de máquinas, asimismo, facilitan a los miembros de hilandería a programarse de acuerdo a sus actividades diarias, y no solo concentrarse en las funciones operativas. La correcta aplicación de lo desarrollado asegurará el éxito en la implementación del pilar de Mantenimiento Autónomo.

3.3.5.4. Costos de implementación

Para llevar a cabo la implementación del pilar de Mantenimiento Autónomo es necesario una inversión inicial en capacitación y suministros para la limpieza y lubricación de las máquinas. Se está considerando capacitar a todo el personal operativo de la zona de Preparatoria Hilandería, a los supervisores y al personal de Mantenimiento asignado a esta zona.

Tabla 3.44.: Costos totales para la implementación del Mantenimiento Autónomo

COSTO Mantenimiento Autónomo	
Capacitación Mtto. Aut. Operarios	S/ 1,038.00
Capacitación Mtto. Aut. Técnicos	S/ 459.84
Capacitación Mtto. Aut. Superv. Hil.	S/ 410.88
Gabinetes de madera	S/ 600.00
Accesorios de limpieza	S/ 1,850.00
Accesorios de lubricación	S/ 2,200.00
Total	S/ 6,558.72

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Las horas de capacitación son acorde al costo de hora hombre actual de los técnicos, operarios y supervisores de Hilandería, asimismo tienen una duración de 8 horas y se considera realizarse fuera del turno de trabajo. Los costos por accesorios son por la adquisición de trapos industriales, lubricantes, aceites y grasas necesarias para los equipos, los cuales serán almacenados en gabinetes de madera.

3.3.5.5. Beneficios de implementación

La ventaja de la implementación del mantenimiento autónomo parte de la necesidad de reducir el impacto que se tiene en base a las causas que generan las paradas no programadas en máquinas. Actualmente, existen paradas no programadas por la falta de limpieza y lubricación en máquinas. Estas tareas son delegadas al área de Mantenimiento en la actualidad, por lo que se propone involucrar al personal operativo y generar con eso la posibilidad de reducir el impacto en horas con el que se cuenta por descuido en el cumplimiento de las tareas de limpieza y lubricación. Con ayuda de esta implementación el objetivo será reducir completamente dichos conceptos, ya que el enfoque que se busca con el mantenimiento autónomo es lograr un cambio conductual en los colaboradores, y esto solo se logra si se tiene dedicación en el cumplimiento de las tareas y mediante un proceso a largo plazo. A continuación, se presenta el impacto de horas por paradas no programadas por la falta de limpieza y lubricación en los equipos de la zona de Preparatoria Hilandería. Los datos de recopilación de las causas presentadas se extraen de la tabla 2.16. del capítulo 2 del proyecto.

Tabla 3.45.: Costos totales para la implementación del Mantenimiento Autónomo

Causas raíces de paradas no programadas	Nº horas/mes
Falta de limpieza de máquinas	44.0
Falta de lubricación de equipos	38.4
Total	82.4

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Actualmente, estos dos conceptos generan un impacto de 82 horas al mes, afectando directamente la producción. Se plantea inicialmente reducir en un 50% el impacto generado, y aumentar el objetivo con el paso de la implementación en la zona de Preparatoria Hilandería.

3.3.6. Desarrollo de Pilar III Mantenimiento Planificado

La presencia de paradas no programadas en las máquinas de Preparatoria Hilandería es un síntoma de la falta de mantenimiento preventivo en los equipos. Claramente, el plan actual con el que se desarrollan las actividades preventivas no favorece a la necesidad de intervenciones que demandan las máquinas. El tercer pilar de mantenimiento planificado pretende optimizar el proceso de mantenimiento y así lograr reducir costos operativos y tiempos. Contar con un buen mantenimiento preventivo impacta directamente en la reducción de las paradas no programadas. Definitivamente, involucra una inversión contar con mantenimiento preventivos, sin embargo, el beneficio generado por contar con equipos disponibles para producción es mucho mayor a lo invertido.

Tabla 3.46.: Plan actual de mantenimiento preventivo para la zona de Preparatoria Hilandería

		Plan de Mantenimiento Preventivo Preparatoria																							
Equipo	Máquina	Ene	C	Feb	C	Mar	C	Abr	C	May	C	Jun	C	Jul	C	Ago	C	Set	C	Oct	C	Nov	C	Dic	C
batan	Batan 1	1						1						1						1					
	Batan 3	1						1						1						1					
manuar	(Manuar D1)(1,2,3,5,7,9)	6						6						6						6					
	(Manuar D30)(4)	1						1						1						1					
	(Manuar D35) (6,8)	2						2						2						2					
cardas	(c1/2) (1,2,3,9)			4						4						4						4			
	(c 1/3)(4,5,6,7,8,10,17)			7						7						7						7			
	(c 4, línea Nueva)(11-16)			6						6						6						6			
pabileras	(zinsler 670)(6)			2						2						2						2			
	(zinsler 670)(7)			2						2						2						2			
	(zinsler 660)(8)									2						2						2			
peinadoras	(E65-1)					1						1						1						1	
	(E65-2)					1						1						1						1	
	(E65-3)					1						1						1						1	
	Vouk (1)					1						1						1						1	
Reunidora	1(E32)					1						1						1						1	

Fuente: Empresa

Como se puede observar, el plan de mantenimiento preventivo que se mantiene en la empresa cuenta con una frecuencia trimestral en todos los equipos. Es evidente, que la planificación de los preventivos no va acorde a la necesidad de intervención de los equipos. En otras palabras, no se puede dar seguridad de tener disponible una máquina ya que la ocurrencia de fallas es mayor al

tiempo de planificación preventiva. Existen muchas variables que generan la presencia de fallas en los equipos, pero entre la que más destaca es la antigüedad de las máquinas. Un equipo deja de ser confiable en la medida que pasan los años desde su fecha de fabricación; una máquina con muchos años de antigüedad requerirá de mayores intervenciones por mantenimiento, y por ende la frecuencia de mantenimiento preventivo deberá ir acorde a esta necesidad. Asimismo, la programación de producción debe considerar este factor para no desarticular los compromisos en fecha con los clientes.

El desafío de la empresa es poder establecer un plan de mantenimiento preventivo de acuerdo a las necesidades de las máquinas. Gracias al diagnóstico realizado es posible conocer la variabilidad en aparición de fallas en las máquinas de Preparatoria Hilandería, y en base a estos datos se plantea establecer un adecuado plan mantenimiento preventivo que logre reducir la presencia de fallas y paradas no programadas, así como la reducción de los costos de mantenimiento y la agilización en las tareas programadas para la intervención de máquinas.

Para definir la frecuencia en intervención de mantenimiento preventivo se requiere considerar los siguientes criterios:

- Frecuencia de fallas inesperadas.
- Necesidad de intervención.
- Facilidad de entrega por Producción.
- Experiencia de forma de trabajo.

Tabla 3.47.: Plan anual propuesto de mantenimiento preventivo para la zona de Preparatoria Hilandería

[illegible]

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

El plan de mantenimiento preventivo anual considera a todas las máquinas de la zona Preparatoria Hilandería y define la frecuencia de intervención de acuerdo a la necesidad de cada familia de máquinas.

Tabla 3.48.: Plan actual de mantenimiento preventivo para la zona de Preparatoria Hilandería

Máquinas	Frecuencia Mtto. Preventivo
Batanes	Semestral
Cardas	Mensual
Manuares	Semanal
Reunidora	Semanal
Peinadoras	Semanal
Pabileras	Cada tres semanas

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

De igual modo, para poner en marcha la integración del nuevo plan de mantenimiento preventivo se realiza una programación mensual que tendrá que ser validada por las jefaturas de Hilandería, Control de Calidad y Mantenimiento.

Tabla 3.49.: Programa mensual propuesta de mantenimiento preventivo

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - PREPARATORIA HILANDERÍA																																			
	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35
1T	AC3	PB7	P1	P2	P3			PB6	P1	P2	P3	PB8			PB7	C10	P1	P2	P3			AC3	PB6	P1	P2	P3			PB7	P1	P2	P3	PB8		
1T			C2	C3	C6				C7	C8	C9					C11	C13	C14	C15					C4	C5	CX				C17	C19	C20			
1T																C12																			
2T	R1	M4	M6	M8	M11			R1	M4	M6	M8	M11			R1	M4	M6	M8	M11			R1	M4	M6	M8	M11			R1	M4	M6	M8	M11		
2T																																			
2T																																			
3T	M5		M9		M10			M5		M9		M10			M5		M9		M10			M5		M9		M10			M5		M9		M10		
3T																																			
3T																																			

P

PEINADORAS

C

CARDAS

PB

PABILERAS

R

REUNIDORA

M

MANUARES

AC3

APERTURA C3

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Asimismo, para ejecutar la programación de mantenimiento preventivo es necesario crear ordenes de trabajo para cada tipo de máquina, con el fin de que el Técnico de Mantenimiento sepa que actividades realizar en cada intervención, considerando los repuestos y suministros utilizados, y estableciendo las horas empleadas para cada tarea. Estas órdenes sirven como sustento para validar el trabajo efectuado por Mantenimiento, y deben ser validadas por los supervisores de hilandería en turno y los controlistas de Calidad presentes.

Tabla 3.50.: Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo para Cardas

F-87 actualizado al 04/06/18				
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO			Nro.: _____	
Fecha: _____			Turno: _____	
Máquina:	Carda C3 _ _	Integrante 1:		
Localización:	Hilandería	Integrante 2:		
Sublocalización:	Preparatoria	Integrante 3:		
Tipo de tarea:	Mtto. Preventivo - Limpieza	Hora Inicio:		
Frecuencia:	Mensual	Hora Fin:		
N°	Lista de Actividades	Hora Inicio	Hora Fin	✓
1	Limpiar la salida con rollerpicker y limpiar cuchillas			
2	Limpiar la maquina completa incluyendo filtro previo			
3	Limpieza de guarniciones (chapones y doffer)			
4	Cambiar aceite en todos los engranajes de baño y engrasar rodajes			
5	Limpiar cadenas y rodillos superiores (chapones) y cajas de mando			
6	Limpieza de coiler (huaípe humedo o solvente)			
7	Limpiar y lubricar manualmente la cadena de chapones y chapa de fondo			
8	Limpiar y engrasar ruedas dentadas del dispositivo desprendedor			
9	Revisar nivel de caja de mando de chapones móviles.			
10	Limpiar interna de correa mando maquina y cadena mando Cilindro inferior			
11	Lubricar engranajes, soporte de rodillo alimentador y del gran tambor			
12	Lubricar soporte del dofer, polea del gran tambor y distribuidor (centinela)			
13	Limpiar y controlar funcionamiento de llenador de tachó.			
14	Verificar regulaciones en máquina			
15	Eliminar el material acumulado en los lados del tambor, doffer y linkerín			
N°	Repuestos e insumos utilizados	Cantidad	U.M.	N° Requerimiento
1				
2				
3				
4				
5				
Observaciones o recomendaciones:				
* En caso no se cumpliese una actividad de la lista, detallar el motivo en esta sección.				
Consideraciones				
1 - Use sus EPP's; Coloque cartel de Maquina en Mantenimiento; Bloquear alimentación de energía eléctrica al Equipo; Delimite el área de trabajo.				
2 - Dejar el área limpia y libre de repuestos o sobrantes, waype, aceite o grasa.				
_____ V°B° Encargado de Grupo		_____ V°B° Control Calidad		_____ V°B° Sup Hilandería

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

En el anexo 6 se presentan las ordenes de trabajo generadas para cada tipo de máquina dentro de la zona de Preparatoria Hilandería. Asimismo, cada intervención programada involucra un costo de mantenimiento que está en base a materiales y suministros utilizados. Se propone calcular el estimado de inversión requerida para cada intervención

3.3.6.1. Costos de implementación

Para lograr la implementación de los planes de mantenimiento preventivos se requiere de una inversión por cada intervención en máquina. Al ser tareas programadas, se conoce cuáles son los materiales y suministros que intervienen para la ejecución de las tareas. Asimismo, se plantea calcular los costos necesarios para la ejecución de los mantenimientos previsto en base a los requerimientos solicitados por los Técnicos de Mantenimiento.

Tabla 3.51.: Costo de mantenimiento preventivo para los Manuares

Máquina: Manuar				
Requerimiento	Und	Cantidad	Precio S/.	Costo S/.
Trapo industrial	Und	1	S/ 3.00	S/ 3.00
Grasa LGT 3/18	Kg	2	S/ 16.50	S/ 33.00
Aceite Omala 220	Gl	1	S/ 17.20	S/ 17.20
Gasolina	Gl	2	S/ 14.00	S/ 28.00
Costo Total por semana				S/ 81.20
Costo Total por cuatro semanas				S/ 324.80

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.52.: Costo de mantenimiento preventivo para la Reunidora

Máquina: Reunidora				
Requerimiento	Und	Cantidad	Precio S/.	Costo S/.
Trapo industrial	Und	1	S/ 3.00	S/ 3.00
Grasa LGT 3/18	Kg	1	S/ 16.50	S/ 16.50
Aceite Omala 220	Gl	1	S/ 17.20	S/ 17.20
Gasolina	Gl	1.5	S/ 14.00	S/ 21.00
Costo Total por semana				S/ 57.70
Costo Total por cuatro semanas				S/ 230.80

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.53.: Costo de mantenimiento preventivo para las Peinadoras

Máquina: Peinadora				
Requerimiento	Und	Cantidad	Precio S/.	Costo S/.
Trapo industrial	Und	1	S/ 3.00	S/ 3.00
Grasa LGT 3/18	Kg	2	S/ 16.50	S/ 33.00
Aceite Omala 220	Gl	1.5	S/ 17.20	S/ 25.80
Grasa Rodax	Kg	1	S/ 24.00	S/ 24.00
Gasolina	Gl	1.5	S/ 14.00	S/ 21.00
Costo Total por semana				S/ 106.80
Costo Total por cuatro semanas				S/ 427.20

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.54.: Costo de mantenimiento preventivo para las Cardas

Máquina: Carda				
Requerimiento	Und	Cantidad	Precio S/.	Costo S/.
Trapo industrial	Und	1	S/ 3.00	S/ 3.00
Grasa LGT 3/18	Kg	1.5	S/ 16.50	S/ 24.75
Aceite Omala 220	Gl	2	S/ 17.20	S/ 34.40
Gasolina	Gl	1.5	S/ 14.00	S/ 21.00
Costo Total por mes				S/ 83.15

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.55.: Costo de mantenimiento preventivo para las Pabileras

Máquina: Pabilera				
Requerimiento	Und	Cantidad	Precio S/.	Costo S/.
Trapo industrial	Und	4	S/ 3.00	S/ 12.00
Grasa LGT 3/18	Kg	5	S/ 16.50	S/ 82.50
Aceite Omala 220	Gl	4	S/ 17.20	S/ 68.80
Grasa Rodax	Kg	4	S/ 24.00	S/ 96.00
Thinner	Gl	2	S/ 8.00	S/ 16.00
Regleta de nivel	Und	3	S/ 21.00	S/ 63.00
Costo Total por mes				S/ 338.30

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 3.54.: Costo de mantenimiento preventivo para los Batanes

Máquina: Batan				
Requerimiento	Und	Cantidad	Precio S/.	Costo S/.
Trapo industrial	Und	4	S/ 3.00	S/ 12.00
Grasa LGT 3/18	Kg	5	S/ 16.50	S/ 82.50
Aceite Omala 220	Gl	6	S/ 17.20	S/ 103.20
Gasolina	Gl	1.5	S/ 14.00	S/ 21.00
Grasa Rodax	Kg	6	S/ 24.00	S/ 144.00
Thinner	Gl	2	S/ 8.00	S/ 16.00
Costo Total por semestre				S/ 378.70

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

En los cuadros anteriores se detalla los costos por mantenimiento preventivos por cada tipo de máquina. En ellos se indican los suministros utilizados y las cantidades empleadas. En base a los precios de compra de dichos suministros se puede proyectar los costos que involucran para los mantenimientos preventivos.

