



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE GRADUACION:

**“DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ENFOCADO A TPM PARA
LA EMPRESA LEAGUE CENTRAL AMERICA”.**

PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO/A INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Br. Gabriela Lisbeth Pineda Carranza.

Br. Jeniffer Yasminia Erazo Pineda.

Br. Marlon Esteban Granados Hernández.

SANTA TECLA, SEPTIEMBRE DE 2025



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

**ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS
RECTOR**

**DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LAREYNAGA
VICE-RECTOR**

**ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL**

**LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ
FISCAL**

**ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS
DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

SANTA TECLA, SEPTIEMBRE DE 2025



ASESOR

Ing. Leonel Arévalo Valladares

JURADO EVALUADOR

Ing. José Mauricio Mejía Alas

Ing. Norberto Leonel Flores Beltrán

Ing. Juan Carlos Hernández Castillo

SANTA TECLA, SEPTIEMBRE 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS VEINTITRES

A las ocho horas y treinta minutos del sábado seis de septiembre de dos mil veinticinco, Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por GABRIELA LISBETH PINEDA CARRANZA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ENFOCADO A TPM PARA LA EMPRESA LEAGUE CENTRAL AMÉRICA."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de ~~SETE PUNTO NOVE (7.9)~~, el Trabajo de Graduación presentado por la alumna arriba detallada obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERA INDUSTRIAL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRAN



ING. JUAN CARLOS HERNANDEZ CASTILLO



ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS VEINTICUATRO

A las ocho horas y treinta minutos del sábado seis de septiembre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por JENNIFER YASMINIA ERAZO PINEDA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ENFOCADO A TPM PARA LA EMPRESA LEAGUE CENTRAL AMÉRICA."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de ~~SIETE PUNTO NUEVE (7.9)~~, el Trabajo de Graduación presentado por la alumna arriba detallada obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERA INDUSTRIAL.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRAN



ING. JUAN CARLOS HERNANDEZ CASTILLO



ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Nº. TRES MIL QUINIENTOS VEINTICINCO

A las ocho horas y treinta minutos del sábado seis de septiembre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por MARLON ESTEBAN GRANADOS HERNANDEZ en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ENFOCADO A TPM PARA LA EMPRESA LEAGUE CENTRAL AMÉRICA."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de ocho punto cero (8.0) el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO INDUSTRIAL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



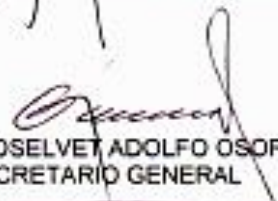
ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRAN



ING. JUAN CARLOS HERNANDEZ CASTILLO



ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



Agradecimientos.

A Dios, por ser mi guía en cada paso, por darme la fortaleza necesaria para continuar cuando las fuerzas parecían agotarse y por iluminar mi camino con sabiduría y esperanza. Sin su presencia en mi vida, este logro no habría sido posible.

A mi mamá, por su amor incondicional, sus sacrificios y por enseñarme el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia. Gracias por ser mi ejemplo y mi mayor inspiración.

A mi abuela, por sus oraciones, consejos y ese cariño infinito que me ha acompañado siempre. Su ejemplo de vida me motiva a seguir adelante con fe y gratitud.

A mis hermanos, por su apoyo constante, por las palabras de aliento y por recordarme que los logros se disfrutan más cuando se comparten con la familia.

A mi esposo, por su comprensión, paciencia y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Gracias por acompañarme en este proceso y ser mi compañero de vida.

Y a mis hijos, razón de mi mayor esfuerzo y mi fuente de motivación diaria. Este logro también es de ustedes, porque son mi motor y mi inspiración para seguir creciendo y alcanzar mis metas.

A todos ustedes, con todo mi corazón,

Gracias.

Gabriela Lisbeth Pineda Carranza.

Agradecimientos.

Llegar hasta este punto ha sido un camino lleno de aprendizajes, desafíos, momentos de duda, pero también de mucha gratitud. Esta tesis no es solo el resultado de mi esfuerzo, sino también del apoyo de personas que han estado conmigo en cada etapa de este proceso.

A mi familia, que ha sido mi refugio y mi motor. A mamá que ha sido quien me ha apoyado incondicional gracias por estar, yo sé que este sueño es también su sueño hecho realidad, a mi hija gracias por tu paciencia, tu amor silencioso y por entender, aunque aún seas muy pequeña para comprender del todo que hubo momentos en los que no pude estar contigo como hubiera querido, por entender mis silencios y respetar mis tiempos, este logro es para ti, por todo lo que me inspiras y por ser mi mayor razón para seguir adelante. Prometo recuperar cada instante. A mi esposo gracias por su apoyo incondicional, por las palabras de aliento cuando sentía que no podía más, y por celebrar cada pequeño avance conmigo. A mi hermana, mi compañera de vida y de estudio. Empezamos este camino juntas, y hoy lo terminamos de la misma manera: de la mano, apoyándonos, celebrando cada pequeño avance y levantándonos en los días difíciles. Gracias por compartir las madrugadas, los silencios, los nervios y las risas. No hay mejor forma de cerrar esta etapa que contigo al lado. Este logro también es de todos ustedes.

Y a mi hermano, que ha sabido acompañarme desde la distancia o la cercanía, y que me han hecho reír cuando más lo necesitaba. Gracias por recordarme que no estoy sola.

A quienes, de una forma u otra, cruzaron mi camino durante estos años, gracias por sus enseñanzas.

Esta tesis representa una etapa que cierra, pero también el inicio de nuevos sueños. Gracias por caminar conmigo hasta aquí.

Jeniffer Yasminia Erazo Pineda.

Agradecimientos.

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos la sabiduría para continuar con este proceso de poder lograr esta meta tan deseada.

A mi madre por su amor, trabajo, sacrificio en todos estos años, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Por darme el amor que me dio, la confianza de seguir hacia adelante sin titubear, su apoyo y sus valores impartidos de respeto, amistad, sinceridad, sencillez, responsabilidad me ayudaron a enfrentar las metas planteadas hasta cumplirlas. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo, es la mejor mamá.

A mi familia que siempre estuvo pendiente y brindándome su apoyo agradecimientos a mi tía Xenia, mis hermanas Rocío Juárez, Karen Granados, mi hermano Javier Granados y mi sobrinita Nicol Hernández siempre presentes, acompañándome gracias por su apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradezco a Dios por bendecir nuestra vida por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en todos los momentos de dificultad.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, su amor, a su inmensa bondad y apoyo lo complicado de lograr esta meta se hizo más fácil. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia y amigos.

Gracias.

Marlon Esteban Hernandez Granados.

Contenido

Introducción	1
Capítulo I - Formulación del problema	3
1.1 Título descriptivo del proyecto	4
1.2 Situación problemática.....	4
1.3 Planteamiento del problema	4
1.4 Enunciado del problema	5
1.5 Justificación.....	5
1.6 Objetivos de la investigación	6
1.6.1 Objetivo general:	6
1.6.2 Objetivos específicos:	6
1.7 Delimitación de la investigación	7
1.7.1 Delimitación temporal.	7
1.7.2 Delimitación espacial.	7
1.7.3 Delimitación técnica.....	8
1.8 Alcances y Limitaciones	8
1.8.1 Alcance	8
1.8.2 limitaciones.	9
Capítulo II - Marco de Referencia y Teórico Conceptual.....	10
2.1 Antecedentes del tema	11

2.1.1 Contexto del tema de TPM.....	11
2.2 Fundamentos de TPM	12
2.3. Marco teórico	13
2.3.1. Historia y Evolución del TPM	13
2.3.3. Concepto y características del TPM.....	14
2.3.4. Los pilares del TPM.....	15
2.2.3.1 Esquema de TPM – Pilares y desarrollo	15
2.2.3.2 Educación y entrenamiento (Kobetsu Kaizen)	16
2.2.3.3 Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen).....	17
2.2.3.4 Mantenimiento planificado	17
2.2.3.5 Mantenimiento de calidad	18
2.2.3.6 Las bases de la gestión temprana.....	20
2.2.4. Las 6 grandes pérdidas.....	21
2.2.5. Los 7 desperdicio de procesos	22
2.2.6. El costo por pérdidas de equipos.	25
2.2.7. Áreas donde se aplica.....	25
2.3. Implementación de la Filosofía TPM en la industria en general	26
2.3.1. Fase de preparación	27
2.3.2. Fase de Implantación	28
2.3.3. Fase de Consolidación.....	30

2.4. La importancia de la calidad en las empresas	30
2.4.1. Herramientas de Ingeniería Industrial aplicadas al TPM	31
2.4.1.1. Metodología de las 5S.....	31
2.4.1.2. Estandarización de actividades y procesos.	33
2.4.1.3. Ciclo Deming o PDCA.	34
2.4.1.4. MTTR – MTBF.	37
2.4.1.5. OEE	37
2.4.1.6. Diagrama de Pareto.	38
2.4.1.7. Diagramas de flujo.	38
2.4.1.8. Control visual.	39
2.4.1.9. Análisis de Modos de Falla y Efectos (FMEA)	40
2.4.1.10. Diagrama de Ishikawa (Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto)	40
2.4.1.12. Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)	41
2.4.1.13. Indicadores de gestión	42
2.4.1.14 Disponibilidad.....	43
2.4.1.15 MTTR.....	43
2.5 Indicadores de mejora en el desarrollo del mantenimiento	44
2.6 Perdidas que limitan la eficacia de los equipos	45
2.6.1Tiempo perdido. (Disponibilidad)	46