3.3.6.2. Beneficios de implementación

El plan de mantenimiento preventivo apoya directamente a reducir las paradas no programadas por fallas en las máquinas. En el diagnóstico descrito en el proyecto se evidencia que entre las causas raíces de las paradas no programadas encontramos la falta de cumplimiento de los mantenimientos preventivos, y la ausencia de un mantenimiento planificado en los equipos de la zona de Preparatoria Hilandería. Lo propuesto con este pilar del TPM es mitigar directamente estas causas y el impacto generado en horas por paralizaciones. Los datos de recopilación de las causas presentadas se extraen de la tabla 2.16. del capítulo 2 del proyecto.

Tabla 3.55.: Costo de mantenimiento preventivo para los Batanes

Causas raíces de paradas no programadas	Nº horas / mes
Descuido en cumplimiento del plan de Mtto. preventivo	104.8
Ausencia de mantenimiento preventivo planificado	77.4
Total	182.2

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se puede observar que existe un impacto de 182 horas al mes por falta de mantenimientos preventivos planificados y descuido en el cumplimiento de los mismos. El desarrollo del Pilar de Mantenimiento Planificado permite contar con máquinas confiables al momento de entrar en producción. Para este caso, se define como primer objetivo reducir en un 50% las horas generadas, y aumentar este valor con el continuo desarrollo de este pilar en un largo plazo.

3.3.7. Desarrollo de Pilar IV Mantenimiento de la Calidad

El pilar de mantenimiento de calidad tiene por objetivo mantener un proceso estable y cada vez con menos defectos, para ello se considera como oportunidad de mejora las diferentes averías o paradas que puedan darse, y los defectos generados durante el proceso de producción. Las máquinas de la zona Preparatoria Hilandería requieren de ajustes mecánicos por cada cambio de material o título a producir. Estos ajustes son definidos por el área de Calidad y ejecutados por un Técnico de Mantenimiento cuando se asigne la orden. En el anexo 7 se presenta la hoja de cambios mencionada.

Figura 3.20.: Extracto de hoja de cambios en Manuares

M / m	400 ✓	METRAJE	3000 ✓
DIAM. DEL EMBUDO VELO	8.0 ✓	ECARTAMENTO ADELANTE	38 ✓
DIAM. DEL EMBUDO CINTA	3.5 ✓	ECARTAMENTO ATRÁS	42 ✓
		PIÑON DE PRE ESTIRAJE	1.28 ✓
20.1 REGULACION	NO ✓	COLOR DE RODILLOS	GRIS ✓
ADAPTACION AUTOMATICA	NO ✓	PIÑON DE TENSION DE MERA	202 ✓ 204
PESO DE LA CINTA SOLO	NO ✓	PIÑON DE TENSION DE VELO	1.01 ✓
CON CAMBIO DE MATERIAL	993 ✓	PIÑON DE TENSION DE FLETA	101.1 ✓
20.3 PTD DE APLICACION			
DE REGULACION			
INTENSIDAD DE REGULACION	98.9% ✓		
ADAPTACION CLASE	85% ✓		
DE FIBRA			
21.1 ADAPTACION PESO DE LA CINTA	NO ✓	PIÑON DE ESTIRAJE	MMI 58 MME 58
		PIÑON DE VELOCIDAD	400 ✓
21.2 LIMITE DE PARO DE A%	NO +1-2.0 ✓	TITULO REAL	
LONGITUD DE MEDICION A%	75 M ✓		
21.3 LIMITE DE PARO DE CV%	NO 4.5 ✓	CV USTER	
VALOR LIMITE DE ESPECTOGRAMA	NO 288% ✓		
21.4 CORREC DE VALOR CV% NOMINAL	1.8% ✓		
PRESION DE RODILLO	6 BAR		

Fuente: Empresa

Los cambios solicitados involucran una serie de ajuste mecánicos dentro de los mecanismos de la máquina. La precisión en los ajustes es importante, una variación en la calibración afectará directamente a la calidad del producto, generando alteraciones.

Las posibles alteraciones que puedan darse se deben mayormente a error en los ajustes. El área de Calidad emplea el uso de un espectrograma que facilita la definición del problema en los productos y permiten analizar las posibles causas. Entre los errores más comunes se tienen:

- Variaciones de masa
- Defectos mecánicos
 - Órganos dañados
 - Cilindros excéntricos dañados
 - Cilindros ovalados dañados
 - Recubrimientos de los cilindros en mal estado
 - Engranajes con dientes defectuosos o sucios
 - Ecartamientos inadecuados en los trenes de estiraje
 - Presión excesiva de los cilindros de estirado
 - Bolsas de estirado mal empalmadas

El espectrograma facilita muchísimo la labor de detección de defectos. Se consigue información para regular o subsanar defectos a lo largo del proceso de hilatura. Sin embargo, en ciertas ocasiones donde el personal de mantenimiento y operadores requieren un análisis profundo de lo sucedido y de acuerdo a las conclusiones proponer las mejoras para evitar que este se repita.

Para tal efecto se propone utilizar la herramienta de análisis de los 5 Porqué y a la conclusión final que se llegue se considerará como una propuesta de mejora para hacer sostenible el proceso. A

continuación, se presenta el formato que se aplicará para el análisis de las máquinas en la zona de Preparatoria Hilandería y se utilizará cada vez que exista una parada considerable que afecte el proceso.

Tabla 3.56.: Formato de los 5 Porqué

	5 ¿Por qué?			
Problema Identificado:				
Equipo:				
Integrantes:	Cargo	Área	Firma	Observaciones
ANALISIS				
¿Por qué?	Respuesta		Solución	
1)				
2)				
3)				
4)				
5)				
Conclusión				

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

El pilar de mantenimiento de calidad tiene como principal objetivo mejorar y mantener las condiciones de los equipos en un punto óptimo donde sea posible alcanzar la meta de "cero defectos", es decir "cero no conformidades de calidad". El identificar primero los posibles defectos generados en las fibras del producto permiten conocer la realidad de la empresa y requieren de medidas de solución permanentes y constantes para lograr al objetivo del pilar.

Este pilar no cuenta con costos asociados en su implementación, ya que se utilizan los medios con los que ya cuenta la empresa, la idea es solo dar una adecuada orientación de solución de problemas por defectos de calidad, y generar propuestas eficaces y eficientes dentro del proceso.

3.3.8. Desarrollo de Pilar V Prevención del Mantenimiento

Al diseñar procesos nuevos, o al adquirir maquinaria nueva se deben seleccionar equipos más sencillos de mantener y más confiables. Esto ayuda a prevenir la necesidad de mantenimiento excesivo; el Pilar de Prevención del Mantenimiento consta básicamente en implementar lo aprendido en las máquinas y procesos nuevos. Desde este pilar se pretende reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento, así como incluir los equipos en proceso de adquisición para que su mantenimiento sea el mínimo.

3.3.8.1. Levantamiento de datos técnicos de máquinas de Preparatoria Hilandería

Como primer paso, se propone recopilar toda la información técnica relacionada a las máquinas con las que actualmente cuenta la zona de Preparatoria Hilandería. Se ha creado un formato de ficha técnica donde se detalla información relevante respecto a las máquinas mencionadas.

Tabla 3.57.: Ficha técnica de máquinas

FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS					
NOMBRE DEL EQUIPO (Ejemplo: Carda 01)					
UBICACIÓN TÉCNICA					
Nombre:		Código:		Zona:	
		Ce. Costo:		Área:	
DATOS PRINCIPALES					
Nombre Técnico:		Modelo:		Año Fabric:	
Marca:		Serie:			
CARACTERÍSTICAS					
Características:		F. Ingreso:			
		F. Operación:			
VISTA FRONTAL DE MÁQUINA					

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Para realizar el levantamiento de información se propone utilizar el siguiente procedimiento donde se detallan responsables, aprobadores e involucrados.

Gráfico 3.2.: Proceso de levantamiento de información técnica

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Asimismo, se requiere plantear un proceso de levantamiento de información técnica de equipos nuevos, para trabajar todo con el mismo enfoque y en base a las consideraciones del Pilar de Prevención del Mantenimiento.

Gráfico 3.3.: Proceso de levantamiento de información técnica de equipos nuevos

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

El contar con fichas técnicas permite reconocer las máquinas y facilitar la capacitación de los nuevos miembros al integrarse al área. Por otro lado, permite sintetizar la información relevante del equipo en un documento oficial, de libre consulta para todos los interesados. Los datos

recopilados en las fichas fueron extraídos de los manuales de máquina, placa y documentos relacionados.

Tabla 3.58.: Ejemplo de Ficha técnica de Carda 01

		FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS			
		CARDA 01			
UBICACIÓN TÉCNICA					
Nombre:	CARDA 01	Código:	02-0001	Zona:	PREPARATORIA
		Ce. Costo:	P120	Área:	HILANDERÍA
DATOS PRINCIPALES					
Nombre Técnico:	CARDA	Modelo:	C1/2	Año Fabric:	1972
Marca:	RIETER	Serie:	1021593-Z3		
CARACTERÍSTICAS					
Características:	ALIMENTACION	F. Ingreso:	17/03/2003		
	POR ROLLOS	F. Operación:	17/03/2003		
VISTA FRONTAL DE MÁQUINA

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Al igual el pilar de mantenimiento de calidad no se presentan costos la implementación, ya que es se utilizan los medios con los que ya cuenta la empresa. A que tener en cuenta que los datos recopilados serán actualizados en el Sistema Logix de la empresa para contar con la información en los registros de paralizaciones que alimentan los miembros del área.

3.3.9. Desarrollo de Indicadores de Gestión de Mantenimiento

Se plantea definir una serie de indicadores que permitirán controlar y medir los resultados de la implementación de los pilares descritos anteriormente. Asimismo, se presenta el objetivo que se busca con cada uno y la fórmula de cálculo en base a los datos con los que se puede contar.

Tabla 3.59.: Indicadores propuestos de gestión de mantenimiento

Indicadores	Objetivo	Fórmula
Disponibilidad	Verificar la disponibilidad de las máquinas para producir	Disponibilidad = $\frac{(TO - TPO)}{TO} \times 100$ TPO= Tiempo Total de trabajo - Tiempo de Paradas Planificadas TO= TPO - Paradas y/o Averías
MTTR	Conocer el tiempo estimado que un equipo estará parado mientras es reparado.	MTTR = (Tiempo total de inactividad por fallas) / (número de fallas)
Avance de tarjetas Rojas	Medir el avance en levantamiento de tarjetas rojas en el área	Avance tarjetas rojas = $\frac{(\text{N}^\circ \text{ de tarjetas solucionadas})}{(\text{N}^\circ \text{ total de tarjetas})} \times 100$
Avance de tareas de limpieza en máquinas	Medir el cumplimiento en las tareas de limpieza designadas a los operarios	Avance limpieza = $\frac{(\text{N}^\circ \text{ de tareas realizadas x semana})}{(\text{N}^\circ \text{ de tareas programadas x semana})} \times 100$
Avance de tareas de lubricación en máquinas	Medir el cumplimiento en las tareas de lubricación designadas a los operarios	Avance lubricación = $\frac{(\text{N}^\circ \text{ de tareas realizadas x mes})}{(\text{N}^\circ \text{ de tareas programadas x mes})} \times 100$
Avance de mantenimiento preventivo	Medir el cumplimiento de los mantenimientos preventivos programados por semana	Avance Preventivo = $\frac{(\text{N}^\circ \text{ de Mtto. Preventivo realizados x semana})}{(\text{N}^\circ \text{ de Mtto. Preventivo programados x semana})} \times 100$

Fuente: Elaboración Propia

3.3.10. Cronograma del proyecto de implementación

A continuación, se presenta el cronograma de trabajo propuesto, esta se basa en desarrollar los 5 pilares planteados del TPM y la aplicación de 5S. Asimismo, el cronograma de implementación será validado mediante una prueba piloto en la zona de Preparatoria Hilandería y se presentarán las evidencias en el capítulo 4 del proyecto.

Tabla 3.60.: Cronograma de implementación del TPM

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

En el capítulo anterior se desarrolla cada uno de los cinco pilares seleccionados del TPM, asimismo, se trabaja la aplicación de las 5S en el área de Mantenimiento. El siguiente paso es validar la propuesta de solución mediante una prueba piloto en la zona de Preparatoria Hilandería, y verificar si se obtienen resultados favorables. Posteriormente, se presentará la validación económica y financiera donde observaremos si el proyecto ejecutado es rentable para la compañía, y en base a los resultados obtenidos del proyecto piloto se validará su efectividad.

4.1. Validación de la propuesta de solución

Partiremos de la implementación del TPM, ya que este engloba el desarrollo de los cinco pilares seleccionados y la aplicación de las 5S.

4.1.1. Proyecto Piloto en Preparatoria Hilandería

La implementación del TPM en la empresa es de largo plazo. El proyecto comenzó a inicios de abril del presente año y semana a semana se vino desarrollando lo propuesto en el plan de implementación. A continuación, se presenta el avance de la implementación del TPM en la empresa, específicamente en el área de Mantenimiento y en la zona de Preparatoria Hilandería.

Tabla 4.1.: Cronograma de implementación del TPM

[illegible]

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Se puede observar que, en la medida de lo posible, el avance de la implementación del TPM ha cumplido con las fechas establecidas para cada actividad. Asimismo, se detalla que se tiene información del avance hasta la semana 37 del mes de Setiembre.

4.1.1.1. Implementación 5S

Del mismo modo como se tiene un cronograma general de implementación del TPM, era importante contar con uno de la aplicación de las 5S. Asimismo, se inició con el proceso de etiquetado en rojo, y comprometiendo al personal a levantar la tarjeta con fechas establecidas. En el capítulo anterior, se presentó una base de seguimiento de tarjetas rojas, en la cual nos permite conocer cuales se mantienen aún sin resolver y cuales ya fueron solucionadas. Esta información se puede encontrar en el anexo 5.

Figura 4.1.: Ejemplo de tarjeta roja

TARJETA ROJA / N°: 4

FECHA: 13/04/18

ÁREA: Mantenimiento

SUB ÁREA: Taller Eléctrico

DESCRIPC.: Herramientas Eléctricas

CATEGORÍA:

MAQUINARIA / EQUIPOS	INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	ENVASES Y EMBALAJES
☐	☒	☐
	INSUMOS / PRODUCTOS	MOBILIARIOS
	☐	☐

MOTIVO:

INNECESARIO	DETERIORADO / DEFECTUOSO
☒	☐
FUERA DE ESPECIFICACIÓN	
☐	

ACCION SUGERIDA

☒	ELIMINAR
☐	REUBICAR
☐	REPARAR
☐	RECICLAR
☐	AGRUPAR EN ESPACIO SEPARADO

COMENTARIO: Clasificar Mal/Bien

FECHA POR CONCLUIR ACCION: 20-05-18

Fuente: Empresa

Asimismo, se ejecutó el programa de limpieza planteado por zonas y delegando las responsabilidades al personal de área. Asimismo, el supervisor de área es responsable de velar por el cumplimiento del plan y de que se ejecuten las labores programadas.

Figura 4.2.: Avance de la programación de limpieza en el taller de Mantenimiento

Fuente: Empresa

Figura 4.3.: Instalación de tachos de colores para eliminar desperdicios

Fuente: Empresa

Del mismo modo, se puede evidenciar los trabajos que se viene realizando en función de las 5S y como se aprecia el taller con los cambios realizados.

Figura 4.4.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona Coneras en taller Mantenimiento

Fuente: Empresa

Figura 4.5.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona mesas de trabajo

Fuente: Empresa

Figura 4.6.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona Eléctricos

Fuente: Empresa

Figura 4.7.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona manuales de máquina

Fuente: Empresa

Figura 4.8.: Resultados de la aplicación de las 5S – Zona manuales de máquina

Fuente: Empresa

Además, la aplicación de auditorías 5S demuestra que el trabajo realizado viene generando resultados favorables. La evaluación obtuvo un resultado de 71/100, considerándose como un buen resultado. El propósito de estas auditorías es mejorar continuamente, ya que en la próxima a realizarse se debe hacer solucionado la resta de puntajes que se obtuvo en la evaluación previa.

Figura 4.9.: Resultados de auditoria 5S en el taller de Mantenimiento

CHECK LIST REVISIÓN 5S		Código	P-54
		F. Vigencia	30/05/2018
		Version	01
MANTENIMIENTO		Página	1 de 1
ZONA:	ELECTRICOS - TALLER		
AREA:	MANTENIMIENTO		
AUDITOR:	V. Bozon		
FECHA:	30/08/18		

TALLER DE MANTENIMIENTO							
N°	ASPECTOS	PUNTAJE					OBSERVACIONES
		T.D.	E.D.	REG.	D.A.	T.A.	
1	Los pisos y pasadizos se encuentran bien señalizados y libres de obstáculos.	☐	☐	☐	☒	☐	
2	Las cajas y armarios de herramientas están ordenados.	☐	☐	☒	☐	☐	
3	Las herramientas se encuentran debidamente codificados, en buen estado y se guardan en ambientes especiales (tableros, estantes, cajas).	☐	☐	☒	☐	☐	
4	Los estantes y anaqueles donde son ubicados los repuestos, insumos y materiales se encuentran clasificados, ordenados y limpios.	☐	☐	☐	☒	☐	
5	Hay un correcto apilamiento de materiales.	☐	☐	☐	☒	☐	
6	Se cuenta con señalización.	☐	☐	☒	☐	☐	
7	Son correctos los recipientes de almacenamiento.	☐	☐	☐	☒	☐	
8	Ausencia de acumulación de polvo.	☐	☐	☐	☒	☐	
9	Se cuenta con los medios para realizar un correcto almacenamiento (andamios, etc).	☐	☒	☐	☐	☐	
10	Se aplica el principio de un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.	☐	☐	☐	☒	☐	
11	Están ordenadas los materiales de acuerdo al tipo.	☐	☐	☒	☐	☐	
12	Los materiales e insumos están clasificados de acuerdo a su compatibilidad y separados en ambientes adecuados	☐	☐	☐	☒	☐	
13	No existen derrames que atenten contra el ambiente y la salud de los trabajadores.	☐	☐	☐	☒	☐	
14	Los ambientes se encuentran bien identificados.	☐	☐	☐	☒	☐	
15	Los cables, toma corrientes y enchufes se encuentran ordenados y protegidos adecuadamente.	☐	☐	☐	☒	☐	
16	Disponen de los extintores suficientes y se encuentran ubicados estratégicamente.	☐	☐	☒	☐	☐	
17	Disponen de los suficientes tachos de basura de acuerdo al código y se ubican estratégicamente.	☐	☐	☐	☒	☐	DE A CONCORDAR EL AN OS LOS TACHOS IMPRINTENDORES
18	Las escaleras y andamios que utilizan para el despacho se encuentran en buen estado, proporcionan la seguridad necesaria y cuentan con los rodapiés.	☐	☐	☒	☐	☐	
19	Los insumos tóxicos, inflamables, corrosivos, explosivos y ácidos, se encuentran debidamente separados, disponen del nombre, rombo de seguridad y se cuenta con las hojas MSDS en el área.	☐	☐	☒	☐	☐	
20	Disponen de los equipos, herramientas y materiales necesarios para hacer la limpieza.	☐	☐	☐	☒	☐	
PUNTAJE							871 BIEN
CALIFICACIÓN TOTAL: [0-30>MUY MALO, [30-50> MALO, [50-70> REGULAR, [70-90> BIEN, [90-100] EXCELENTE. LEYENDA: T.D. (Totalmente en Desacuerdo), E.D. (En Desacuerdo), REG. (Regular), D.A. (De Acuerdo), T.A. (Totalmente de Acuerdo).							

Fuente: Empresa

Como se indica inicialmente, se presenta el cronograma de implementación de 5S utilizado y se detalla el avance que se ha obtenido hasta la fecha.

Tabla 4.2.: Resultados de auditoria 5S en el taller de Mantenimiento

[illegible]

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

4.1.1.2. Implementación Pilar I Mejoras Enfocadas

Para el desarrollo de este pilar, se considera ejecutar dos proyectos de mejora asociados a las cardas C 1/3 y las cardas C 4, las cuales presentaban un nivel crítico con respecto a determinadas piezas de la máquina, luego de su evaluación y análisis AMEF.

En primer lugar, se presenta las mejoras efectuadas para las Cardas C 1/3.

Figura 4.10.: Mejora enfocada en Cardas C 1/3 – Ductos de ventilación

Fuente: Empresa

Figura 4.11.: Mejora enfocada en Cardas C 1/3 – cepillo limpiador

Fuente: Empresa

Figura 4.12.: Mejora enfocada en Cardas C 1/3 – cepillo limpiador

Fuente: Empresa

Figura 4.13.: Mejora enfocada en Cardas C 1/3 – Instalación de cepillo limpiador

Fuente: Empresa

Ahora, se presenta las mejoras efectuadas para las Cardas C 4.

Figura 4.14.: Mejora enfocada en Cardas C 4 – Cambio de Doffer

Fuente: Empresa

Figura 4.15.: Mejora enfocada en Cardas C 4 – Cambio de Linckerin

Fuente: Empresa

Figura 4.16.: Mejora enfocada en Cardas C 4 – Cambio de gran tambor

Fuente: Empresa

Figura 4.17.: Mejora enfocada en Cardas C 4 – Entrega de Carda a Producción

Fuente: Empresa

Ambos proyectos requieren de una inversión importante, pero el beneficio generado es mucho más favorable, por lo que al Gerencia opta por realizarlos. El detalle de los costos y beneficios se encuentra en el capítulo anterior en el desarrollo del Pilar de Mejoras Enfocadas.

4.1.1.3. Implementación Pilar II Mantenimiento Autónomo

En este pilar fue necesario diseñar planes y programas de limpieza y lubricación con los que los operadores de máquina estarían involucrados. La ejecución de estas labores vendría a ser responsabilidad de los operarios, y la supervisión y cumplimiento de las actividades está a cargo del supervisor de Hilandería. Para poder facilitar el desarrollo adecuado de las tareas de limpieza y lubricación fue necesario adquirir un gabinete por familia de equipos para almacenar los suministros a utilizarse en dichas tareas.

Figura 4.18.: Gabinete de madera para almacenamiento de lubricantes

Fuente: Empresa

Figura 4.19.: Pistolas de aire comprimido

Fuente: Empresa

Entre las actividades de limpieza es necesario el uso de aire comprimido para la expulsión de las fibras de algodón restantes en la máquina. Actualmente, cada máquina tiene cerca una manguera de aire comprimido, la cual va facilitar la ejecución de las actividades de limpieza.

De igual manera, es necesario evidenciar la ejecución de las tareas de limpieza y lubricación. Los checklist creados ayudarán a mantener el control de cumplimiento de lo programado. Igualmente, se planteó que los operadores de máquina indiquen en cada registro de producción que llenan, el tiempo invertido en las tareas de lubricación y limpieza que se demande en su turno, teniendo en cuenta la programación individual de cada máquina. A continuación, se presenta un ejemplo de cómo viene trabajándose el control de actividades de limpieza en las Cardas, considerando que la frecuencia determinada para este tipo de máquinas es de realizarse en el primer turno diariamente.

Figura 4.20.: Registro de producción de Carda 04 detallando tareas de limpieza en máquina

CARDAS C-3 - ALIMENTACION DIRECTA						P-12-F-04 Actualizado al 15/04/18	
MAQ. N°: <u>4</u> FECHA: <u>20/03/18</u> I TURNO: OPERARIO: <u>S. R.</u> VELOC. MAG: _____							
PEDIDO	DESCRIPCION DE MATERIAL O PARALIZACION	NE	LOTE	HORA INICIAL	HORA FINAL	# TACHOS	
68543-1	Mues. 2do de C.C. HTP 75% DP/T. 1600g	0.12	1425	7:30	8:40	3	
Chapón: <u>1.20</u> Bajo Carda: <u>0.70</u>				Filtro: _____			
II TURNO: OPERARIO: <u>S. R.</u> VELOC. MAG: _____							
PEDIDO	DESCRIPCION DE MATERIAL O PARALIZACION	NE	LOTE	HORA INICIAL	HORA FINAL	# TACHOS	
68543-1	HTP 75% quinda AP/TENCEL	0.12	1425	9:00	11:00	6	
Chapón: <u>1.40</u> Bajo Carda: <u>0.90</u>				Filtro: _____			
III TURNO: OPERARIO: <u>D. L.</u> VELOC. MAG: _____							
PEDIDO	DESCRIPCION DE MATERIAL O PARALIZACION	NE	LOTE	HORA INICIAL	HORA FINAL	# TACHOS	
68543-1	HTP 75% quinda TENCEL	0.12	1425	11:00	12:00	6	
Chapón: <u>1.20</u> Bajo Carda: <u>0.70</u>				Filtro: _____			

Fuente: Empresa

En el anexo 8, se presenta los registros de producción de batan de rollos N° 1, en el cual se definió como frecuencia de limpieza una vez por turno diariamente.

4.1.1.4. Implementación Pilar III Mantenimiento Planificado

Luego de establecer los nuevos planes de mantenimiento preventivo en la zona de Preparatoria Hilandería, el siguiente paso es la ejecución de los mismos. Previamente, fue necesario validar la frecuencia establecida con las jefaturas de Producción, Control de Calidad y Mantenimiento, dejando constancia con su compromiso en las actividades complementarias que deban ejecutarse.

Figura 4.21.: Validación de programa de Mantenimiento Preventivo en Preparatoria Hilandería

Fuente: Empresa

Una vez validado el programa, el siguiente paso es la ejecución de los mantenimientos preventivos. Para poder evidenciar el cumplimiento de estos es que se crearon las ordenes de trabajo, las cuales detallan las actividades a ejecutarse, los involucrados, y los requerimientos necesarios. De igual manera, este documento debe ser validado posterior a su ejecución por Control de Calidad y el Supervisor de Hilandería de turno. A continuación, se presentan un ejemplo de ordenes de mantenimiento aprobadas, y del mismo modo se muestran las órdenes para cada tipo de máquina considerado en el anexo 9.

Figura 4.22.: Ejemplo de orden de mantenimiento preventivo para Cardas

F-87 actualizado al 04/05/18

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Fecha: 03-02-18 Nro.: _____

Turno: _____

Máquina:	Carda C4 1E	Integrante 1:	José Vega
Localización:	Hilandería	Integrante 2:	Chao Trino
Sublocalización:	Preparatoria	Integrante 3:	
Tipo de tarea:	Mtto. Preventivo - Limpieza	Hora Inicio:	8:00h
Frecuencia:	Mensual	Hora Fin:	11:00h

N°	Lista de Actividades	Hora Inicio	Hora Fin	✓
1	Verificar control de filtro en máquinas con transporte de desperdicio			✓
2	Limpia la salida con rollerpicker y limpiar cuchillas			✓
3	Limpia la maquina completa incluyendo filtro previo			✓
4	Limpieza de guarniciones (chapones y doffer)			✓
5	Cambiar aceite en todos los engranajes de baño y engrasar rodajes			✓
6	Limpia cadenas y rodillos superiores (chapones) y cajas de mando			✓
7	Limpieza de collar (hualpe humedo o solvente)			✓
8	Lavar tubo y rueda de deposición			✓
9	Limpia y lubrica manualmente la cadena de chapones y chapa de fondo			✓
10	Controlar nivel máximo de condensado			✓
11	Limpia y engrasa ruedas dentadas del dispositivo desprendedor			✓
12	Refenar aceite en bomba de lubricacion central			✓
13	Accionar bomba de aceite a mano , verificar flujo de aceite			✓
14	Revisar nivel de caja de mando de chapones móviles.			✓
15	Limpia interna de correa mando maquina y cadena mando Cilindro inferior			✓
16	Lubrica engranajes, soporte de rodillo alimentador y del gran tambor			✓
17	Lubrica soporte del doffer, polea del gran tambor y distribuidor (centinela)			✓
18	Revisar y lubrica cambio del bote y condensador del velo			✓
19	Revisar y lubrica engranajes, cardan y cadena de silo			✓
20	Limpia y controla funcionamiento de llenador de tachó.			✓
21	Verificar regulaciones en máquina			✓
22	Eliminar el material acumulado en los lados del tambor, doffer y linkerín			✓

N°	Repuestos e insumos utilizados	Cantidad	U.M.	N° Requerimiento
1	ACEITE			
2	GRASA			
3	GRASA PARA RODAMIENTOS			
4	HUALPE			
5				

Observaciones o recomendaciones:
 * En caso no se cumpliera una actividad de la lista, detallar el motivo en esta sección.

Consideraciones:
 1 - Use sus EPP's; Coloque cartel de Maquina en Mantenimiento; Bloquear alimentación de energía eléctrica al Equipo; Delimite el área de trabajo.
 2 - Dejar el área limpia y libre de repuestos o sobrantes, waype, aceite o grasa.