2.6.2 Pérdida de velocidad. (Eficiencia)	46
2.6.3 Defectos. (Calidad)	46
2.6.4 Disponibilidad (Tasa operativa)	46
2.6.5 Eficiencia	47
2.6.6 Calidad	47
2.7 Perdidas por preparación y ajuste	48
2.7.1 Inactividad y perdidas por paradas menores	49
2.7.1 Perdidas de velocidad reducida	49
2.7.2 Pérdidas de puesta en marcha	50
2.7.3 Pérdidas por defectos de calidad y repetición del trabajo	50
2.7.4 Evaluación económica y financiera	50
2.7.5 Mapa de procesos	52
2.7.6 Gestión de Mantenimiento	53
2.7.7 Mantenimiento correctivo	56
2.7.8 Mantenimiento preventivo	57
2.7.9 Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen	60
2.7.10 Mantenimiento planificado o planeado	61
2.7.11 Mantenimiento de la calidad o Hinshitsu Hozen	61
2.7.12 Mantenimiento temprano, control inicial o prevención del mantenimiento	62

2.7.13 Mantenimiento de las áreas administrativas y oficinas	62
Capítulo III - Marco metodológico	63
3.1 Marco metodológico de investigación.....	64
3.1.1 Enfoque Cuantitativo.....	64
3.1.2 Enfoque Descriptivo.....	65
3.1.3 Análisis de información	65
3.2 Métodos de obtención de datos.....	66
3.2.1 Encuesta.....	66
3.3 Universo y muestra.....	66
3.3.1 Universo	66
3.3.2 Muestras.....	66
3.3.3 Presentación de datos obtenidos en la encuesta	67
3.3.4 Conclusión de la encuesta.....	77
3.4 Entrevista estructurada	78
3.4.1 Conclusión de la entrevista.....	81
3.5 Visita de campo.....	81
3.5.1 Problemas en el área de producción.....	82
Capítulo IV – Situación actual de la empresa	87
4.1 Antecedentes generales de la industria.....	88
4.2 Descripción de la empresa.	90

4.3 Reseña histórica y actividad económica	91
4.4 Análisis del entorno de la empresa.....	92
4.4.1 Planificación estratégica	92
4.5 Área de bordado	94
4.6 Diagrama de bloques del proceso.....	95
4.7 Actividades y responsabilidad de los colaboradores	96
4.7.1 Normas para los principiantes	96
4.7.2 Hábitos de trabajo.....	96
4.7.3 Reimplementación de metodología 5S aplicada a la empresa.....	98
4.7.4 Situación actual de metodología 5S aplicada a la empresa	99
4.8 Organigrama de la empresa	100
4.9 Descripción de los principales procesos de la organización.....	101
4.10 Mapa de procesos.....	114
4.11 Diagrama de flujo del proceso productivo	115
4.12 Identificación de procesos y subprocesos	116
4.13 Principales productos o servicios	117
4.14 Maquinaria utilizada actualmente en la empresa	118
4.15 Situación actual del mantenimiento en los procesos productivos	122
4.16 Descripción del proceso de mantenimiento actual (Cursograma analítico - máquinas de bordado industrial).....	123

4.17. SIPOC de la empresa	126
4.18 Identificación de problemas y diagnostico	127
4.19.1 Análisis descriptivo del diagrama Ishikawa Problema “Quiebra agujas”	131
4.19.2 Análisis de los 5 Porqués de Diagrama de Ishikawa Problema “Quiebra agujas”	132
4.19.3 Análisis descriptivo del diagrama Ishikawa Problema “No corta los hilos”	137
4.19.4 Análisis de los 5 Porqués de Diagrama de Ishikawa Problema “No corta los hilos”	138
4.20 Importancia del Mantenimiento en el proceso de bordadoras.....	141
4.21 FODA	146
4.21.1 Análisis del FODA de la empresa	148
Capítulo V – Propuesta de un plan de mantenimiento enfocado a TPM para la empresa League Central América.....	150
5.1 Introducción a la propuesta.....	151
5.1.2 Etapas de la propuesta.....	153
5.2 Desarrollo de aplicar TPM como estrategia.....	154
5.3 Análisis de Pérdidas de Productividad en League Central América	156
5.3.1 Impacto de las Averías en el Proceso Productivo y Estrategias de Mejora	157

5.3.2 Pérdidas por preparación y ajustes	159
5.3.3 Inactividad y pérdidas por paradas menores	159
5.3.4 Pérdidas de velocidad reducida	160
5.3.5 Pérdidas de puesta en marcha	160
5.3.6 Pérdidas por defectos de calidad y repetición del trabajo.	160
5.4 Métricas a utilizar para la propuesta	163
5.4.1 Disponibilidad (Tasa operativa)	163
5.4.2 Eficiencia	163
5.4.3 Calidad	164
5.4.4 Niveles y metas propuestas para la Eficiencia Global de Producción (EGP).	164
5.5. Desarrollo de implementación de propuesta para la empresa.....	165
5.6 Lineamientos necesarios para implementar la filosofía de las 5'S como apoyo al TPM	166
5.6.1 Pasos para implementar las 5'S	167
5.6.2 Seiri (Clasificar)	167
5.6.3 Seiton (Ordenar)	170
5.6.4 Seiso (Limpiar)	172
5.6.5 Seiketsu (Estandarizar)	175
5.6.6 Shitsuke (Disciplina)	177

5.7 Desarrollo de la propuesta de mantenimiento autónomo	180
5.8 Desarrollo de estándares de limpieza y lubricación	186
5.9 Inspección general	188
5.10 Listas de chequeo para el área el área de producción.....	188
5.10.1 Formato de chequeo para maquinaria y equipo de la empresa.....	190
5.10.2 Instructivo Técnico para el Uso y Llenado del Formato de Lista de Chequeo	
.....	191
5.10.4 Inspección Autónoma.....	195
5.11 La organización.....	196
5.12 Obligaciones para el personal de mantenimiento	197
5.14 Mantenimiento preventivo.....	199
5.14.1 Estandarización de las actividades de mantenimiento	199
5.14.2 Descripción de las actividades de mantenimiento	200
5.14.3 Implementacion de las F-TAG.....	201
5.14.2.1 Ficha de registro de la máquina.....	204
5.14.2.2 Formato de descripción de las actividades de mantenimiento.....	205
5.14.3 Plan de mantenimiento	206
5.14.4 Solicitud de repuestos y materiales.....	209
5.14.5.1 Formato de reporte semanal de mantenimiento	213
5.14.6 Almacén de repuestos	214

5.14.6.1 Formato de solicitud de accesorios y repuestos	215
5.15 Cálculo de los índices de mantenimiento	216
5.16 Enfoque Filosófico del TPM para la empresa League Central América.....	218
5.17 Selección de la maquinaria a desarrollar el plan de mantenimiento	218
Manual de mantenimiento	222
5.18 Manual de mantenimiento propuesta para empresa.....	223
5.19 Capacitación y entrenamiento al personal	218
5.20 Desarrollo del comité de TPM propuesto.....	219
5.21 Efectividad total de los equipos con indicador OEE	222
5.21.1 Tabla del OEE antes de su implementación.....	212
5.22 OEE después de su implementación	214
5.22.1 Tabla del OEE después de su implementación	215
5.23 Costo – Beneficio de la propuesta	212
5.23.1 Revisión de Costos Estimados	213
5.23.2 Beneficios de las propuestas presentadas	215
5.25.3 Análisis Costo-Beneficio para la Implementación de TPM	219
Conclusión	220
Recomendaciones.....	222
Bibliografía	224
Glosario	226

Anexo.....	228
-------------------	------------

Listado de imágenes

Ilustración 1 - Representación gráfica de la ubicación de la empresa investigada	7
Ilustración 2 - Pilares de TPM.....	16
Ilustración 3 - Metodología de enfoque de procesos en la gestión de Instalaciones	36
Ilustración 4 - Figura de las seis Grandes Perdidas, Fuente. Instituto tecnológico de Castilla de León19	49
Ilustración 5 - Logo de la empresa	88
Ilustración 6 - Layout del Área de bordado	94
Ilustración 7 - flujograma del procedimiento de entrenamiento	96
Ilustración 8 - Grafico de Pareto	128
Ilustración 9 - Equipo donde se debe aplicar mantenimiento.....	145
Ilustración 10 - Formato de sugerencias	185
Ilustración 11 - Diagrama de Pareto de maquinaria	220

Listado de tablas

Tabla 1- Causas identificadas	127
Tabla 2 - Cuadro de perdidas	162
Tabla 3 - Cuadro de paros por mantenimiento de máquinas productivas	219

Introducción

En la industria textil, la eficiencia operativa y la confiabilidad de los equipos son factores críticos para garantizar la competitividad y la rentabilidad. Sin embargo, muchas empresas enfrentan desafíos significativos en la gestión del mantenimiento, lo que genera paros no programados, altos costos de reparación y pérdidas en la productividad. Ante esta problemática, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) surge como una filosofía integral que busca maximizar la disponibilidad de los equipos mediante la participación de todos los niveles organizacionales.