V'B Encargado de Grupo V'B Control Calidad V'B Sup Hilanderia

Fuente: Empresa

4.1.2. Validación del proyecto piloto en Preparatoria Hilandería

En base al cronograma de implementación del TPM podemos observar que la implementación de las 5S y los pilares seleccionados se empieza a consolidar a partir del mes de junio del presente año. Es por eso que se define como muestra representativa los meses de junio, julio y agosto para validar el impacto generado por la propuesta de solución. Cabe mencionar, que en esta etapa se evaluará el impacto que generaron las propuestas en base a las horas por paradas no programadas durante ese periodo de tiempo. Como se sabe, la empresa cuenta con un Sistema donde el personal de Mantenimiento registra todas las paralizaciones por fallas que se generan en planta. Tal como se usó esta información en el capítulo dos, se procederá a utilizarla de la misma forma, salvo que en esta ocasión se evaluará el periodo de junio a agosto del presente año. En el anexo 10 se presenta un extracto de la base de recopilación de paradas no programadas durante junio a agosto del 2018.

Se plantea verificar si las horas por paralizaciones que se tuvieron en estos tres meses tuvieron algún cambio o mejoría respecto al promedio de horas generadas por mes en el 2017. Definitivamente, obtener un beneficio en la reducción de dichas horas por cada máquina conlleva a dar por válida la implementación del TPM en la empresa, y asegura que se están manejando correctamente los controles que se plantearon.

En el siguiente cuadro se procede a presentar el análisis respecto a las horas por paralizaciones que se tuvieron durante el periodo de junio a agosto del presente año. Cabe mencionar que se está comparando lo obtenido con el promedio de horas generadas al mes durante el año 2017, con el fin de verificar si hubo alguna mejoría.

Tabla 4.3.: Análisis de horas por paralizaciones para el periodo de junio a agosto del 2018

		2017			2018					
Familia	Máquina	N° Paradas	Total Hrs Par	Prom Hrs Par/mes	Junio		Julio		Agosto	
					Total Hrs Par		Total Hrs Par		Total Hrs Par	
Batan	BA 01	67	175	14.6	17.5	-2.9	10.5	4.1	13.1	1.5
Batan	BA 03	109	259	21.6	20.8	0.8	12.0	9.6	15.6	6.0
Carda	CA 01	44	232	19.3	19.8	-0.4	20.2	-0.9	12.5	6.8
Carda	CA 02	48	320	26.7	22.9	3.8	23.8	2.9	17.2	9.5
Carda	CA 03	23	144	12.0	12.1	-0.1	15.0	-3.0	9.0	3.0
Carda	CA 04	11	44	3.7	4.0	-0.3	0.0	3.7	3.0	0.7
Carda	CA 05	11	43	3.6	2.8	0.8	2.0	1.6	2.1	1.5
Carda	CA 06	41	231	19.3	19.1	0.1	15.2	4.1	14.3	4.9
Carda	CA 07	77	445	37.1	36.1	1.0	35.2	1.9	25.5	11.6
Carda	CA 08	26	165	13.8	13.2	0.6	10.0	3.8	13.0	0.8
Carda	CA 09	43	286	23.8	24.2	-0.4	18.4	5.4	19.8	4.0
Carda	CA 10	36	215	17.9	19.0	-1.1	15.8	2.1	14.3	3.7
Carda	CA 11	87	319	26.6	30.1	-3.5	27.0	-0.4	22.5	4.0
Carda	CA 12	48	186	15.5	20.5	-5.0	17.5	-2.0	15.4	0.1
Carda	CA 13	71	408	34.0	29.3	4.7	40.2	-6.2	32.0	2.0
Carda	CA 14	63	254	21.2	24.7	-3.5	17.9	3.3	18.5	2.7
Carda	CA 15	70	437	36.4	22.8	13.6	38.4	-2.0	24.8	11.6
Carda	CA 16	19	104	8.7	9.0	-0.3	12.0	-3.3	6.8	1.9
Carda	CA 17	52	258	21.5	22.8	-1.3	30.5	-9.0	17.1	4.4
Manuar	MA 01	9	36	3.0	4.0	-1.0	1.0	2.0	1.0	2.0
Manuar	MA 02	3	6	0.5	0.0	0.5	1.0	-0.5	0.0	0.5
Manuar	MA 03	6	26	2.2	2.0	0.2	4.0	-1.8	0.0	2.2
Manuar	MA 04	24	96	8.0	5.3	2.8	3.0	5.0	3.9	4.1
Manuar	MA 05	40	141	11.8	12.5	-0.8	7.5	4.3	9.4	2.4
Manuar	MA 06	40	170	14.2	18.1	-3.9	8.0	6.2	8.4	5.8
Manuar	MA 07	35	118	9.8	12.8	-3.0	9.0	0.8	9.6	0.2
Reunidora	RE 02	29	102	8.5	4.0	4.5	10.0	-1.5	2.0	6.5
Peinadora	PE 01	47	165	13.8	9.3	4.5	10.8	3.0	7.0	6.8
Peinadora	PE 02	39	102	8.5	5.0	3.5	4.5	4.0	3.8	4.8
Peinadora	PE 03	35	91	7.6	7.0	0.6	3.9	3.7	5.3	2.3
Pabilera	PB 06	29	186	15.5	12.0	3.5	16.8	-1.3	8.0	7.5
Pabilera	PB 07	52	138	11.5	12.3	-0.8	17.8	-6.3	9.2	2.3
Pabilera	PB 08	36	217	18.1	16.3	1.8	15.4	2.7	12.2	5.9
Total			6119	510	491	19	474	36	376	134

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se observa, para cada mes del periodo de evaluación (junio a agosto) se cuenta con un valor total de horas por paralizaciones. En los primeros dos meses, la acumulación de dichas horas no varía mucho del promedio generado al mes durante el año 2017. A partir del tercer mes, se aprecia un cambio más llamativo, reduciéndose la cantidad de horas en aproximadamente 26.3%.

Tabla 4.4.: Variabilidad en las horas por paralizaciones para el periodo en evaluación vs el 2017

Periodo	Horas x Paradas	Diferencia
2017	510	100.0%
Jun-18	490.8	3.8%
Jul-18	474.3	7.0%
Ago-18	376.05	26.3%

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Otro detalle resaltante es que en general las horas por paralizaciones de cada máquina difiere a más o menos del promedio generado durante el 2017, lo cual es normal por el hecho de que no se pueden pronosticar las fallas generadas, ni la dificultad que pueda generar solucionarla. En la tabla 4.3. se ha resaltado de verde las horas dejadas de perder por cada máquina respecto al promedio de horas por paralizaciones del 2017, y con color rojo las horas perdidas y mayores al promedio obtenido para el 2017. Al no tener seguridad de la complejidad que tuviese la falla presentada es que se va generar este tipo de diferencias, sin embargo, al margen de lo mencionado se debe obtener siempre un valor positivo con el transcurso de la implementación.

Tabla 4.5.: Total de horas en Preparatoria Hilandería dejadas de perder respecto al 2017

Periodo	Horas dejadas de perder
Jun-18	19
Jul-18	36
Ago-18	134

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

La mejora en la reducción de horas por paralizaciones se empieza a apreciar con mayor fuerza a partir del tercer mes de implementación, obteniendo un beneficio de 134 horas a favor para producir respecto a lo generado durante el 2017. Podemos concluir que la implementación del TPM y el desarrollo de los pilares seleccionados permite reducir en un 26% el total de horas por paralizaciones que se mantienen en la empresa. A continuación, se procede a evaluar económicamente si la propuesta es favorable respecto al beneficio obtenido.

4.1.3. Evaluación y análisis económico de implementación

En primer lugar, al conocer el beneficio generado por las horas ganadas para producir se procede a calcular el total de horas por cada máquina durante los tres meses de evaluación.

Tabla 4.6.: Total de horas en Preparatoria Hilandería dejadas de perder respecto al 2017

		2018						Hrs ganadas
		Junio		Julio		Agosto		
Familia	Máquina	Total Hrs Par		Total Hrs Par		Total Hrs Par		
Batan	BA 01	17.5	-2.9	10.5	4.1	13.1	1.5	2.6
Batan	BA 03	20.8	0.8	12.0	9.6	15.6	6.0	16.4
Carda	CA 01	19.8	-0.4	20.2	-0.9	12.5	6.8	5.6
Carda	CA 02	22.9	3.8	23.8	2.9	17.2	9.5	16.1
Carda	CA 03	12.1	-0.1	15.0	-3.0	9.0	3.0	-0.1
Carda	CA 04	4.0	-0.3	0.0	3.7	3.0	0.7	4.0
Carda	CA 05	2.8	0.8	2.0	1.6	2.1	1.5	3.9
Carda	CA 06	19.1	0.1	15.2	4.1	14.3	4.9	9.1
Carda	CA 07	36.1	1.0	35.2	1.9	25.5	11.6	14.5
Carda	CA 08	13.2	0.6	10.0	3.8	13.0	0.8	5.1
Carda	CA 09	24.2	-0.4	18.4	5.4	19.8	4.0	9.1
Carda	CA 10	19.0	-1.1	15.8	2.1	14.3	3.7	4.7
Carda	CA 11	30.1	-3.5	27.0	-0.4	22.5	4.0	0.2
Carda	CA 12	20.5	-5.0	17.5	-2.0	15.4	0.1	-6.9
Carda	CA 13	29.3	4.7	40.2	-6.2	32.0	2.0	0.5
Carda	CA 14	24.7	-3.5	17.9	3.3	18.5	2.7	2.5
Carda	CA 15	22.8	13.6	38.4	-2.0	24.8	11.6	23.3
Carda	CA 16	9.0	-0.3	12.0	-3.3	6.8	1.9	-1.8
Carda	CA 17	22.8	-1.3	30.5	-9.0	17.1	4.4	-5.9
Manuar	MA 01	4.0	-1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	3.0
Manuar	MA 02	0.0	0.5	1.0	-0.5	0.0	0.5	0.5
Manuar	MA 03	2.0	0.2	4.0	-1.8	0.0	2.2	0.5
Manuar	MA 04	5.3	2.8	3.0	5.0	3.9	4.1	11.8
Manuar	MA 05	12.5	-0.8	7.5	4.3	9.4	2.4	5.9
Manuar	MA 06	18.1	-3.9	8.0	6.2	8.4	5.8	8.0
Manuar	MA 07	12.8	-3.0	9.0	0.8	9.6	0.2	-1.9
Reunidora	RE 02	4.0	4.5	10.0	-1.5	2.0	6.5	9.5
Peinadora	PE 01	9.3	4.5	10.8	3.0	7.0	6.8	14.2
Peinadora	PE 02	5.0	3.5	4.5	4.0	3.8	4.8	12.3
Peinadora	PE 03	7.0	0.6	3.9	3.7	5.3	2.3	6.6
Pabilera	PB 06	12.0	3.5	16.8	-1.3	8.0	7.5	9.7
Pabilera	PB 07	12.3	-0.8	17.8	-6.3	9.2	2.3	-4.7
Pabilera	PB 08	16.3	1.8	15.4	2.7	12.2	5.9	10.4

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

En la columna naranja se presentan las horas ganadas por cada máquina durante el periodo de evaluación. Cabe mencionar que, no en todos los equipos se obtuvo un beneficio, para algunos casos el comportamiento de horas por paralizaciones fue el mismo y para otros no fue favorable. Ahora lo que se propone es calcular la cantidad de kilos ganados por producir generan estas horas, y posteriormente cuanto es el costo de producción a favor que se obtiene.

Tabla 4.7.: Capacidades y costos de producción por tipo de máquina

Tipo de Máquina	Kg/Hora x Máq	Costo Prod
Batan	142.80	\$ 1.020
Carda	11.58	\$ 0.204
Manuar	91.09	\$ 0.612
Reunidora	78.83	\$ 0.612
Peinadora	82.85	\$ 0.612
Pabilera	107.14	\$ 1.020

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Los datos de capacidades de producción y costos fueron facilitados por el área de contabilidad y consideran la capacidad real de las máquinas en mención. A continuación, se procede a hacer el cálculo correspondiente de kilos ganados y el valor monetario recuperado.

De la tabla 4.7. podemos resumir que con las horas dejadas de perder por paralizaciones en los tres meses de evaluación se logra producir alrededor de 12.2 toneladas de producto en proceso, lo cual representa un valor producción de \$ 8,992 o S/. 29,675.35 en los primeros tres meses de implementación. Este valor servirá para realizar el flujo de caja de los costos de implementación vs lo ganado.

Tabla 4.8.: Total de horas en Preparatoria Hilandería dejadas de perder respecto al 2017

Familia	Máquina	Hrs ganadas	Kg ganados	\$ ganados
Batan	BA 01	2.6	374.85	\$ 382.23
Batan	BA 03	16.4	2,347.28	\$ 2,393.50
Carda	CA 01	5.6	64.30	\$ 13.11
Carda	CA 02	16.1	186.82	\$ 38.10
Carda	CA 03	-0.1	-	-
Carda	CA 04	4.0	46.34	\$ 9.45
Carda	CA 05	3.9	45.62	\$ 9.30
Carda	CA 06	9.1	105.72	\$ 21.56
Carda	CA 07	14.5	167.41	\$ 34.14
Carda	CA 08	5.1	59.09	\$ 12.05
Carda	CA 09	9.1	105.43	\$ 21.50
Carda	CA 10	4.7	54.45	\$ 11.10
Carda	CA 11	0.2	1.88	\$ 0.38
Carda	CA 12	-6.9	-	-
Carda	CA 13	0.5	5.79	\$ 1.18
Carda	CA 14	2.5	28.53	\$ 5.82
Carda	CA 15	23.3	269.36	\$ 54.93
Carda	CA 16	-1.8	-	-
Carda	CA 17	-5.9	-	-
Manuar	MA 01	3.0	273.28	\$ 167.20
Manuar	MA 02	0.5	45.55	\$ 27.87
Manuar	MA 03	0.5	45.55	\$ 27.87
Manuar	MA 04	11.8	1,076.03	\$ 658.33
Manuar	MA 05	5.9	535.17	\$ 327.42
Manuar	MA 06	8.0	728.74	\$ 445.85
Manuar	MA 07	-1.9	-	-
Reunidora	RE 02	9.5	748.89	\$ 458.18
Peinadora	PE 01	14.2	1,174.40	\$ 718.51
Peinadora	PE 02	12.3	1,014.91	\$ 620.94
Peinadora	PE 03	6.6	546.81	\$ 334.55
Pabilera	PB 06	9.7	1,039.33	\$ 1,059.80
Pabilera	PB 07	-4.7	-	-
Pabilera	PB 08	10.4	1,115.68	\$ 1,137.65
Total		188.60	12,207.19	\$ 8,992.53

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 4.9.: Flujo de caja proyectada para la implementación de TPM en la zona de Preparatoria Hilandería

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
AHORROS													
RECUPERACIÓN DE HORAS DE PRODUCCIÓN		S/ 2,983.24	S/ 5,652.45	S/21,039.67	S/29,675.35	S/29,675.35	S/29,675.35	S/29,675.35	S/29,675.35	S/29,675.35	S/ 29,675.35	S/29,675.35	S/29,675.35
INVERSIONES													
COSTO CONTRATACIÓN DE PRACTICANTES (1)	S/ -	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65	-S/ 1,150.65
COSTO CONTRATACIÓN DE PLANNER	S/ -	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25	-S/ 3,196.25
EQUIPO DE COMPUTO	-S/ 2,900.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
COSTO IMPLEMENTACIÓN 5S	-S/ 1,994.52	S/ -	-S/ 99.57	S/ -	-S/ 99.57	S/ -	-S/ 99.57	S/ -	-S/ 99.57	S/ -	-S/ 99.57	S/ -	-S/ 99.57
COSTO HERRAMIENTAS	-S/ 4,625.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
COSTO MEJORA ENFOCADA (PROY 1)	S/ -	-S/ 2,415.00	-S/ 8,268.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
COSTO MEJORA ENFOCADA (PROY 2)	S/ -	-S/ 7,240.00	-S/ 3,620.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
COSTO MANTENIMIENTO AUTONOMO	-S/ 842.00	-S/ 2,000.40	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	-S/ 2,842.40	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
COSTO MANTENIMIENTO PLANIFICADO - MANUALES	S/ -	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00	-S/ 2,871.00
COSTO MANTENIMIENTO PLANIFICADO - PEINADORA	S/ -	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40	-S/ 869.40
COSTO MANTENIMIENTO PLANIFICADO - REUNIDORA	S/ -	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40	-S/ 134.40
COSTO MANTENIMIENTO PLANIFICADO - PABILERAS	S/ -	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20	-S/ 835.20
COSTO MANTENIMIENTO PLANIFICADO - CARDAS	S/ -	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00	-S/ 3,276.00
COSTO MANTENIMIENTO PLANIFICADO - BATAN	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	-S/ 629.40	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	-S/ 629.40
INVERSIONES TOTALES	-S/10,361.52	-S/23,988.30	-S/24,320.47	-S/12,332.90	-S/12,432.47	-S/12,332.90	-S/15,904.27	-S/12,332.90	-S/12,432.47	-S/12,332.90	-S/ 12,432.47	-S/12,332.90	-S/13,061.87
INVERSIONES TOTALES (+10%)	-S/10,879.60	-S/25,187.72	-S/25,536.49	-S/12,949.55	-S/13,054.09	-S/12,949.55	-S/16,699.48	-S/12,949.55	-S/13,054.09	-S/12,949.55	-S/ 13,054.09	-S/12,949.55	-S/13,714.96
FLUJO DE CAJA	-S/10,879.60	-S/22,204.48	-S/19,884.04	S/ 8,090.12	S/16,621.26	S/16,725.81	S/12,975.87	S/16,725.81	S/16,621.26	S/16,725.81	S/ 16,621.26	S/16,725.81	S/15,960.39

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Tabla 4.10.: Flujo de caja proyectada para la implementación de TPM

Beneficio al fin del primer año	S/ 100,825.27
TIR	19.52%
VAN	S/ 28,428.42

Fuente: Empresa (Elaboración Propia)

Como se puede observar, se presenta un beneficio favorable para el cierre del primer año. Y la recuperación de la inversión se da a partir del cuarto mes de implementación. Con esto damos por válido el proyecto.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La disponibilidad actual de las máquinas en la zona de Preparatoria Hilandería de la empresa viene afectada debido a la presencia de fallas y averías en los equipos, y a la poca velocidad de respuesta en su atención por parte del área de Mantenimiento, generando un impacto económico significativo y un elevado número de horas en paralizaciones. La empresa en estudio viene gastando un promedio de S/. 370,000 al año por costos de mantenimiento correctivo para dar solución a las fallas que se presentan en las máquinas, las cuales generan alrededor de 6,119 horas en paralizaciones para la zona de Preparatoria Hilandería y afectan directamente a la disponibilidad de los equipos. Durante los últimos 12 meses, la disponibilidad en máquinas ha disminuido hasta llegar a ser de 90% para ciertos equipos.

Lo que se plantea es solucionar este problema mediante el diseño, desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la metodología TPM permitiendo asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos mediante la aplicación de los conceptos de prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de los miembros del área y de los clientes internos.

Para que esta propuesta sea sostenible en el tiempo fue necesario aplicar inicialmente la filosofía 5S para obtener un área de trabajo limpio, ordenado y el mantenimiento autónomo como base fundamental del TPM.

Asimismo, se desarrollaron los pilares de Mejoras Enfocadas, Mantenimiento Planificado, Mantenimiento de Calidad y Prevención del Mantenimiento, desarrollando en cada uno de ellos programaciones, formatos y controles que aseguren el éxito de una correcta implementación de TPM.

Una vez identificados los costos de implementación y beneficios que se pretender obtener, se realizó una validación de la propuesta de solución, en la que se propuso realizar un proyecto piloto dentro del área en estudio. Asimismo, se recopiló resultados por un periodo de tres meses, obteniendo hasta el 26% de recuperación de horas por paralizaciones. Este valor representa alrededor de 26,000 Soles en productos en proceso, lo que favorece a la empresa y se pretende mantenerlo durante los próximos meses.

Podemos concluir que, fue necesario de implementar una metodología de trabajo como el TPM que logre mejorar la disponibilidad de los equipos, esto permitirá cumplir con el plan de producción con menor tiempo de parada de equipos, y aprovechar en recuperar productividad. De esta manera, la empresa en estudio debe continuar centrando todo su esfuerzo para mantener el liderazgo bajo una estrategia de optimización constante ofreciendo productos de calidad y así lograr obtener beneficios económicos que apoyen directamente a la rentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Armas, K., Baldeón, M. y otros (2017). Diagnóstico Operativo Empresarial de Textiles S.A. (Tesis de magíster). Pontificia Universidad Católica Del Perú, Perú.
- Arvelo, A. (2006). Graficas de control. Venezuela. Recuperado de <http://www.arvelo.com.ve/pdf/graficas-de-control-arvelo.pdf>
- Chandra, P. y T. Shastri (1998). Competitiveness of Indian manufacturing: findings of the 1997 manufacturing futures survey. *Vikalpa* 23(3): 25–36.
- Chinchilla, J. (2009) Diagrama SIPOC. Recuperado de <http://engindustrial.blogspot.com/2009/08/modelo-sipoc.html>
- Cooke, F. L. (2000). Implementing TPM in plant maintenance: some organizational barriers. *International Journal of Quality & Reliability Management* 17 (9): 1003–1016.
- CRUELLES, José (2013) La Teoría de la Medición del Despilfarro. 2º ed. Toledo, España, Artef, S.L.
- Cuatrecasas, L.; Torrell, F. (2014) TPM en un entorno Lean Management. 2da edición. España: Barcelona. Profit Editorial.
- Dinesh, S. y D. Tripathi (2006). Critical study of TQM and TPM approaches on business performance of Indian manufacturing industry. *Total Quality Management & Business Excellence* 17 (7): 811-824.
- Dounce, E. (2014) La Productividad en el mantenimiento industrial. México: Grupo Editorial Patria
- Expotextil Perú 2016 proyecta ventas por US\$100 millones este año (25 de agosto del 2016). Gestión. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/empresas /expotextil-peru-2016-proyecta-ventas-us-100-millones-ano-113494>

- Facho, G. (2017). Mejora de procesos en una empresa textil exportadora mediante la metodología Six Sigma (Tesis de grado) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Fore, S. y Zuze, L. (2010) Mejora de la eficacia total del equipo a través del Mantenimiento Productivo Total. Académica internacional e Investigación Científica e Innovación 4 (1) 2010. Recuperado de <https://waset.org/Publication/improvement-of-overall-equipment-effectiveness-through-total-productive-maintenance/8081>
- Hossen, J.; Ahmad, N. y Ali Mithun, S. (2016) Mejora de la eficiencia global de los equipos de cuaderna a través del mantenimiento productivo total: un caso de textiles. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-017-0783-2>
- Instituto uruguayo de Normas Técnicas. (2009). Herramientas para la mejora de la Calidad. Recuperado de <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>
- Martín-Andino, R. (2006). Análisis y Mejora de Procesos de Negocios. España: EOI.
- Maximize (2010). Algodón en riesgos de mercados – diciembre 2010. Caser, Club de Análisis de Riesgos. Lima, Perú: Maximize.
- Ministerio de Producción del Perú. (2017). Reporte de Producción Manufacturera. Recuperado de <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/oeo-documentos-publicaciones/boletines-industria-manufacturera/item/771-2017-diciembre-reporte-de-produccion-manufacturera>
- Ministerio de Producción del Perú. (2015). Estudio de investigación Sectorial - Sector textil y confecciones. Recuperado de <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/oeo-documentos-publicaciones/documentos-de-trabajo/item/725-textil-y-confecciones>

- Mora, A. (2009) Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Primera edición. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Muñoz, W. (2006). Perú: Tradición textil y competitividad internacional. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Navarro, L.; Pastor, A. y Mugaburu, J. (1997) Gestión Integral de Mantenimiento. Barcelona, España: Marcombo Boixareu.
- Pun, K.F. y Sookdeo, N. (2010). Adoption of an Effectiveness-Centered Approach to Improve Maintenance Operations: a Case Study. *The Journal of the Association of Professional Engineers of Trinidad and Tobago*, 39(1),46-57.
- Sarang, K.; Sadashiv, W., Ravikant, P. (2013) Estudio de Mantenimiento Productivo Total y su enfoque en la implementación de Industrias Hilanderas. Revista Internacional de Ingeniería Tendencias y Tecnología (IJETT) - Volume4Issue5- de mayo de 2013. Recuperado de <http://www.ijettjournal.org/volume-4/issue-5/IJETT-V4I5P85.pdf>
- Sociedad Nacional de Industrias. (2018). Reporte Sectorial, enero 2018 – Industria Textil y Confecciones. Recuperado de <http://www.sni.org.pe/enero-2018-industria-textil-confecciones-2/>
- Sociedad Nacional de Industrias. (2018). Tríptico del Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES), junio 2018 – Industria Textil y Confecciones. Recuperado de <http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2018/06/TRIPTICO-AIEES-TEXTIL.pdf>
- Toskano, G. (2010). El proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones. USMSM Perú. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/data/tesis/basic/toskano_hg/cap3.pdf

- Villena, A. (2017). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/622200>
- Wikoff, D. (2007). Improve all the M's in TPM system. Plant Engineering 61 (12): 21-22.

ANEXOS

Anexo 1: Base de recopilación de paradas no programadas en el 2017.

FECHA	MES	MAQUINA	TUR	HORAS Y MIN	PARALIZACION	TIPO
3/01/2017	Enero	SUESSEN 30	3	08:00:00	Falla del sistema electrónico	Mantenimiento correctivo
6/01/2017	Enero	ZINSER 19	3	04:42:00	Falla del sistema electrónico	Mantenimiento correctivo
6/01/2017	Enero	CARDAS C3 05	2	04:48:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
6/01/2017	Enero	SAN GIORGIO 01	1	01:22:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
7/01/2017	Enero	SUESSEN 21	3	08:00:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
7/01/2017	Enero	CARDAS C3 02	3	02:18:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
8/01/2017	Enero	CARDAS C3 06	2	01:52:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
8/01/2017	Enero	CARDAS C3 04	3	04:24:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
10/01/2017	Enero	CARDAS C3 10	2	04:42:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
10/01/2017	Enero	MANUAR 08	2	02:18:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
12/01/2017	Enero	MANUAR 09	2	07:24:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
12/01/2017	Enero	SUESSEN 27	1	03:14:00	Falla del sistema electrónico	Mantenimiento correctivo
12/01/2017	Enero	SUESSEN 29	2	04:48:00	Falla del sistema electrónico	Mantenimiento correctivo
12/01/2017	Enero	CARDAS C3 02	2	02:18:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
14/01/2017	Enero	CARDAS C3 06	2	06:10:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
15/01/2017	Enero	CARDAS C4 13	3	02:46:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
16/01/2017	Enero	MANUAR 05	2	02:46:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
18/01/2017	Enero	MANUAR 08	2	03:42:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
19/01/2017	Enero	ZINZER 19	1	05:55:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
19/01/2017	Enero	SAN GIORGIO 11	2	02:57:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
20/01/2017	Enero	SUESSEN 22	3	01:26:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
20/01/2017	Enero	REUNIDORA 02	2	04:00:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
20/01/2017	Enero	CARDAS C3 09	3	04:42:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
21/01/2017	Enero	CARDAS C4 13	3	02:18:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
22/01/2017	Enero	BATAN 03	3	02:46:30	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
22/01/2017	Enero	RIETER 30	1	03:56:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
22/01/2017	Enero	RIETER 34	1	01:25:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
23/01/2017	Enero	CARDAS C3 02	1	04:24:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
23/01/2017	Enero	CARDAS C4 12	2	06:42:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
23/01/2017	Enero	MANUAR 07	1	04:31:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
25/01/2017	Enero	MANUAR 08	1	02:18:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
26/01/2017	Enero	BATAN 03	1	03:32:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
26/01/2017	Enero	SUESSEN 28	2	01:14:00	Falla del sistema electrónico	Mantenimiento correctivo
27/01/2017	Enero	SAN GIORGIO 01	1	03:45:00	Falla del sistema electrónico	Mantenimiento correctivo
27/01/2017	Enero	SAN GIORGIO 04	1	02:10:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
27/01/2017	Enero	SUESSEN 29	2	04:37:00	Falla del sistema electrónico	Mantenimiento correctivo
27/01/2017	Enero	SAN GIORGIO 14	1	02:15:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
27/01/2017	Enero	MANUAR 05	1	04:13:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
28/01/2017	Enero	CARDAS C4 13	3	02:28:00	Mant correctivo eléctrico	Mantenimiento correctivo
28/01/2017	Enero	MANUAR 07	1	03:42:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo
28/01/2017	Enero	BATAN 01 MG	3	01:51:00	Mant correctivo mecánico	Mantenimiento correctivo

Anexo 2: Base de recopilación de costos de mantenimiento correctivo durante el año 2017.