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar un plan de mantenimiento basado en TPM para la empresa League Central América, con el fin de optimizar sus procesos productivos, reducir las pérdidas asociadas a fallas mecánicas y mejorar la eficiencia global de sus operaciones. Diversas investigaciones previas han demostrado la efectividad del TPM en la industria manufacturera, destacando su capacidad para incrementar la vida útil de los equipos, minimizar tiempos de inactividad y fomentar una cultura de mejora continua. No obstante, su aplicación en el sector textil, particularmente en empresas de la región centroamericana, aún presenta oportunidades de estudio y desarrollo.

Este documento aborda la problemática mediante un enfoque estructurado en cinco capítulos:

Capítulo I: Formulación del problema, donde se contextualiza la situación actual de la empresa y se justifica la necesidad de implementar el TPM.

Capítulo II: Marco teórico, que fundamenta los principios del TPM, sus pilares y herramientas asociadas.

Capítulo III: Metodología de investigación, que detalla los métodos cuantitativos y cualitativos empleados para recopilar y analizar datos.

Capítulo IV: Diagnóstico de la situación actual, en el que se evalúan los procesos productivos, el mantenimiento existente y las principales deficiencias.

Capítulo V: Propuesta de implementación, que incluye estrategias prácticas para la adopción del TPM, desde la aplicación de las 5S hasta el análisis costo-beneficio del plan.

A través de este estudio, se busca no solo mejorar la gestión del mantenimiento en League Central América, sino también aportar un modelo replicable para otras empresas del sector textil que enfrenten desafíos similares.

La implementación del TPM representa una oportunidad para transformar el mantenimiento de un gasto reactivo a una inversión estratégica, alineada con los objetivos de productividad y calidad de la organización.

Capítulo I - Formulación del problema

1.1 Título descriptivo del proyecto

“Diseño del plan de mantenimiento enfocado a TPM para la empresa League Central América”.

1.2 Situación problemática

El inadecuado funcionamiento de la maquinaria y los constantes imprevistos operativos surgen principalmente de la ausencia de un sistema de mantenimiento integral y estandarizado, combinado con una falta de adaptación ergonómica entre los equipos y los operarios. Esta problemática se manifiesta debido a la carencia de procedimientos claros de mantenimiento preventivo, estándares deficientes de limpieza y lubricación, y un enfoque reactivo que prioriza correcciones sobre prevención. Además, se agrava por la desconexión entre los departamentos de mantenimiento, producción y seguridad, lo que impide soluciones colaborativas. Para resolverlo, es crucial implementar un plan de acción basado en TPM que establezca rutinas de mantenimiento autónomo, análisis de causas raíz con herramientas como Ishikawa, adaptaciones ergonómicas validadas por los operarios, y capacitación continua. Esto permitirá reducir paros no planificados, optimizar costos, mejorar la calidad productiva y aumentar la eficiencia general, transformando el mantenimiento en una ventaja competitiva sostenible.

1.3 Planteamiento del problema

En la industria textil, la maquinaria desempeña un papel crucial en la producción y calidad del producto final. League Central América, una empresa líder en este sector enfrenta el desafío de mantener la operatividad y eficiencia de sus equipos para cumplir con las metas de producción y calidad establecidas. La gestión inadecuada del mantenimiento de maquinaria puede llevar a

interrupciones en la producción, incremento en los costos operativos, y disminución en la calidad del producto.

La falta de un plan de mantenimiento eficiente y eficaz puede resultar en una serie de problemas, incluyendo tiempos de inactividad inesperados, aumento en los costos de reparación y mantenimiento correctivo, y una vida útil reducida de los equipos. Esto no solo afecta la productividad y la calidad de los productos, sino que también incrementa los gastos operativos y retrasa la recuperación de la inversión en maquinaria.

1.4 Enunciado del problema

¿Es posible aplicar mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del área de bordado de la empresa League Central América?

1.5 Justificación.

El presente trabajo de investigación radica en la necesidad que tiene la empresa League Central América, por mantener operando la línea de sus equipos en el mayor tiempo posible, para ello se vuelve importante, busca la estrategia de mejorar el proceso de mantenimiento de equipos, aplicando el mantenimiento productivo total. Que resulte beneficioso para la empresa, considerando para ello tres formas. Por un lado, evitar el deterioro prematuro de sus equipos haciendo que estos se mantengan operando ininterrumpidamente para atender de manera adecuada y oportuna la demanda de servicios; por otro lado, reducir los gastos en la compra recurrente de nuevas máquinas y repuestos que implican costos adicionales no proyectados; por último, se lograra mejorar la calidad del servicio brindado generando la confianza en los clientes, esto a su vez permitiría atraer nuevos clientes.

1.6 Objetivos de la investigación

1.6.1 Objetivo general:

Diseñar un plan de mantenimiento basado en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la empresa League Central América,

1.6.2 Objetivos específicos:

- Identificar el estado actual y los factores que afectan la vida útil y la degradación de los equipos de producción utilizados en el área de bordado de la empresa League Central América.
- Realizar un programa de mantenimiento para los equipos utilizados en los procesos de producción.
- Capacitar al personal de operaciones en las prácticas de mantenimiento autónomo, brindándoles las habilidades necesarias para identificar y solucionar problemas menores en los equipos de bordado.
- Establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con el tiempo de actividad de las máquinas de bordado, con el objetivo de alcanzar un índice de disponibilidad del 95% en un período de seis meses.
- Lograr la eficiencia de los equipos y de las operaciones mediante las reducciones de las no conformidades, fallas y tiempos de cambio.

1.7 Delimitación de la investigación

1.7.1 Delimitación temporal.

El tiempo de duración del desarrollo de este proyecto será de 8 meses, iniciando en el 8 de marzo y finalizando el 8 de octubre del año 2024.

1.7.2 Delimitación espacial.

La investigación será desarrollada en la empresa League Central América, a continuación, se presenta la información general de esta.

Dirección	Zona Franca American Industrial Park Block N—3 Km 36, carretera Panamericana a, Centro América, Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador
Localización	https://www.google.com/maps/place/League+Central+America/@13.8132513,-89.4241938,1168m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x8f62d8cef13fde3b:0x59eb5bb1e7e4fc28!8m2!3d13.8132513!4d-89.4241938?hl=es-419
Población	Administrativos: 41, Producción: 497 Colaboradores

Ilustración 1 - Representación gráfica de la ubicación de la empresa investigada



Fuente: Google Maps

1.7.3 Delimitación técnica.

La investigación se enfocará en los procesos de producción y mantenimiento del área de bordado en la empresa League Central América. Es así, que el presente estudio se centrará específicamente en los equipos de producción críticos para los procesos de manufactura de dicha empresa. Adicionalmente se considerarán información histórica de los tipos de mantenimiento actuales para respaldar las actividades de mantenimiento predictivo, por lo tanto, se utilizarían información y la observación de las áreas específicas para esta investigación. También se establece las fuentes de datos que se utilizarán en la investigación considerando los manuales técnicos de los equipos, especificaciones de los procesos a nivel óptimo y programa de mantenimiento actuales que serían basados según la empresa.

1.8 Alcances y Limitaciones

1.8.1 Alcance

El propósito de la presente investigación se fundamenta en el diseño de una propuesta encaminada de un al plan de mantenimiento con un enfoque TPM, para la empresa League Central América en los procesos productivos, con el fin de lograr el cumplimiento de sus actividades. Esta investigación cumplirá con los lineamientos TPM que permita su aplicación en el proceso productivo y los de apoyo a nivel de equipos utilizados, que permita: aumentar la disponibilidad de los equipos, cero perdidas, ceros defectos, cero accidentes y buscando generar colaboradores autónomos que sean capaces de anticipar las fallas por medio de mantenimientos efectivos y la minimización de costos de estos.

1.8.2 limitaciones.

- La información necesaria para conocer algunos detalles sobre los procesos internos y específicos de productividad en la empresa League Central América serán limitados debido a los aspectos de confidencialidad que posee la empresa.
- El tiempo para la realización de visitas de campo es reducido debido a las actividades laborales que se poseen.
- Los datos históricos sobre el rendimiento y mantenimiento de los equipos de bordado en la empresa son limitados por aspectos de confidencialidad por lo que se podría tener una leve dificultad en el análisis y la planificación del plan TPM.

Capitulo II - Marco de Referencia y Teórico Conceptual

2.1 Antecedentes del tema

2.1.1 Contexto del tema de TPM¹

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se originó en Japón como un concepto revolucionario que permitió ser determinado originalmente por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta (JIPM), se origina por la necesidad de optimizar todos los procesos de mantenimiento, aumentando la velocidad con la que se actualizan los procesos productivos, sigue siendo renovador.