C. COSTO	ACTIVO		UBICACIÓN	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO	
				CANT.	COSTO S/.	CANT.	COSTO S/.	CANT.	COSTO S/.	CANT.	COSTO S/.	CANT.	COSTO S/.	CANT.	COSTO S/.	CANT.	COSTO S/.
P110	BATAN				40.78		48.26		956.76		919.82		1,418.34		872.63		2,093.94
	03-0357	BATAN DE ROLLOS CON TABLERO	B BAT03	4.00	40.78	2.00	44.53	13.00	302.85	11.00	847.29	81.10	1,418.34	2.00	191.14	25.50	2,082.58
	03-0006	BATAN DE ROLLOS	B BAT01					11.20	509.82	2.00	72.53	0.00	0.00	16.00	631.91	0.00	0.00
	P110			0.00	0.00	2.00	3.73	5.50	144.09	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	49.58	8.00	11.36
P120	CARDAS				1,719.09		52,593.67		36,022.15		2,750.82		1,671.27		26,194.17		2,177.26
	03-0003	CARDA	LC2-02	4.00	86.05	91.00	16,298.68	2.00	21.26								
	03-0186	CARDA	LC3-06	1.00	8.91	2.00	29.15	1.00	203.16	0.00	0.00	2.00	126.76	92.00	18,616.06	0.00	0.00
	03-0187	CARDA	LC3-07	0.00	0.00	15.00	1,509.95	0.00	0.00			1.00	29.66	1.00	568.00		
	03-0360	CARDA	LC4-12	3.00	213.39	5.00	116.50	2.00	710.81	1.00	184.95	2.00	160.81				
	03-0004	CARDA	LC2-03	0.00	0.00	3.00	69.89	80.00	16,139.88			1.00	188.27			0.00	0.00
	03-0027	CARDA	LC3-09	2.00	636.00					0.00	0.00			0.00	0.00		
	03-0188	CARDA	LC3-08	2.00	33.06	1.00	9.44	3.00	34.33	5.00	58.92				0.00	0.00	0.00
	03-0359	CARDA	LC4-14	5.00	143.44			1.00	25.00			1.00	25.00	5.00	223.34	1.00	186.62
	03-0361	CARDA	LC4-11	0.00	0.00	2.00	15.26	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	636.95
	03-0005	CARDA	LC2-04	1.00	8.91	1.00	10.44	5.00	233.90			0.00	0.00			12.00	534.44
	03-0185	CARDA	LC3-05	1.00	7.26	0.00	0.00	92.00	18,213.70	0.00	0.00						
	03-0519	CARDAS #15	CARDAS15					0.00	0.00	0.00	0.00						
	03-0520	CARDAS #16	CARDAS16	2.00	191.22	5.00	180.00			0.00	0.00	0.00	0.00				
	03-0028	CARDA	LC3-10	0.00	0.00	4.00	27.12	2.00	14.11	0.00	0.00			10.35	757.52		
	03-0358	CARDA	LC4-13	4.00	72.84	97.00	18,129.10			1.00	22.18	9.00	69.50			2.00	169.58
	03-0002	CARDA	LC2-01	1.00	7.26	80.00	15,774.95			1.00	446.20			26.00	2,258.87		
	P120			28.00	310.75	87.05	423.19	132.00	426.00	87.00	2,038.57	1,290.00	1,071.27	275.50	3,770.38	203.00	649.67
P140	MANUALES				2,776.55		20,226.40		2,033.45		1,843.39		15,553.71		1,066.76		1,444.81
	03-0199	01 MAQUINA MANUAR	M MA05	9.00	1,129.60	1.00	32.51	0.00	0.00			8.00	765.36	0.00	0.00	400.00	513.48
	03-0393	01 MAQUINA MANUAR	M MA07	0.00	0.00					0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
	03-0455	MAQUINA MANUAR	M MA07	5.00	381.75	68.00	7,451.07	14.00	537.46	7.00	791.10	3.00	2,487.90	3.00	82.62		
	03-0371	MAQUINA MANUAR	M MA03					0.00	0.00	1.00	35.00			0.00	0.00	0.00	0.00
	03-0392	01 MAQUINA MANUAR	M MA02	0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00				
	03-0443	MAQUINA MANUAR	M MA08	28.00	1,159.14	51.00	8,271.20	9.00	903.30	5.00	800.79	10.00	751.72	10.00	693.95	4.00	75.19
	03-0029	MAQUINA MANUAR	M MA04	0.00	0.00	18.00	1,130.06	2.00	371.60					1.00	185.80		
	03-0372	MAQUINA MANUAR	M MA01														
	P140			14.00	106.06	274.00	3,341.56	24.00	221.09	34.00	216.50	77.00	11,548.73	8.00	104.39	221.00	856.14
P150	REUNIDORA				0.00		43.16		0.00		32.08		0.00		0.00		5,226.17
	03-0509	REUNIDORA-E32 UNILAP	U REU02			6.20	43.16			4.40	32.08	0.00	0.00			24.00	5,226.17
	P150			0.00	0.00						0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
P160	PEINADORA				644.15		198.71		1,200.16		34.54		1,260.18		671.04		23.39
	03-0457	PEINADORA RIETER E65	PEIN02	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	753.07	0.00	0.00	6.00	605.25	0.00	0.00	0.00	0.00
	03-0456	PEINADORA	PEIN01	1.00	125.51	1.00	163.79	1.00	128.03			4.00	39.35			0.00	0.00
	03-0510	PEINADORA RIETER E65 con 8 Cabezal E65	PEIN03			1.00	18.99	0.00	0.00			6.00	446.86	0.00	0.00		
	P160			6.00	518.64	5.00	15.93	20.00	319.06	30.00	34.54	7.50	168.72	15.00	671.04	5.00	23.39
P170	PABILERA				33,771.98		312.61		2,756.95		629.44		330.92		11,179.35		245.07
	03-0442	MAQUINA PABILERA Con 144 Husos	P PAB06	1,884.00	33,747.08	4.00	83.29	5.00	513.75	5.00	95.16	2.70	13.31	4.00	30.10	3.00	39.60
	03-0508	MECHERA ZINSER MD-660 con 108 Husos	P PAB05			0.00	0.00										
	03-0511	MECHERA ZINSER FL670 con 144 Husos FL670	P PAB07	0.00	0.00	1.00	13.20	5.00	2,214.76	25.70	356.93	1.00	28.44	3.00	11,143.15	2.00	26.40
	P170			7.00	24.90	5.00	216.12	6.00	28.44	5.00	177.35	12.00	289.17	3.00	6.10	13.00	179.07

Anexo 3: Lista de máquinas de la zona de Preparatoria Hilandería.

N°	Área	Zona	Familia	Máquina
1	Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 01
2	Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 03
3	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 01
4	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 02
5	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 03
6	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 04
7	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 05
8	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 06
9	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 07
10	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 08
11	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 09
12	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 10
19	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 11
20	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 12
21	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 13
22	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 14
23	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 15
13	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 17
14	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 19
15	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 20
16	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 21
17	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 22
18	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 23
24	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 01
25	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 02
26	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 03
27	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 04
28	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 05
29	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 06
30	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 07
31	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 08
32	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 09
33	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 10
34	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 11
35	Hilandería	Preparatoria	Reunidora	Reunidora 02
36	Hilandería	Preparatoria	Peinadora	Peinadora 01
37	Hilandería	Preparatoria	Peinadora	Peinadora 02
38	Hilandería	Preparatoria	Peinadora	Peinadora 03
39	Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 06
40	Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 07
41	Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 08

Anexo 4: Lista de máquinas y su nueva codificación en la zona de Preparatoria Hilandería.

Nº	Área	Zona	Familia	Máquina	Nro. Planta	Código Mtto
1	Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 01	B-1	LC-H-P-H-B-1
2	Hilandería	Preparatoria	Batan	Batan 03	B-2	LC-H-P-H-B-2
3	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 01	C-1	LC-H-P-H-C-1
4	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 02	C-2	LC-H-P-H-C-2
5	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 03	C-3	LC-H-P-H-C-3
6	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 04	C-4	LC-H-P-H-C-4
7	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 05	C-5	LC-H-P-H-C-5
8	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 06	C-6	LC-H-P-H-C-6
9	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 07	C-7	LC-H-P-H-C-7
10	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 08	C-8	LC-H-P-H-C-8
11	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 09	C-9	LC-H-P-H-C-9
12	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 10	C-10	LC-H-P-H-C-10
19	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 11	C-11	LC-H-P-H-C-11
20	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 12	C-12	LC-H-P-H-C-12
21	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 13	C-13	LC-H-P-H-C-13
22	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 14	C-14	LC-H-P-H-C-14
23	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 15	C-15	LC-H-P-H-C-15
13	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C3 17	C-16	LC-H-P-H-C-16
14	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 19	C-17	LC-H-P-H-C-17
15	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 20	C-18	LC-H-P-H-C-18
16	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 21	C-19	LC-H-P-H-C-19
17	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 22	C-20	LC-H-P-H-C-20
18	Hilandería	Preparatoria	Carda	Carda C4 23	C-21	LC-H-P-H-C-21
24	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 01	M-1	LC-H-P-H-M-1
25	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 02	M-2	LC-H-P-H-M-2
26	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 03	M-3	LC-H-P-H-M-3
27	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 04	M-4	LC-H-P-H-M-4
28	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 05	M-5	LC-H-P-H-M-5
29	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 06	M-6	LC-H-P-H-M-6
30	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 07	M-7	LC-H-P-H-M-7
31	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 08	M-8	LC-H-P-H-M-8
32	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 09	M-9	LC-H-P-H-M-9
33	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 10	M-10	LC-H-P-H-M-10
34	Hilandería	Preparatoria	Manuar	Manuar 11	M-11	LC-H-P-H-M-11
35	Hilandería	Preparatoria	Reunidora	Reunidora 02	R-1	LC-H-P-H-R-1
36	Hilandería	Preparatoria	Peinadora	Peinadora 01	E-1	LC-H-P-H-E-1
37	Hilandería	Preparatoria	Peinadora	Peinadora 02	E-2	LC-H-P-H-E-2
38	Hilandería	Preparatoria	Peinadora	Peinadora 03	E-3	LC-H-P-H-E-3
39	Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 06	P-1	LC-H-P-H-P-1
40	Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 07	P-2	LC-H-P-H-P-2
41	Hilandería	Preparatoria	Pabilera	Pabilera 08	P-3	LC-H-P-H-P-3

Anexo 5: Base de seguimiento de tarjetas rojas

N° TARJE	FECHA REPORTA	ÁREA	SUBÁREA	DETALLE	DESCRIPCIÓN
1	21/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	HERRAMIENTAS EN DESUSO	CAJAS DE MAZOS
2	21/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	REPUESTO DETERIORADO	BOBINAS QUEBRADAS
3	21/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	SUMINISTRO VENCIDO	GEL DE ENGRASE SECO
4	21/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	HERRAMIENTAS EN DESUSO	LLAVES ALLEN DESGASTADAS
5	21/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	HERRAMIENTAS EN DESUSO	DESARMADORES ROTOS
6	23/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	HERRAMIENTAS EN DESUSO	CALIBRADOR
7	23/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	REPUESTO DETERIORADO	CONTACTOR MALOGRADO
8	23/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	REPUESTO	EJE POR REUBICAR
9	25/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	REPUESTO	MOTOR POR REPARAR
10	25/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	REPUESTO DETERIORADO	TARJETAS DE MEMORIA OBSOLETAS
11	25/05/2018	MN - MANTENIMIENTO	MN - TALLER	SUMINISTRO VENCIDO	ACEITE DE LUBRICACIÓN

CATEGORÍA	MOTIVO	ACCIÓN SUG	FECHA POR CONCLUIR ACCIÓN
INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	INNECESARIO	REUBICAR	5-Jun
INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	INNECESARIO	REUBICAR	5-Jun
INSUMOS / PRODUCTOS	DETERIORADO / DEFECTUOSO	REPARAR	5-Jun
INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	DETERIORADO / DEFECTUOSO	REUBICAR	5-Jun
INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	FUERA DE ESPECIFICACIÓN	REUBICAR	5-Jun
INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	FUERA DE ESPECIFICACIÓN	AGRUPAR EN ESPACIO SEPARADO	5-Jun
INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	FUERA DE ESPECIFICACIÓN	REUBICAR	7-Jun
INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	INNECESARIO	REUBICAR	7-Jun
INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	INNECESARIO	ELIMINAR	7-Jun
INSTRUMENTOS / HERRAMIENTAS	FUERA DE ESPECIFICACIÓN	AGRUPAR EN ESPACIO SEPARADO	7-Jun
INSUMOS / PRODUCTOS	FUERA DE ESPECIFICACIÓN	REUBICAR	7-Jun

Anexo 6: Ordenes de trabajo de Mantenimiento Preventivo para máquinas de Preparatoria Hilandería

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO				Nro.: _____	
Fecha: _____				Turno: _____	
Máquina:	Manual __ __	Integrante 1:			
Área:	Hilandería	Integrante 2:			
Zona:	Preparatoria	Integrante 3:			
Tipo de tarea:	Mantenimiento Preventivo	Hora Inicio:			
Frecuencia:	Semanal	Hora Fin:			

N°	Lista de Actividades	Hora Inicio	Hora Fin	✓
1	Limpiar alimentador de rodillos			
2	Limpiar alimentacion con bastidor			
3	Limpiar chapa de entrada			
4	Limpiar rodillos palpadores			
5	Limpiar motor principal			
6	Controlar resorte a gas en el brazo a presion del tren de estiraje			
7	Limpiar barra de presion			
8	Limpiar rieles de tren de estiraje marcha de ajustes			
9	Limpiar correa dentada de tren de estiraje marcha de ajustes			
10	Limpiar husillos para ajustar distancias del tren de estiraje			
11	Limpiar labio limpiador de cilindro de entrada			
12	Limpiar cilindros superiores			
13	Limpiar injerto para boquilla limpiadora , conduccion de velo			
14	Limpiar embudo de cinta			
15	Limpiar sensor optico de congestion de cinta			
16	Limpiar canal de cinta de plato giratorio			
17	Limpiar el servo regulador G90 y ventilador M92			
18	Limpiar rueda del ventilador de aspiración			
19	Limpiar tamiz del filtro			
20	Limpiar apiladora cambiabotes			
21	Lubricar Variante de ejecución, lubricación central.			
22	Limpiar casquillos			
23	Controlar Variante de lubricación central, bomba electrica.			

N°	Repuestos e insumos utilizados	Cantidad	U.M.	N° Vale
1				
2				
3				
4				
5				

Observaciones o recomendaciones:

* En caso no se cumplierse una actividad de la lista, detallar el motivo en esta sección.

Consideraciones

1 - Use sus EPP's; Coloque cartel de Maquina en Mantenimiento; Bloquear alimentación de energía eléctrica al Equipo; Delimite el área de trabajo.

2 - Dejar el área limpia y libre de repuestos o sobrantes, waype, aceite o grasa.