La implementación de esta filosofía que desarrolla el trabajo y cambia positivamente en los resultados de una empresa, permitiendo estimular la creación de lugares de trabajo más seguros, agradables y productivos; aumentando la autoestima de sus colaboradores y mejorando las relaciones entre estos, optimizando las máquinas y equipos.

El Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas (JIPM), promueve el TPM, desde hace más de 50 años en sus inicios fue implementado en las industrias de manufactura y de ensamble, luego se desarrolló en la industria de procesos; actualmente tiene gran relevancia en las empresas con cualquier tipo de actividad en la que se hace muy esencial el uso de equipos mecánicos para ejecutar sus operaciones.

Existen empresas que intentan fomentar culturas de calidad para aumentar la eficiencia en el desempeño de los equipos, pero se limitan a crear planes sin concluir, muchas han tenido éxito y otras empresas han utilizado las herramientas y la filosofía del TPM, donde se desarrollaron los métodos y se obtuvieron buenos resultados, mejorando la eficiencia y eficacia global de la

¹ TPM en la industria de procesos. Tokutaro Suzuki. *Visión general del TPM en la Industria de procesos*. Pág. 8-20

producción y maximizando su rendimiento. Finalmente se debe de determinar que esta metodología está enfocada a los colaboradores y equipos ya que son la parte fundamental de la productividad, la interacción entre ambos es la clave para integrar actividades de mejoras organizacionales y productivas que conllevan al logro de las metas de producción.

2.2 Fundamentos de TPM²

Para Japón el Mantenimiento Productivo Total (TPM) es considerado como un concepto revolucionario, originado por la necesidad de optimizar todos los procesos de mantenimiento, aumentando la velocidad con la que se actualizan los procesos productivos, sigue siendo renovador.

La implementación de esta filosofía de trabajo cambia positiva y radicalmente los resultados de las empresas, estimulando la creación de lugares de trabajo más seguros, agradables y productivos; aumentando la autoestima de sus colaboradores y mejorando las relaciones entre estos, optimizando las máquinas y equipos.

En la actualidad existen empresas que intentan fomentar culturas de calidad para aumentar la eficiencia en el desempeño de los equipos, pero se limitan a crear planes sin concluir, muchas han tenido éxito y otras empresas han utilizado las herramientas y la filosofía del TPM, donde se desarrollaron los métodos y se obtuvieron buenos resultados, mejorando la eficiencia y eficacia global de la producción y maximizando su rendimiento.

² TPM en la industria de procesos. Tokutaro Suzuki. *Visión general del TPM en la Industria de procesos*. Pág. 8-20

Es vital determinar que esta metodología está enfocada a los colaboradores y equipos ya que son la parte fundamental de la productividad, la interacción entre ambos es la clave para integrar actividades de mejoras organizacionales y productivas que conllevan al logro de las metas de producción.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Historia y Evolución del TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de trabajo originada en Japón, aunque su desarrollo se disputa por Seichii Nakayima del Instituto Japonés para el Mantenimiento de Planta el cual es considerado como la clave en su implementación en los años 70. Antes de esto, predominaba el "Mantenimiento por averías".

Después de la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas se centraron en mejorar la calidad de sus productos para competir globalmente. Incorporaron técnicas de mantenimiento preventivo de Estados Unidos, lo que les valió reputación por su calidad. La filosofía TPM destaca por involucrar a todos, desde alta gerencia hasta operativos, y se enfoca en el compromiso de todos y la detección temprana de fallas. Es en el caso de Toyota como un ejemplo exitoso de implementación de TPM, reduciendo costos y mejorando el mantenimiento con enfoque en la mejora continua y participación de empleados. Inicialmente centrado en equipos, el TPM se extendió a otras áreas como desarrollo y ventas para crear un sistema productivo y preventivo en toda la organización.

El TPM se compone de tres enfoques representados por sus iniciales

- T: De la palabra total que se refiere a la participación total de los colaboradores aumentando así la eficiencia global de producción: Maquinas en buen estado trabajando a su máxima capacidad instalada y realizando trabajos de calidad.
- P: De la palabra productividad y que se puede encajar en otra palabra más completa: perfeccionamiento.
- M: De la palabra mantenimiento o management que se enfoca en realizar cambios de dirección en la organización de la industria.

Desde su inicio, el TPM ha experimentado notables mejoras que han resultado en resultados aceptables. Adoptar esta filosofía de mejora continua, especialmente en la industria automotriz, ha llevado a un aumento de la productividad en varias empresas, como Toyota, Nissan y Mazda. A lo largo del tiempo, el TPM se ha aplicado en diversas industrias, como alimentos, refinerías, petróleo, gas, cemento y siderurgia. Un enfoque sólido de TPM no solo garantiza el mantenimiento de equipos, sino que también mejora la eficiencia de los procesos, la calidad de los productos y maximiza los intervalos entre mantenimientos.

2.3.3. Concepto y características del TPM

El Mantenimiento Productivo Total es un sistema de gestión de producción y mantenimiento cuyo objetivo es eliminar pérdidas, fallos y accidentes en el sistema productivo, maximizando la eficacia y requiriendo la participación de todos los colaboradores en la organización a través de actividades en grupos pequeños.

El TPM busca que las máquinas operen constantemente a su máxima capacidad. Su enfoque es lograr cero averías, cero defectos y una seguridad óptima, promoviendo la colaboración entre el personal para optimizar operaciones y mantenimiento. El sistema se basa en actividades normalizadas para aumentar la productividad y unificar a los empleados en la línea de producción.

El concepto clave del TPM es "Objetivos cero", buscando evitar incidentes que causen pérdidas en la operación y mantenimiento. Se enfoca en la prevención y se caracteriza por mantener mantenimientos normales y básicos, detectar fallas tempranamente y tomar medidas inmediatas.

2.3.4. Los pilares del TPM

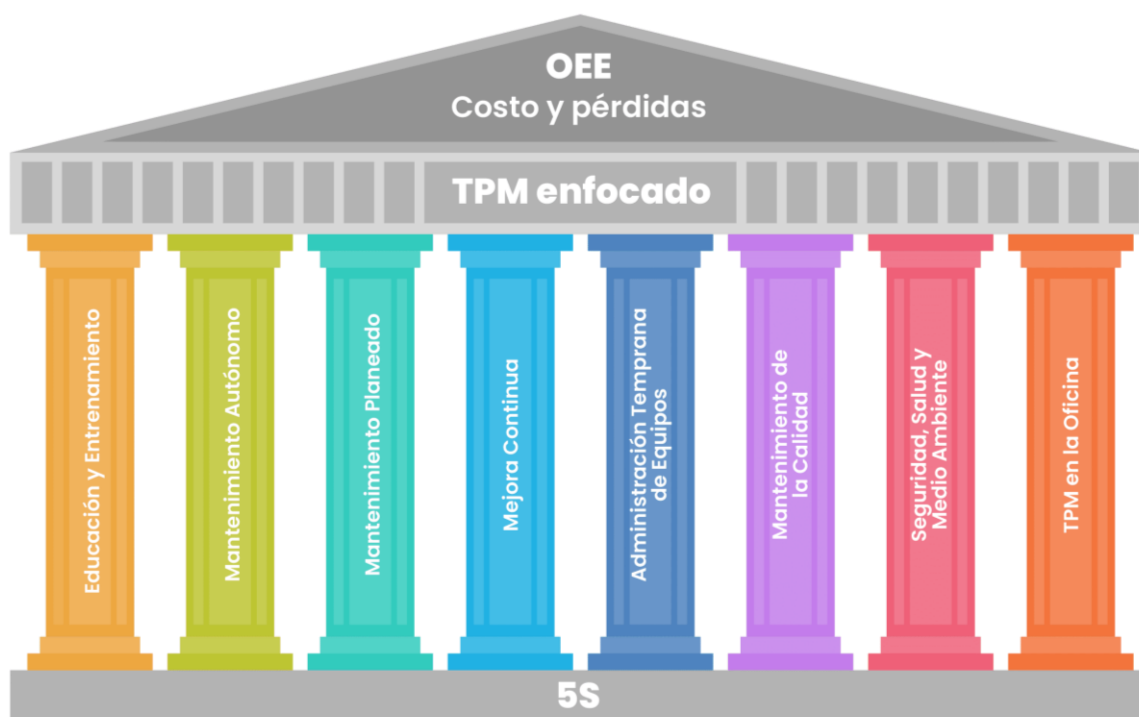
El TPM utiliza una serie de estrategias fundamentales para construir un sistema de producción ordenado. Una de estas estrategias consiste en desplegar pilares que brinden apoyo y estructura al sistema. Estos pilares representan áreas clave de enfoque y acción dentro de la implementación del TPM.