V°B° Encargado de Grupo

V°B° Control Calidad

V°B° Sup Hilandería

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO		Nro.: _____	
Fecha: _____		Turno: _____	
Máquina:	Reunidora 01	Integrante 1:	
Área:	Hilandería	Integrante 2:	
Zona:	Preparatoria	Integrante 3:	
Tipo de tarea:	Mantenimiento Preventivo	Hora Inicio:	
Frecuencia:	Semanal	Hora Fin:	

N°	Lista de Actividades	Hora Inicio	Hora Fin	✓
1	Lubricar los casquillos de cojinetes de los cilindros superiores del tren de estiraje			
2	Lubricar los vastagos del embolo del cilindro del disco de rollo			
3	Controlar las distancias del tren de estiraje			
4	Controlar el estado de los recubrimiento de los cilindros del tren de estiraje			
5	Controlar el estado del descargador del tren de estiraje superior			
6	Controlar el estado del descargador del tren de estiraje inferior			
7	Controlar el estado del descargador de la calandria de mesa			
8	Limpiar y revisar las cadenas de la Cabeza de enrollamiento			
9	Limpiar las ruedas dentadas y el cilindro guía de la Cabeza de enrollamiento			
10	Limpiar el interior de la parte longitudinal			
11	Lavar la entrada de la cinta del Batidor de alimentación			
12	Lavar el tamiz del filtro cónico, limpiar el interior, limpiar y revisar el ventilador.			
13	Comprobar el nivel de aceite de los engranajes de la Cabeza de enrollamiento			
14	Controlar el tamiz del filtro conico del separador de fibras			
15	Limpiar unidad de Mantenimiento (Filtro)			
16	Pulir con bronce la zona de salida de material			
17	Verificar estado de las mangueras de aspiración			
18	Limpiar y verificar las fajas planas			
19	Limpiar fileta de entrada de material			

N°	Repuestos e insumos utilizados	Cantidad	U.M.	N° Vale
1				
2				
3				
4				
5				

Observaciones o recomendaciones:

*** En caso no se cumpliera una actividad de la lista, detallar el motivo en esta sección.**

Consideraciones

1 - Use sus EPP's; Coloque cartel de Maquina en Mantenimiento; Bloquear alimentación de energía eléctrica al Equipo; Delimite el área de trabajo.

2 - Dejar el área limpia y libre de repuestos o sobrantes, waype, aceite o grasa.

 V°B° Encargado de Grupo

 V°B° Control Calidad

 V°B° Sup Hilandería

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO				Nro.: _____
Fecha: _____				Turno: _____
Máquina:	Peinadora _ _	Integrante 1:		
Área:	Hilandería	Integrante 2:		
Zona:	Preparatoria	Integrante 3:		
Tipo de tarea:	Mantenimiento Preventivo	Hora Inicio:		
Frecuencia:	Semanal	Hora Fin:		

N°	Lista de Actividades	Hora Inicio	Hora Fin	✓
1	Limpiar cojinetes de zona de peinado, agreg de resorte, pinzas de presión			
2	Quitar fibras y polvo de soporte de peine fijo			
3	Eliminar fibras de rodillos limpiadores			
4	Limpiar partes tecnológicas de parte longitudinal			
5	Eliminar fibras del tren de estiraje y lavar este, ver el estado de limpiadores			
6	Eliminar fibras de la pinza, manivela de pinza, canal de pelusa			
7	Limpiar el campo de la cinta transportadora y calandria de salida			
8	Controlar tensión correa trapezoidal acc. Principal			
9	Controlar tensión de correa de accionamiento de cepillos			
10	Lubricar los casquillos de cojinetes de agujas			
11	Lubricar cojinetes de los cilindros superiores del tren de estiraje			
12	Engrasar descanso , triquinete y rodamientos de rodillo de alimentación			
13	Engrasar casquillos de rodillo superior de caja de est			
14	Engrasar casquillos de rodillos desprendedores superiores			
15	Engrasar piñonera de caja est			
16	Aceitar triquinete de rodillos desprendedores			
17	Chequear el nivel de aceite de la caja del cabezal y la caja de reducción			
18	Pulir con bronce zona de salida de material			
19	Lubricar cadena de accionamiento al bote			
20	Limpiar fajas planas			

N°	Repuestos e insumos utilizados	Cantidad	U.M.	N° Requerimiento
1				
2				
3				
4				
5				

Observaciones o recomendaciones:

*** En caso no se cumplierse una actividad de la lista, detallar el motivo en esta sección.**

Consideraciones

1 - **Use sus EPP's; Coloque cartel de Maquina en Mantenimiento; Bloquear alimentación de energía eléctrica al Equipo; Delimite el área de trabajo.**

2 - **Dejar el área limpia y libre de repuestos o sobrantes, waype, aceite o grasa.**

 V°B° Encargado de Grupo

 V°B° Control Calidad

 V°B° Sup Hilandería

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO				Nro.: _____	
Fecha: _____				Turno: _____	
Máquina:	Pabilera _ _	Integrante 1:			
Área:	Hilandería	Integrante 2:			
Zona:	Preparatoria	Integrante 3:			
Tipo de tarea:	Mantenimiento Preventivo	Hora Inicio:			
Frecuencia:	Quincenal	Hora Fin:			

N°	Lista de Actividades	Hora Inicio	Hora Fin	✓
1	Limpiar aletas			
2	Limpiar peines de limpieza de cilindros superiores			
3	Limpiar listones limpiadores de cilindros inferiores			
4	Limpiar exterior de la mesa de aletas y del tamiz del tablero			
5	Limpiar cabezal , tamices de filtro, motor y soplador			
6	Limpiar guías y accionamiento de rueda de fricción			
7	Comprobar dentados abiertos en el accionamiento del tren			
8	Limpiar tren de estiraje y verificar desgaste			
9	Limpiar motores ,accionamiento de bancada y carriles			
10	Limpiar bastidor, aletas y sujeción del dedo de presión			
11	Limpiar guías de rueda de fricción y sensores ópticos de Cabezal terminal			
12	Tensor correas de accionamiento del tren de estiraje en el cabezal			
13	Limpiar y engrasar tren de estiraje			
14	Tensor correas de accionamiento de bobinas			
15	Limpiar Unidad de equipo de aire y rellenar aceite			
16	Engrasar cadenas de accionamiento de cinta			
17	Aceitar sistema inversor de movimiento de cabezal			
18	Aceitar cadenas, pesas y guías cabezal			
19	Aceitar piñonería de estiraje y zona de gemelos			
20	Lubricar copa de husos, cadena, zona del diferencial			
21	Engrasar rodamientos del 1er. 2do. Y 3er. Eje de estiraje			
22	Engrasar piñonería de cabezal y soportes del cono inferior y superior			
23	Revisar y rellenar si necesita aceite caja del diferencial			
24	Lubricar dedos de presión			
25	Lubricar cadenas de fileta			
26	Revisar resortes de puerta			

N°	Repuestos e insumos utilizados	Cantidad	U.M.	N° Requerimiento
1				
2				
3				
4				
5				

Observaciones o recomendaciones:

*** En caso no se cumpliera una actividad de la lista o existe alguna eventualidad, detallar el motivo en esta sección.**

Consideraciones

1 - **Use sus EPP's; Coloque cartel de Maquina en Mantenimiento; Bloquear alimentación de energía eléctrica al Equipo; Delimite el área de trabajo.**

2 - **Dejar el área limpia y libre de repuestos o sobrantes, waype, aceite o grasa.**

 V°B° Encargado de Grupo

 V°B° Control Calidad

 V°B° Sup Hilandería

F-66 actualizado al 05/12/10			
HOJA DE CAMBIO DEL MANUAR AUTORR N°		24	RSB D-30 NE
MATERIAL	HTR ATP	PASO	0.130 ✓
PROCESO	CARDADO	LOTE	1ER
COMBINACION	10%	CANTIDAD DE CINTA	1464
NUMERO DE PEDIDO	69423-1	TITULO DE ENTRADA	6
M / ml	400 ✓	TITULO DE METRAJE	0.12
DIAM. DEL EMBUDO VELO	8.0 ✓	ECARTAMIENTO ADELANTE	3000 ✓
DIAM. DEL EMBUDO CINTA	3.5 ✓	ECARTAMIENTO ATRAS	38 ✓
20.1 REGULACION	NO ✓	PIRON DE PRE ESTIRAJE	42 ✓
ADAPTACION AUTOMATICA	NO ✓	COLOR DE RODILLOS	1.28 ✓
PESO DE LA CINTA SOLO	NO ✓	PIRON DE TENSION DE MESA	GRIS ✓
CON CAMBIO DE MATERIAL	993 ✓	PIRON DE TENSION DE VELO	202 ✓ 204
20.3 PTO DE AFILIACION	98.9% ✓	PIRON DE TENSION DE FLETA	1.01 ✓
DE REGULACION	85% ✓	PIRON DE TENSION DE FLETA	101.1 ✓
INTENSIDAD DE REGULACION	NO ✓	PIRON DE ESTIRAJE	NW1 58
ADAPTACION CLASE	NO ✓	PIRON DE ESTIRAJE	NW2 58
DE FIBRA	NO+2.0 ✓	PIRON DE VELOCIDAD	400 ✓
21.1 ADAPTACION PESO DE LA CINTA	75 M ✓	TITULO REAL	
21.2 LIMITE DE PARO DE A% LONGITUD DE MEDICION A%	NO 4.5 ✓	CV LISTER	
21.3 LIMITE DE PARO DE CV% VALOR LIMITE DE ESPECTORAMA	NO 280 ✓		
21.4 CORREC DE VALOR CV% NOMINAL	1.8% ✓		
PRESION DE RODILLO	6 BAR		
OBSERVACION	DESPUES DEL NE MECANICO OK DATO "SI" YA ES MAQUINA EN AUTORREGULADO		
A	HANKS		
B			
C			
CECILIA LABORATORIO	MECANICO		
FECHA			
HORA / TURNO			
DISTANCIA DE RODILLO PALPADORES			

Anexo 8: Registros de producción evidenciando la ejecución de limpiezas en máquina.

BATÁN DE ROLLO		P-12-F-01 Actualizado al 15/04/18	
BATAN DE ROLLO N° <u>1</u>		FECHA <u>20/08/18</u>	
PEDIDO <u>68543-1</u>	LOTE <u>1425-T</u>	TURNO <u>5:00</u>	
MATERIAL <u>HTR 75% AD/TENCEL</u>	CLIENTE _____	OP <u>5:00</u>	
MOTIVO DE PARALIZACION	HORA INICIO	HORA FINAL	
- Casaca + l. 2.	7:00		
- Rendido x R de material	9:00		
- Inicio 2 paso.	10:15		
- Rollos	12:10		
- repujado	1:05		
- concha	1:40		
- Limpieza de batan y Cordes	2:00		
		3:00	
CONTROL DE PESOS DE ROLLOS ☐		TOTAL ROLLOS _____	
CONTROL DE PESOS DE BOLSAS ☐		TOTAL BOLSAS _____	
16.00	16.00	27	40
16.00	16.00	28	41
16.00	16.00	29	42
16.00	16.00	30	43
16.00	16.00	31	44
16.00	16.00	32	45
16.00	16.00	33	46
16.00	16.00	34	47
16.00	16.00	35	48
16.00	16.00	36	49
16.00	16.00	37	50
16.00	16.00	38	51
16.00	16.00	39	52
16.00	16.00	40	53
16.00	16.00	41	54
16.00	16.00	42	55
16.00	16.00	43	56
16.00	16.00	44	57
16.00	16.00	45	58
16.00	16.00	46	59
16.00	16.00	47	60
16.00	16.00	48	61
16.00	16.00	49	62
16.00	16.00	50	63
16.00	16.00	51	64
16.00	16.00	52	65
16.00	16.00	53	66
16.00	16.00	54	67
16.00	16.00	55	68
16.00	16.00	56	69
16.00	16.00	57	70
16.00	16.00	58	71
16.00	16.00	59	72
16.00	16.00	60	73
16.00	16.00	61	74
16.00	16.00	62	75
16.00	16.00	63	76
16.00	16.00	64	77
16.00	16.00	65	78
16.00	16.00	66	79
16.00	16.00	67	80
16.00	16.00	68	81
16.00	16.00	69	82
16.00	16.00	70	83
16.00	16.00	71	84
16.00	16.00	72	85
16.00	16.00	73	86
16.00	16.00	74	87
16.00	16.00	75	88
16.00	16.00	76	89
16.00	16.00	77	90
16.00	16.00	78	91
16.00	16.00	79	92
16.00	16.00	80	93
16.00	16.00	81	94
16.00	16.00	82	95
16.00	16.00	83	96
16.00	16.00	84	97
16.00	16.00	85	98
16.00	16.00	86	99
16.00	16.00	87	100
16.00	16.00	88	101
16.00	16.00	89	102
16.00	16.00	90	103
16.00	16.00	91	104
16.00	16.00	92	105
16.00	16.00	93	106
16.00	16.00	94	107
16.00	16.00	95	108
16.00	16.00	96	109
16.00	16.00	97	110
16.00	16.00	98	111
16.00	16.00	99	112
16.00	16.00	100	113
16.00	16.00	101	114
16.00	16.00	102	115
16.00	16.00	103	116
16.00	16.00	104	117
16.00	16.00	105	118
16.00	16.00	106	119
16.00	16.00	107	120
16.00	16.00	108	121
16.00	16.00	109	122
16.00	16.00	110	123
16.00	16.00	111	124
16.00	16.00	112	125
16.00	16.00	113	126
16.00	16.00	114	127
16.00	16.00	115	128
16.00	16.00	116	129
16.00	16.00	117	130
16.00	16.00	118	131
16.00	16.00	119	132
16.00	16.00	120	133
16.00	16.00	121	134
16.00	16.00	122	135
16.00	16.00	123	136
16.00	16.00	124	137
16.00	16.00	125	138
16.00	16.00	126	139
16.00	16.00	127	140
16.00	16.00	128	141
16.00	16.00	129	142
16.00	16.00	130	143
16.00	16.00	131	144
16.00	16.00	132	145
16.00	16.00	133	146
16.00	16.00	134	147
16.00	16.00	135	148
16.00	16.00	136	149
16.00	16.00	137	150
16.00	16.00	138	151
16.00	16.00	139	152
16.00	16.00	140	153
16.00	16.00	141	154
16.00	16.00	142	155
16.00	16.00	143	156
16.00	16.00	144	157
16.00	16.00	145	158
16.00	16.00	146	159
16.00	16.00	147	160
16.00	16.00	148	161
16.00	16.00	149	162
16.00	16.00	150	163
16.00	16.00	151	164
16.00	16.00	152	165
16.00	16.00	153	166
16.00	16.00	154	167
16.00	16.00	155	168
16.00	16.00	156	169
16.00	16.00	157	170
16.00	16.00	158	171
16.00	16.00	159	172
16.00	16.00	160	173
16.00	16.00	161	174
16.00	16.00	162	175
16.00	16.00	163	176
16.00	16.00	164	177
16.00	16.00	165	178
16.00	16.00	166	179
16.00	16.00	167	180
16.00	16.00	168	181
16.00	16.00	169	182
16.00	16.00	170	183
16.00	16.00	171	184
16.00	16.00	172	185
16.00	16.00	173	186
16.00	16.00	174	187
16.00	16.00	175	188
16.00	16.00	176	189
16.00	16.00	177	190
16.00	16.00	178	191
16.00	16.00	179	192
16.00	16.00	180	193
16.00	16.00	181	194
16.00	16.00	182	195
16.00	16.00	183	196
16.00	16.00	184	197
16.00	16.00	185	198
16.00	16.00	186	199
16.00	16.00	187	200
16.00	16.00	188	201
16.00	16.00	189	202
16.00	16.00	190	203
16.00	16.00	191	204
16.00	16.00	192	205
16.00	16.00	193	206
16.00	16.00	194	207
16.00	16.00	195	208
16.00	16.00	196	209
16.00	16.00	197	210
16.00	16.00	198	211
16.00	16.00	199	212
16.00	16.00	200	213
16.00	16.00	201	214
16.00	16.00	202	215
16.00	16.00	203	216
16.00	16.00	204	217
16.00	16.00	205	218
16.00	16.00	206	219
16.00	16.00	207	220
16.00	16.00	208	221
16.00	16.00	209	222
16.00	16.00	210	223
16.00	16.00	211	224
16.00	16.00	212	225
16.00	16.00	213	226
16.00	16.00	214	227
16.00	16.00	215	228
16.00	16.00	216	229
16.00	16.00	217	230
16.00	16.00	218	231
16.00	16.00	219	232
16.00	16.00	220	233
16.00	16.00	221	234
16.00	16.00	222	235
16.00	16.00	223	236
16.00	16.00	224	237
16.00	16.00	225	238
16.00	16.00	226	239
16.00	16.00	227	240
16.00	16.00	228	241
16.00	16.00	229	242
16.00	16.00	230	243
16.00	16.00	231	244
16.00	16.00	232	245
16.00	16.00	233	246
16.00	16.00	234	247
16.00	16.00	235	248
16.00	16.00	236	249
16.00	16.00	237	250
16.00	16.00	238	251
16.00	16.00	239	252
16.00	16.00	240	253
16.00	16.00	241	254
16.00	16.00	242	255
16.00	16.00	243	256
16.00	16.00	244	257
16.00	16.00	245	258
16.00	16.00	246	259
16.00	16.00	247	260
16.00	16.00	248	261
16.00	16.00	249	262
16.00	16.00	250	263
16.00	16.00	251	264
16.00	16.00	252	265
16.00	16.00	253	266
16.00	16.00	254	267
16.00	16.00	255	268
16.00	16.00	256	269
16.00	16.00	257	270
16.00	16.00	258	271
16.00	16.00	259	272
16.00	16.00	260	273
16.00	16.00	261	274
16.00	16.00	262	275
16.00	16.00	263	276
16.00	16.00	264	277
16.00	16.00	265	278
16.00	16.00	266	279
16.00	16.00	267	280
16.00	16.00	268	281
16.00	16.00	269	282
16.00	16.00	270	283
16.00	16.00	271	284
16.00	16.00	272	285
16.00	16.00	273	286
16.00	16.00	274	287
16.00	16.00	275	288
16.00	16.00	276	289