2.2.3.1 Esquema de TPM – Pilares y desarrollo

Los pilares del TPM tienen como función principal eliminar constantemente las grandes pérdidas que surgen de los equipos y máquinas en los procesos productivos. Estas pérdidas incluyen fallas en equipos principales, ajustes no programados, desperdicios, reprocesos, fallas en equipos auxiliares, tiempo ocioso y paradas innecesarias, reducción de velocidad y defectos en el proceso.

El objetivo es reducir las averías en equipos y maquinarias, lo que lleva al siguiente paso del proceso: la ejecución de acciones. Por lo tanto, los pilares son vitales para el desarrollo coherente del TPM. A continuación, se describen cada uno de estos pilares.

Ilustración 2 - Pilares de TPM



Fuente: SPC Consulting Group

2.2.3.2 Educación y entrenamiento (Kobetsu Kaizen)

El mantenimiento autónomo tiene un impacto significativo en la mejora de la productividad. Su objetivo principal es involucrar a los operadores en las tareas esenciales de mantenimiento del equipo, a través de una formación sólida y la promoción de condiciones de trabajo limpias y organizadas, libres de contaminación.

El éxito del mantenimiento autónomo se basa en dos aspectos clave: profundidad y continuidad. La profundidad implica que los operadores adquieran un conocimiento profundo de los equipos, comprendiendo su funcionamiento y siendo capaces de identificar problemas potenciales y realizar tareas de mantenimiento básico. La continuidad se refiere a la realización constante y regular de estas actividades, de modo que se integren de manera natural en las responsabilidades diarias de los operadores.

2.2.3.3 Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)

El mantenimiento autónomo, un pilar fundamental del TPM, impulsa la eficiencia y efectividad de los equipos en una organización. Requiere la participación de operadores y personal de mantenimiento en el cuidado diario de los equipos. Esto implica que los operadores sean responsables del mantenimiento básico, incluyendo limpieza, lubricación, inspección y detección temprana de problemas.

El objetivo clave del mantenimiento autónomo es empoderar a los operadores, motivándolos a mantener sus equipos en óptimas condiciones. Los beneficios incluyen mejor confiabilidad y disponibilidad de los equipos. Al realizar tareas como limpieza, lubricación y detección temprana de problemas, los operadores previenen fallas y reducen tiempos de inactividad no planificados.

2.2.3.4 Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado es un enfoque organizado que busca prevenir de manera sistemática las fallas inesperadas en los equipos y reducir los períodos de inactividad. Su propósito es llevar a cabo actividades de mantenimiento predictivo y preventivo de manera planificada, con el fin de mantener los equipos y procesos en condiciones óptimas para lograr eficiencia en costos.

Esto incluye la programación, planificación, ejecución y seguimiento de las actividades de mantenimiento, todo con el objetivo de alcanzar cero averías.

El mantenimiento planificado se basa en el mantenimiento autónomo y en mejoras continuas en las actividades del departamento de mantenimiento. Esto implica mejorar los equipos, tecnología y capacidades. Además, es crucial mantener una cooperación sólida entre los departamentos de producción y mantenimiento para garantizar la implementación efectiva del mantenimiento planificado. La colaboración con departamentos como recursos humanos y contabilidad también juega un papel esencial en este proceso.

2.2.3.5 Mantenimiento de calidad

La calidad de los productos está estrechamente ligada a las condiciones de los equipos. El mantenimiento de calidad tiene como objetivo mejorar la calidad de los productos al reducir la inestabilidad a través del control de las condiciones de los equipos, lo que impacta directamente en la producción. Aunque los equipos pueden generar problemas al experimentar fallas que causan inactividad, también pueden producir pérdidas cuando los fallos alteran las características del producto final. Por lo tanto, este mantenimiento preventivo se centra en la protección del producto final.

El mantenimiento de calidad se construye sobre las ganancias obtenidas mediante la implementación de metodologías como TPM, mejora orientada, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, y formación y entrenamiento. Para que el programa sea exitoso, se requieren condiciones preliminares que incluyen:

- a) La anulación del deterioro acelerado.
- b) La eliminación de los problemas de proceso.
- c) El desarrollo de operarios competentes.
- d) La formación y adiestramiento.

El éxito empresarial depende en gran medida del desarrollo del recurso humano y su capacidad para alcanzar su máximo potencial. Este pilar se centra en crear medios que puedan responder eficazmente a la dinámica cambiante de las empresas, el avance tecnológico, la utilización de equipos de última generación y las innovaciones organizativas.

Es esencial contar con personal competente que tenga un profundo conocimiento de los equipos. Los operadores deben ser capaces de cuidar sus propios equipos, mientras que el personal de mantenimiento debe ser capaz de velar por la integridad de las máquinas. Los ingenieros que manejan los activos deben tener un papel riguroso, y productivo debido a que se necesitan habilidades de gestión y liderazgo que ayuden a cumplir con sus funciones.

En la realidad, los departamentos de producción a menudo se centran exclusivamente en la producción, mientras que el departamento de mantenimiento lucha con una alta cantidad de fallas. Hay empresas que no brindan formación ni capacitación a su personal, lo que resulta en un círculo vicioso de averías, fallas, baja calidad de productos y pérdidas. Esto reduce la productividad y crea condiciones de trabajo inseguras.

El TPM busca romper este ciclo vicioso mediante la implementación de estrategias y objetivos para elevar el nivel de gestión y habilidades técnicas de cada individuo involucrado. En esencia, el TPM requiere que el personal se involucre estrechamente con los equipos y desarrolle habilidades que incluyan:

- Identificar problemas del equipo.
- Comprender el funcionamiento del equipo.
- Entender la relación de Operaciones-Calidad de trabajo.
- Analizar y resolver problemas de funcionamiento.
- Conservar el conocimiento y enseñar a los demás.
- Habilidad para trabajar con áreas relacionadas.
- Gestión temprana del equipo.

Se refiere a todas las tareas que se realizan en la fase de diseño y puesta a los equipos y las maquinas con el objeto de disminuir los gastos de mantenimiento durante su implementación. Mantener al máximo nivel la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos y las máquinas. Para lograr un arranque vertical (Arranque rápido, libre de dificultades y correcto desde el principio).

2.2.3.6 Las bases de la gestión temprana

En el contexto del TPM, se reconoce la importancia de tres aspectos clave:

- La evolución del rendimiento económico para conocer su ciclo de vida.
- El diseño para prevenir abundantes mantenimientos.
- Actividades de administración y apoyo.

Los departamentos administrativos tienen la responsabilidad de analizar información, orientar, reducir gastos y adaptarse a los cambios en el entorno.

Estos departamentos deben formular su misión respondiendo a dos preguntas: cómo pueden apoyar las actividades TPM de otros departamentos y cómo pueden maximizar su propia eficiencia. Para mejorar sus funciones, deben enfocarse en mejorar la eficiencia, formar personal capacitado para nuevos sistemas y gestionar seguridad ocupacional y medio ambiente.

La seguridad ocupacional debe ser implementada y mejorada continuamente, al igual que los programas de protección y conservación ambiental con objetivos ambiciosos. La aplicación de metodologías como el mejoramiento continuo y 5S reduce los accidentes y asegura que el personal prevenga riesgos, mantenga condiciones de seguridad y cuide el medio ambiente.

2.2.4. Las 6 grandes pérdidas

La metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es desarrollada con el objetivo de eliminar las pérdidas en producción originadas por las fallas en los equipos y máquinas; con el fin de mantener equipos en buen estado para operar a su máxima velocidad haciendo productos de calidad. y tener cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos resultantes del mal estado de los equipos y así tener cero pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva relacionada al desempeño de los equipos.

Existen situaciones en las que los equipos y máquinas causan pérdidas a la empresa, lo que las hace improductivas. En tales casos, se deben tomar medidas para evitar que la capacidad productiva de la empresa disminuya aún más.

El TPM identifica "Seis Grandes Pérdidas" que son causales de pérdida de eficiencia debido a su interferencia en las actividades productivas. Uno de los principales objetivos de los programas TPM y OEE es reducir o eliminar estas Seis Grandes Pérdidas, que son:

- Pérdidas por fallas en los equipos.
- Pérdidas por ajustes de la maquina en el proceso.
- Pérdidas por pequeñas fallas, paradas o esperas.
- Pérdidas por velocidad de operación reducida.
- Pérdidas por defectos en el proceso.
- Pérdidas de tiempo por arranque, calentamiento o cambios de proceso.

2.2.5. Los 7 desperdicio de procesos³

El **Mantenimiento Productivo Total (TPM)** identifica y elimina sistemáticamente los siete desperdicios clásicos de Lean Manufacturing, adaptándolos al contexto de la gestión de activos y mantenimiento. Estos desperdicios generan costos ocultos, reducen la eficiencia y afectan la calidad en los procesos productivos. A continuación, se explican en detalle y su vinculación con las estrategias TPM:

1. Transporte (Movimiento innecesario de materiales)

El transporte excesivo de materiales o repuestos entre áreas de producción y almacenes incrementa el riesgo de daños, consume tiempo valioso y genera desgaste en equipos de manejo. En el contexto del TPM, esto se refleja cuando los técnicos deben recorrer largas distancias para

³ Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), Toyota Production System (Ohno, 1988), y estándares de Lean Manufacturing

obtener herramientas o repuestos, retrasando las intervenciones de mantenimiento. La solución implica implementar 5S en los almacenes para organizar componentes cerca de los puntos de uso y rediseñar el layout de la planta para minimizar movimientos.

2. Inventario (Exceso de existencias)

Mantener inventarios elevados de repuestos o materias primas genera costos de almacenamiento, obsolescencia y capital inmovilizado. En mantenimiento, esto ocurre cuando se compran repuestos "por si acaso" sin un análisis de criticidad. El TPM combate este desperdicio mediante técnicas como **gestión JIT (Just-in-Time)** para repuestos clave y clasificación ABC del inventario, priorizando solo los componentes esenciales.

3. Movimiento (Desplazamientos improductivos de personas)

Los operarios y técnicos pierden hasta el 30% de su tiempo en movimientos innecesarios, como buscar herramientas o acceder a máquinas mal distribuidas. El TPM aborda este problema con **mantenimiento autónomo**, donde los operadores tienen sus estaciones organizadas con todo lo necesario, y mediante estudios de **ergonomía y flujos de trabajo** para optimizar desplazamientos.

4. Esperas (Tiempos muertos por falta de recursos)

Las esperas en mantenimiento ocurren por demoras en la llegada de repuestos, disponibilidad de técnicos o autorizaciones burocráticas. Estas paradas no planificadas afectan la productividad. El TPM reduce este desperdicio mediante **sistemas Kanban** para gestión visual de repuestos, **capacitación cruzada** del personal y **software de gestión (CMMS)** para agilizar solicitudes.

5. Sobreproducción (Fabricar más de lo necesario)

Operar máquinas sin demanda real acelera el desgaste de componentes y consume energía innecesariamente. El TPM integra **mantenimiento predictivo** basado en datos de producción real, evitando horas máquinas innecesarias, y utiliza **señales Andon** para detener equipos cuando no hay requerimientos.

6. Sobreproceso (Actividades redundantes o sin valor agregado)

En mantenimiento, esto incluye lubricación excesiva, inspecciones mal planificadas o reparaciones innecesarias. El TPM establece **procedimientos estandarizados** basados en análisis AMFE (Modo y Efecto de Fallas) para eliminar pasos superfluos y automatizar chequeos rutinarios.

7. Defectos (Errores que generan reprocesos o scrap)

Los defectos en productos textiles suelen originarse por fallas mecánicas no detectadas a tiempo o contaminación en procesos. El TPM implementa **poka-yokes (a prueba de errores)** en máquinas, **inspecciones en fuente** y **mantenimiento preventivo** para evitar averías que afecten la calidad.

Una forma de lograrlo es mediante la implementación de estaciones de trabajo ergonómicas y adaptables al proceso específico, donde los componentes, ensamblajes y herramientas estén ubicados en la posición correcta y sean fácilmente accesibles. De esta manera, el área de trabajo se vuelve mucho más eficiente y el personal se vuelve más productivo y menos propenso a sufrir estrés o fatiga, lo que disminuye la probabilidad de cometer errores o dañar elementos.

2.2.6. El costo por pérdidas de equipos.

El propósito fundamental de aplicar la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en una empresa es optimizar el mantenimiento para lograr objetivos sustanciales. Estos objetivos abarcan la mejora de procesos, la prolongación de la vida útil de equipos y maquinaria, la minimización de fallos operativos, la reducción de tiempos de reparación, el incremento de la seguridad y eficiencia de los equipos, y especialmente, una drástica reducción en los costos de producción y mantenimiento. Para alcanzar estas metas, es crucial contar con una gestión moderna y orientada a la calidad.

Los gastos derivados de fallos o reparaciones no planificadas se clasifican como costos variables. Estos costos están relacionados con las acciones correctivas o modificaciones no anticipadas que surgen. Los gastos en repuestos y materias primas para mantenimiento almacenadas, así como la duplicación de maquinaria para mejorar la confiabilidad de la producción, se incluyen en los costos financieros.

El costo ligado a la incapacidad de utilizar una máquina debido a reparaciones o modificaciones causadas por fallos inesperados es el componente más significativo en los gastos de mantenimiento que una empresa puede afrontar. La implementación exitosa del TPM tiene como objetivo reducir estos costos, optimizar los procesos y maximizar la eficiencia operativa.

2.2.7. Áreas donde se aplica

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) abarca toda la empresa e involucra a todos sus departamentos, aunque su foco principal suele estar en el departamento de producción y sus maquinarias. Aunque las actividades de TPM en los departamentos administrativos y de apoyo no necesariamente requieren la participación directa del equipo de

producción, estas áreas también pueden aumentar su productividad al optimizar sus sistemas administrativos, reducir el desperdicio y minimizar pérdidas. Al hacerlo, contribuyen a mejorar la eficacia del sistema de producción, ya que cualquier actividad organizada que respalde el sistema puede ser mejorada.

Una característica distintiva del TPM es su desarrollo a través de la participación en pequeños grupos. Estos grupos de TPM forman parte esencial de la empresa y sus miembros enfocan sus esfuerzos en lograr los objetivos corporativos, resolviendo problemas de manera conjunta. Aunque operan de manera autónoma, el TPM promueve que el cuidado del equipo sea parte integral del trabajo diario de cada empleado. Esto implica que todos se comprometan con el mantenimiento y mejora del equipo, fomentando un ambiente colaborativo y productivo en la empresa.

La participación de todos los empleados en los pequeños grupos del TPM promueve una cultura de mejora continua y un enfoque colectivo hacia la excelencia operativa. En resumen, el TPM tiene un alcance abarcador en la empresa y tiene el potencial de elevar el rendimiento general al involucrar a todos los departamentos, incluso aquellos que no están directamente vinculados con la producción.

2.3. Implementación de la Filosofía TPM en la industria en general

La participación del talento humano es esencial para lograr una exitosa implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Para que este proceso funcione de manera efectiva, es crucial contar con el compromiso y respaldo de todos los niveles en la organización, desde la alta gerencia hasta los niveles operativos, administrativos y dueños de procesos. La formación de

equipos interdisciplinarios que respalden la implementación del TPM es de vital importancia, y corresponde a la organización designar líderes para estos equipos, quienes se encargarán de capacitar a toda la empresa y fortalecer la filosofía TPM en todos los niveles.

Es de resaltar que el apoyo de la alta dirección es fundamental para el éxito de la implementación del TPM; sin su respaldo, resulta difícil llevar a cabo el proceso de manera efectiva.

La aplicación del TPM asegura mejoras significativas en la productividad de los equipos, mejoras corporativas, un mayor desarrollo del personal y una transformación de los roles laborales en las empresas.

En general, la implementación del TPM se divide en tres fases: preparación e introducción, implantación y consolidación. Estas fases se desglosan en 12 pasos que guían el proceso para asegurar una implementación efectiva y exitosa del TPM.

2.3.1. Fase de preparación

Es una práctica altamente beneficiosa que la alta dirección presente el programa de introducción del Mantenimiento Productivo Total (TPM) durante reuniones internas de la compañía. Esto asegura que todo el personal esté informado acerca del nuevo proyecto y comprenda su importancia y objetivos. La transparencia y la comunicación clara desde el inicio son fundamentales para generar el compromiso y la participación de todos los empleados en el proceso de implementación del TPM. Al estar informados, los empleados pueden comprender la relevancia del proyecto y estar dispuestos a contribuir activamente a su éxito. Además, la

divulgación en reuniones internas brinda la oportunidad de aclarar dudas y fomentar una cultura de colaboración en torno al TPM.

La implementación del programa TPM requiere una campaña informativa en todas las áreas de la compañía, asegurándose de que llegue a todos los niveles. Se deben formar comités especializados en cada área para promover el TPM y crear una oficina dedicada a la promoción de esta filosofía.

Es crucial elaborar planes maestros de trabajo que detallen las actividades a llevar a cabo y los plazos previstos para cada una. Estos planes guiarán la implementación y garantizarán un proceso organizado y eficiente.

En la fase de introducción, es importante fomentar una atmósfera de TPM en toda la empresa. Invitar a clientes y proveedores a esta fase puede ser estratégico, ya que son aliados importantes para el éxito del programa. Informarles sobre el programa de implementación del TPM les permitirá comprender su importancia y el beneficio potencial para todas las partes involucradas.

La comunicación transparente y el compromiso de todos los niveles en la empresa son esenciales para lograr una implementación exitosa del TPM y maximizar sus beneficios.

2.3.2. Fase de Implantación⁴

Para maximizar la efectividad de los equipos y mejorar el rendimiento general de la empresa, se pueden llevar a cabo las siguientes acciones:

⁴ Brah, S. A., & Chong, W. K. (2004). Mantenimiento Productivo Total: Estrategias para la mejora continua. Editorial McGraw-Hill.