BATÁN DE ROLLO		P-12-F-01 Actualizado al 15/04/18					
BATAN DE ROLLO N° <u>1</u>		FECHA <u>20/08/18</u>					
PEDIDO <u>68543-1</u>	LOTE <u>M25 T</u>	TURNO <u>3er</u>					
MATERIAL <u>HRB 75° quinda.</u> <u>AP. Tencel</u>	CLIENTE <u>Salud.</u>						
MOTIVO DE PARALIZACION		HORA INICIO	HORA FINAL				
<div style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;"> Continua napa inicio Rollos. Limpieza General Batan </div>		11:00					
		2:30					
		6:00					
			7:00				
CONTROL DE PESOS DE ROLLOS ☐ CONTROL DE PESOS DE BOLSAS ☐		TOTAL ROLLOS _____ TOTAL BOLSAS _____					
1600	14 1600	27	40	53	66	79	92
1600	15 1600	28	41	54	67	80	93
1600	16	29	42	55	68	81	94
1600	17	30	43	56	69	82	95
1600	18	31	44	57	70	83	96
1600	19	32	45	58	71	84	97
1600	20	33	46	59	72	85	98
1600	21	34	47	60	73	86	99
1600	22	35	48	61	74	87	100
1600	23	36	49	62	75	88	101
1600	24	37	50	63	76	89	102
1600	25	38	51	64	77	90	103
1600	26	39	52	65	78	91	104
MERMAS <u>A. BALAS</u> _____ HORIZONTAL _____ KISNER _____							
NOTA: Utilizar una hoja de trabajo por cada tipo de material.							

Anexo 9: Ejemplo de ordenes de mantenimiento preventivo para Preparatoria Hilandería

F-87 actualizado al 04/06/18

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Fecha: 01/08/2018 Nro.: _____

Turno: 2º Turno

Máquina:	Manual <u>06</u>	Integrante 1: <u>RICARDO D.</u>	
Localización:	Hilandería	Integrante 2: _____	
Sublocalización:	Preparatoria	Integrante 3: _____	
Tipo de tarea:	Mtto. Preventivo - Limpieza	Hora Inicio: <u>15:30</u>	
Frecuencia:	Semanal	Hora Fin: <u>18:30</u>	

N°	Lista de Actividades	Hora Inicio	Hora Fin	✓
1	Limpiar alimentador de rodillos			✓
2	Limpiar alimentacion con bastidor			✓
3	Limpiar chapa de entrada			✓
4	Limpiar rodillos palpadores			✓
5	Limpiar motor principal			✓
6	Controlar resorte a gas en el brazo a presion del tren de estiraje			✓
7	Limpiar barra de presion			✓
8	Limpiar rieles de tren de estiraje marcha de ajustes			✓
9	Limpiar correa dentada de tren de estiraje marcha de ajustes			✓
10	Limpiar husillos para ajustar distancias del tren de estiraje			✓
11	Limpiar labio limpiador de cilindro de entrada			✓
12	Limpiar cilindros superiores			✓
13	Limpiar injerto para boquilla limpiadora , conduccion de velo			✓
14	Limpiar embudo de cinta			✓
15	Limpiar sensor optico de congestion de cinta			✓
16	Limpiar canal de cinta de plato giratorio			✓
17	Limpiar el servo regulador G90 y ventilador M92			✓
18	Limpiar rueda del ventilador de aspiración			✓
19	Limpiar tamiz del filtro			✓
20	Limpiar apiladora cambiabotes			✓
21	Lubricar Variante de ejecución, lubricación central.			✓
22	Limpiar casquillos			✓
23	Controlar Variante de lubricación central, bomba electrica.			N.A.

N°	Repuestos e insumos utilizados	Cantidad	U.M.	N° Vale
1				
2				
3				
4				
5				

Observaciones o recomendaciones:

* En caso no se cumpliera una actividad de la lista, detallar el motivo en esta sección.

Item # 23 : NO CORRESPONDE A ESTE TIPO DE MAQUINA

Consideraciones

1 - Use sus EPP's; Coloque cartel de Máquina en Mantenimiento; Bloquear alimentación de energía eléctrica al Equipo; Delimite el área de trabajo.

2 - Dejar el área limpia y libre de repuestos o sobrantes, waype, aceite o grasa.

V'B° Encargado de Grupo

V'B° Control Calidad

V'B° Sup Hilandería

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Nro.: _____

Fecha: 08-08-18Turno: 1º turno

Máquina:	Peinadora <u>23</u>
Localización:	Hilandería
Sublocalización:	Preparatoria

Integrante 1:	<u>José Vega</u>
Integrante 2:	<u>Raúl Fernández</u>
Integrante 3:	

Tipo de tarea:	Mtto. Preventivo - Limpieza
Frecuencia:	Semanal

Hora Inicio:	<u>12:30 h</u>
Hora Fin:	<u>16:20 h</u>

N°	Lista de Actividades	Hora Inicio	Hora Fin	✓
1	Limpiar cojinetes de zona de peinado, agreg de resorte, pinzas de presión			✓
2	Quitar fibras y polvo de soporte de peine fijo			✓
3	Eliminar fibras de rodillos limpiadores			✓
4	Limpiar partes tecnológicas de parte longitudinal			✓
5	Eliminar fibras del tren de estiraje y lavar este, ver el estado de limpiadores			✓
6	Eliminar fibras de la pinza, manivela de pinza, canal de pelusa			✓
7	Limpiar el campo de la cinta transportadora y calandria de salida			✓
8	Controlar tensión correa trapezoidal acc. Principal			✓
9	Controlar tensión de correa de accionamiento de cepillos			✓
10	Lubricar los casquillos de cojinetes de agujas			✓
11	Lubricar cojinetes de los cilindros superiores del tren de estiraje			✓
12	Engrasar descanso, triquinete y rodamientos de rodillo de alimentación			✓
13	Engrasar casquillos de rodillo superior de caja de est			✓
14	Engrasar casquillos de rodillos desprendedores superiores			✓
15	Engrasar piñonera de caja est			✗
16	Aceitar triquinete de rodillos desprendedores			✗
17	Chequear el nivel de aceite de la caja del cabezal y la caja de reducción			✓
18	Pulir con bronce zona de salida de material			✓
19	Lubricar cadena de accionamiento al bote			✓
20	Limpiar fajas planas			✓

N°	Repuestos e insumos utilizados	Cantidad	U.M.	N° Requerimiento
1	<u>Bronce Limpie Metal</u>			
2	<u>Tela, Alcohol</u>			
3	<u>grasa 167 3/8</u>			
4				
5				

Observaciones o recomendaciones:

* En caso no se cumpliera una actividad de la lista, detallar el motivo en esta sección.

Consideraciones

- 1 - Use sus EPP's; Coloque cartel de Máquina en Mantenimiento; Bloquear alimentación de energía eléctrica al Equipo; Delimite el área de trabajo.
- 2 - Dejar el área limpia y libre de repuestos o sobrantes, waype, aceite o grasa.

V*B* Encargado de Grupo

V*B* Control Calidad

V*B* Sup Hilandería

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Fecha: 07-08-18

Nro.: _____

Turno: 1º turno

Máquina:	Pabilera 23
Localización:	Hilandería
Sublocalización:	Preparatoria

Integrante 1:	José Vega
Integrante 2:	David Fernández
Integrante 3:	Diego Tito

Tipo de tarea:	Mtto. Preventivo - Limpieza
Frecuencia:	Quincenal

Hora Inicio:	8:00h
Hora Fin:	16:00h

N°	Lista de Actividades	Hora Inicio	Hora Fin	
1	Limpiar aletas			✓
2	Limpiar peines de limpieza de cilindros superiores			✓
3	Limpiar listones limpiadores de cilindros inferiores			✓
4	Limpiar exterior de la mesa de aletas y del tamiz del tablero			✓
5	Limpiar cabezal, tamices de filtro, motor y soplador			✓
6	Limpiar guías y accionamiento de rueda de fricción			✓
7	Comprobar dentados abiertos en el accionamiento del tren			✓
8	Limpiar tren de estiraje y verificar desgaste			✓
9	Limpiar motores, accionamiento de bancada y carriles			✓
10	Limpiar bastidor, aletas y sujeción del dedo de presión			✓
11	Limpiar guías de rueda de fricción y sensores ópticos de Cabezal terminal			✓
12	Tensar correas de accionamiento del tren de estiraje en el cabezal			✓
13	Limpiar y engrasar tren de estiraje			✓
14	Tensar correas de accionamiento de bobinas			✓
15	Limpiar Unidad de equipo de aire y rellenar aceite			✓
16	Engrasar cadenas de accionamiento de cinta			✓
17	Aceitar sistema inversor de movimiento de cabezal			✓
18	Aceitar cadenas, pesas y guías cabezal			✓
19	Aceitar pifonera de estiraje y zona de gemelos			✓
20	Lubricar copa de husos, cadena, zona del diferencial			✓
21	Engrasar rodamientos del 1er. 2do. Y 3er. Eje de estiraje			✓
22	Engrasar pifonera de cabezal y soportes del cono inferior y superior			✓
23	Revisar y rellenar si necesita aceite caja del diferencial			✓
24	Lubricar dedos de presión			✓
25	Lubricar cadenas de fileta			✓
26	Revisar resortes de puerta			✓

N°	Repuestos e insumos utilizados	Cantidad	U.M.	N° Requerimiento
1	GRASA LOT 3/2			
2	GASOLINA, ACEITE OILBLA 220			
3				
4				
5				

Observaciones o recomendaciones:

* En caso no se cumpliera una actividad de la lista o exista alguna eventualidad, detallar el motivo en esta sección.

- No se hizo limpieza de aletas por tiempo y falta de personal

- Se prioriza en el cambio de fajas dentadas de los bancados Fye y motor.

Consideraciones

- 1 - Use sus EPP's; Coloque cartel de Máquina en Mantenimiento; Bloquear alimentación de energía eléctrica al Equipo; Delimite el área de trabajo.
- 2 - Dejar el área limpia y libre de repuestos o sobrantes, waype, aceite o grasa.

V°B° Encargado de Grupo

V°B° Control Calidad

V°B° Sup. Hilandería

Anexo 10: Base de recopilación de paradas no programadas durante junio a agosto del 2018.

FECHA	MAQUINA	TUR	H/INI	H/FIN	HORAS	PARALIZACION
1/06/2018	CARDAS C3 02	1	7	15	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
1/06/2018	CARDAS C3 05	3	5.5	7	1.1	MANT CORRECTIVO MECANICO
1/06/2018	CARDAS C4 05	1	7	11.3	4.3	MANT CORRECTIVO MECANICO
1/06/2018	CARDAS C4 13	1	7	15	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
1/06/2018	CARDAS C4 13	3	23	7	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
2/06/2018	BATAN 02	2	21.2	21.3	0.1	MANT CORRECTIVO MECANICO
2/06/2018	CARDAS C3 06	1	7	8.25	1.25	MANT CORRECTIVO MECANICO
2/06/2018	CARDAS C3 07	2	15	19	4	MANT CORRECTIVO MECANICO
2/06/2018	CARDAS C4 20	1	7	15	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
2/06/2018	CARDAS C4 20	2	15	23	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
2/06/2018	CARDAS C4 21	3	23	7	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
4/06/2018	BATAN 01	2	16.1	16.4	0.3	MANT CORRECTIVO MECANICO
4/06/2018	BATAN 02	3	24	1	1	MANT CORRECTIVO MECANICO
4/06/2018	CARDAS C4 05	1	7	15	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
4/06/2018	CARDAS C4 05	2	15	15.5	0.5	MANT CORRECTIVO MECANICO
4/06/2018	CARDAS C4 05	3	23	2	3	MANT CORRECTIVO MECANICO
4/06/2018	CARDAS C4 12	1	10	11	1	MANT CORRECTIVO ELECTRICO
4/06/2018	CARDAS C4 13	1	7	15	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
4/06/2018	CARDAS C4 13	2	15	23	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
4/06/2018	CARDAS C4 13	3	23	7	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
5/06/2018	BATAN 02	1	10.15	10.4	0.25	MANT CORRECTIVO ELECTRICO
5/06/2018	CARDAS C3 05	1	10.1	15	4.5	MANT CORRECTIVO MECANICO
5/06/2018	CARDAS C4 13	1	7	15	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
5/06/2018	CARDAS C4 13	3	23	7	8	MANT CORRECTIVO MECANICO
6/06/2018	BATAN 01	1	11	15	4	MANT CORRECTIVO MECANICO