- **Fomentar la colaboración y el trabajo en equipo:** Crear una organización corporativa que promueva la sinergia entre los diferentes departamentos y fomente la colaboración para lograr una mayor eficacia en los procesos y la toma de decisiones.
- **Implementar el mantenimiento autónomo:** Proporcionar programas y formación adecuada a los operarios para que puedan realizar tareas de mantenimiento rutinarias en los equipos que utilizan. Esto reducirá el tiempo de inactividad y prolongará la vida útil de los equipos.
- **Desarrollar un programa de mantenimiento planificado:** Establecer un sistema de calidad para mantener y controlar las condiciones de los equipos, así como prevenir defectos antes de que ocurran. Esto ayudará a evitar interrupciones en la producción y garantizar la calidad del producto final.
- **Optimizar los departamentos de apoyo y funciones administrativas:** Mejorar la eficiencia de los departamentos de apoyo y agilizar las funciones administrativas mediante la implementación de tecnologías y herramientas adecuadas, así como la optimización de procesos.
- **Priorizar la seguridad y salud en el trabajo:** Desarrollar un sistema completo de seguridad y salud laboral que incluya capacitación en seguridad, auditorías periódicas y medidas preventivas para crear un entorno laboral seguro y saludable.

Siguiendo estas acciones, la empresa podrá mejorar su productividad, eficiencia y bienestar general, lo que contribuirá a un crecimiento sostenible y exitoso en el largo plazo.

2.3.3. Fase de Consolidación

La consolidar de una implementación del TPM, como parte de una mejora en las metas y objetivo de la industria. Es así como todos los equipos están propensos a sufrir un desgaste natural o forzoso, ya que las actividades del TPM se orientan en eliminar todos los factores de desgaste forzoso, maximizando la vida útil del equipo e instalaciones de la compañía.

2.4. La importancia de la calidad en las empresas

La calidad en una organización es un factor crucial que impacta la satisfacción de clientes, accionistas y todos los niveles internos. Se puede decir que los beneficios de una mejora en la calidad ofrecen herramientas estratégicas para una gestión integral efectiva.

La calidad es más que un simple aspecto; es una filosofía o estrategia que debe integrarse en todas las actividades para asegurar el crecimiento y la rentabilidad a largo plazo. Esto optimiza la competitividad y garantiza la satisfacción sostenible del cliente.

Para comprender mejor el concepto de calidad, diversas definiciones de autores destacados pueden considerarse:

- E.W. Deming (1988) planteó que la calidad es la predecible uniformidad y fiabilidad a un costo bajo, ajustándose a las demandas del mercado. Deming veía la calidad como una búsqueda constante de mejora.
- M. Juran (1993) definió la calidad como el conjunto de características que satisfacen las necesidades de los clientes. Además, consideraba que la calidad es la ausencia de defectos y la adecuación de prácticas a las necesidades del cliente.

- Kaoru Ishikawa (1988) consideró la calidad como el diseño, desarrollo, fabricación y mantenimiento de productos de alta calidad. Su enfoque se centra en crear productos económicos y útiles que satisfagan de manera continua a los clientes.

La calidad no es solo un aspecto aislado, sino una filosofía integral que abarca todos los aspectos de una organización y busca satisfacer las necesidades del cliente de manera constante y sostenible.

2.4.1. Herramientas de Ingeniería Industrial aplicadas al TPM⁵

Algunas de las herramientas de ingeniería que pueden apoyar a la filosofía de TPM, pueden ser varias, pero en el presente documento nos enfocaremos en las herramientas más necesarias que se detallan a continuación y consideradas como las más importantes.

2.4.1.1. Metodología de las 5S.

La metodología 5S es una herramienta simple y universal que puede ser aplicada en cualquier empresa para lograr mejoras significativas en la productividad. Fue desarrollada por Hiroyuki Hirano y se centra en optimizar los sistemas productivos al reducir la pérdida de tiempo en la búsqueda, selección y preparación de elementos. A través de la implementación de las 5S, se establece una estructura de organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina, lo que resulta en ahorro de recursos, eliminación de actividades innecesarias y aumento de la eficiencia.

La implementación de la metodología 5S se alinea perfectamente con el modelo TPM (Mantenimiento Productivo Total) en las áreas de trabajo. El enfoque del TPM es reorganizar la

⁵ Robinson, C. J., & Ginder, A. P. (1995). *Implementación del TPM: Un enfoque práctico para la excelencia en la planta*. Editorial McGraw-Hill.

organización existente para optimizar los recursos y tiempo del personal, lo que lleva a ahorros de costos. Dado que el TPM se basa en la eliminación de desperdicios, es esencial aplicar las prácticas de las 5S para respaldar este enfoque.

Las cinco actividades básicas de un programa 5S se pronuncian en japonés y comienzan con la letra "S". Estas son:

1. **Organización o Clasificación (Seiri):** se retiran del área de trabajo elementos innecesarios para las actividades productivas. Los elementos deben de ser señalizados y colocados en un sitio transitorio, después deben de ser catalogados si serán utilizados a futuro o si deben de ser eliminados. Es muy importante liberar el área de piso quitando herramientas obsoletas, papelería innecesaria, excesos de materia prima, etc. En esta etapa debe de trabajarse en eliminar la mentalidad que muchas personas adquieren, el “POR SI ACASO”.
2. **Orden (Seiton):** significa el establecimiento de los elementos necesarios para su rápido control, etiquetarlos y así poder encontrar rápido. En este punto nos podemos preguntar: ¿Qué elementos o herramientas necesito para hacer mi trabajo? Y donde lo necesito tener.
3. **Limpieza (Seiso):** esto significa que se debe limpiar el piso, limpiar maquinaria, herramientas y asegurar que todo el entorno quede limpio. Se desarrollará un hábito por la limpieza y orden en el área de trabajo por parte de los trabajadores, además serán evidentes antiguos problemas que eran causados por la suciedad.

4. **Estandarizar (Seiketsu):** este aspecto es diferente de los tres anteriores, ya que se centrar en estandarizar las primeras 3S y agregar otras buenas prácticas para poder tener buenas normas y estándares de trabajo.
5. **Disciplina (Shitsuke):** esto significa mantener un hábito apropiado de los procedimientos correctos. Las personas se caracterizan por resistirse al cambio, resultando un nuevo desorden a los pocos días de comenzar las 5S, existe la tendencia de volver a la tranquilidad, por lo tanto, para resistir y persistir se necesita de una disciplina que sostenga las nuevas normas y estándares.

La implementación exitosa de las 5S contribuye significativamente a la eficiencia, el ahorro de costos y la mejora continua en cualquier empresa.

2.4.1.2. Estandarización de actividades y procesos.

Esta es una de las herramientas de Lean Manufacturing, es un proceso continuo que nunca termina y que está sumamente relacionado con la idea general de la mejora continua, que debe implementarse como un patrón, para desarrollar siempre un buen producto. La estandarización define eficientemente los métodos de trabajo para lograr mejor calidad y costos más bajos.

La estandarización selecciona las mejores prácticas, lo que cada operario hace bien, lo que se comprueba, lo obtiene los mejores resultados para definir una metodología de trabajo, que todos los trabajadores deben seguir. Lo que se busca es que todos los operarios trabajen de la misma manera, para un mismo proceso de producción, estableciendo una línea base para administrar y evaluar los procesos y desempeños.

Esta metodología ayudará a reorganizar los trabajos estandarizados dentro de la empresa Zeta Gas, al mismo tiempo servirá de base para encontrar nuevas oportunidades de mejoras dentro de cada departamento, proceso o servicio que se realizan en la empresa. Cada mejora es incorpora a la metodología, por lo que se renueva continuamente, por lo que es una referencia para el Kaizen.

Todas las empresas que quieran conservar en buen estado sus máquinas o equipo requieren necesariamente un plan de mantenimiento preventivo (PMP) estandarizado, basado en actividades de limpieza, inspección y ajuste, integrando actividades de lubricación, tareas predictivas a las máquinas, así mantenerlas en óptimas condiciones. El PMP (Plan de Mantenimiento Preventivo) es un documento que posee instrucciones que indican al personal operativo y técnico la labor de ejecutar una tarea, que puede ser modificado o actualizado cada vez que se visualice una mejora de la estandarización establecida.

2.4.1.3. Ciclo Deming o PDCA.

Ciclo de Deming, también conocido como PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Tu explicación abarca su origen, sus fases y su importancia en la mejora continua de los procesos empresariales. Aquí tienes un resumen de los puntos clave:

Origen y Fases del Ciclo de Deming (PDCA): El ciclo de Deming, creado por William Edwards Deming, consta de cuatro fases:

- a) Planificar (Plan): Identificar los objetivos y procesos a mejorar, establecer un plan para lograr esos objetivos y definir las estrategias necesarias.
- b) Hacer (Do): Implementar el plan y llevar a cabo las acciones planificadas. Esto implica ejecutar los cambios y mejoras según lo planeado.

- c) Verificar (Check): Evaluar los resultados y compararlos con los objetivos establecidos en la fase de planificación. Verificar si se han logrado los resultados esperados.
- d) Actuar (Act): Tomar medidas basadas en los resultados verificados. Si los resultados cumplen con los objetivos, se implementan como estándar. Si no, se ajustan y se repite el ciclo.

Factores de desarrollo para el PHVA

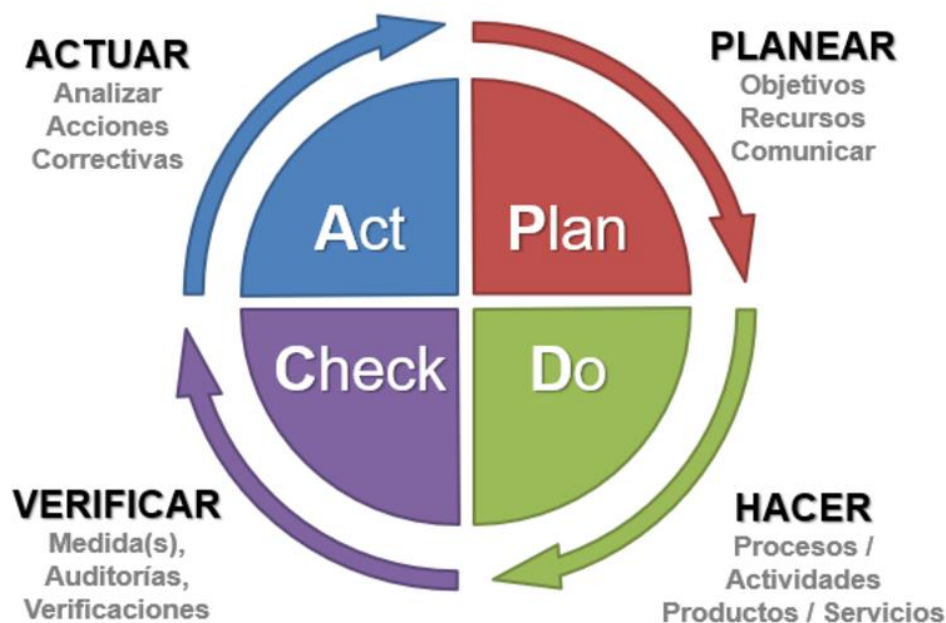
A continuación, se presentan algunos factores que se deben considerar para lograr aplicar el Ciclo de PHVA, el cual ayudaría a su aplicación en cualquier entorno que se requiera.

Versatilidad del Ciclo de Deming: Aunque su origen fue en aspectos de producción, el ciclo de Deming es versátil y puede aplicarse en diversos contextos empresariales, como dirección, trabajo en equipo, marketing y ventas. Se adapta a las necesidades de la organización.

Importancia y Beneficios: La implementación correcta del ciclo de Deming permite mejorar los estándares de calidad de un proceso. Al ser un ciclo, se puede repetir tantas veces como sea necesario para seguir mejorando de manera continua. Esto asegura que la organización esté en constante evolución y mejora en todas sus áreas.

En resumen, el Ciclo de Deming (PDCA) es una metodología clave para la mejora continua en las organizaciones, ya que proporciona una estructura sistemática para la planificación, ejecución, evaluación y ajuste de los procesos, lo que conduce a una mejora constante en la calidad y eficacia de las operaciones empresariales.

Ilustración 3 - Metodología de enfoque de procesos en la gestión de Instalaciones



Fuente: www.researchgate.net

Por eso es una de las herramientas más socorridas para la búsqueda continua de la optimización de calidad. Sus elementos son retomados en algunas certificaciones de normas (la ISO 9001 y la ISO 1400, por ejemplo) de gestión de calidad.

Un aspecto importante del ciclo de Deming es que no se recomienda para quienes buscan soluciones rápidas, porque implica hacer una prueba que, quizá, deba repetirse hasta encontrar la estrategia que dará resultados.

2.4.1.4. MTTR – MTBF.

MTTR son las siglas de "Mean Time To Repair" en inglés, que se traduce como "Tiempo Promedio de Reparación" en español. Se trata de una métrica utilizada para medir el tiempo promedio que lleva reparar un sistema, equipo o componente después de que se ha producido una falla.

MTBF son las siglas de "Mean Time Between Failures" en inglés, que se traduce como "Tiempo Promedio entre Fallas" en español. Se trata de una métrica utilizada para medir el tiempo promedio que transcurre entre las fallas de un sistema, equipo o componente. El MTBF es una métrica clave en la gestión de la confiabilidad y disponibilidad de sistemas.

2.4.1.5. OEE⁶

La Eficiencia General de los Equipos (OEE por sus iniciales en inglés Overall Equipment Efficiency). es un indicador que mide la eficacia real de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua, esto puede aplicarse a una sola máquina, una línea de producción aislada o una planta completa.

¿Por qué es importante medir el OEE?

- Medir el OEE es una de las mejores prácticas que se deben hacer en las industrias. Aquí te explicamos por qué:
- Identificación de Eficiencia: Ayuda a identificar las áreas donde un proceso de producción no está alcanzando la eficiencia óptima, proporcionando una visión clara de las causas de la pérdida de productividad.

⁶ Fractal, (2024), <https://www.fractal.com/es/mantenipedia/oeo-oportunidades-para-mejorar-los-procesos>

- Benchmarking y Mejora: Al rastrear el OEE, las empresas pueden establecer referencias y seguir las mejoras a lo largo del tiempo, lo que conduce a un mejoramiento continuo de la eficiencia de producción.
- Reducción de Desperdicio: Permite identificar el desperdicio en forma de tiempo de inactividad, pérdidas de velocidad y defectos de calidad. Al corregir estos problemas, las empresas pueden aumentar su producción y rentabilidad.
- Toma de Decisiones Basada en Datos: El OEE proporciona datos cuantificables que se pueden utilizar para tomar decisiones informadas con respecto al mantenimiento de equipos, cambios de procesos e inversiones de capital.

La fórmula para aplicar es: $OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$.

2.4.1.6. Diagrama de Pareto.

En 1909 el economista y sociólogo Vilfredo Pareto publicó los resultados de sus estudios sobre la distribución de la riqueza. Pocos años de después el americano M.C. Lorenz, manejo este principio y lo diagramó, luego Juran, uno de los padres de la calidad lo llamo como “Diagrama de Pareto”. Este enunciado se conoce como el de los muchos vitales y los pocos triviales o como 80-20, el cual es decir el 20% de las causales que ocasionan el 80% de los fenómenos.

2.4.1.7. Diagramas de flujo.

Este tipo de diagrama proporciona información sobre todos los componentes que se necesitan para fabricar un producto o dar un servicio, es de gran utilidad para poner en evidencia los costos ocultos provocados por excesivos acarrees, retrasos, almacenajes temporales. Su utilidad es el de describir un proceso, sistema o algoritmo informático.

2.4.1.8. Control visual.

Las formas de señales visuales se mantienen en el entorno de todas las personas y tienen el propósito de enviar un mensaje para llamar la atención y crear la necesidad de hacer alguna pregunta.

Las labores rutinarias están sumamente relacionadas con ruidos, olores y mensajes visuales que se comprenden e identifican con el tiempo y en el espacio, esto se utiliza para emitir un juicio si las cosas están bien o mal y que pueden influir a tomar acciones.

El control visual lleva en si una variedad de métodos depende cual sea el objetivo en la gestión del proceso así se debe de adecuar la medida o el tipo de control que mejor se acomode a las características del sistema, algunos pueden ser:

- Control visual de espacios y equipos.
- Documentación visual del puesto de trabajo
- Control visual de la producción
- Control visual de la calidad
- Gestión de indicadores.

Lo más significativo en la implementación de esta técnica en cuanto a quien se va a dirigir hay que considerar la información que tenga que ver con las 6M (Maquinaria, mano de obra, materiales, métodos, mediciones y medio ambiente). Lo que se debe buscar es encontrar los problemas de una forma simple al alcance de la vista sin llegar a la profundidad de ello de manera que se llame la atención de quien deba solucionarlos.

2.4.1.9. Análisis de Modos de Falla y Efectos (FMEA)

Esta es una herramienta sistemática que identifica posibles modos de falla en los equipos, evalúa sus consecuencias y prioriza las acciones de mantenimiento preventivo para mitigar los riesgos.

Aplicación: Aplicar FMEA para analizar los modos de falla de los equipos críticos en League Central América, identificar las causas potenciales de las fallas y priorizar las áreas de enfoque en el plan de mantenimiento.

2.4.1.10. Diagrama de Ishikawa (Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto)

Este diagrama identifica y organiza las posibles causas de un problema, ayudando a visualizar las interrelaciones entre diversos factores. Su utilización permite investigar las causas subyacentes de los problemas de mantenimiento, identificando áreas clave para intervención y mejora.

2.4.1.11. Diagrama SIPOC

Una técnica que resulta muy útil para este propósito es el diagrama de alto nivel conocido también como diagrama SIPOC, que recibe su nombre por sus siglas en inglés, Supplier-Input-Process- Output-Customer, es decir, Proveedor-Insumos-Proceso-Salidas- Cliente.

- **Proveedor:** es cualquier persona o proceso que suministra algún insumo.
- **Insumo:** es todo aquello que se requiere para llevar a cabo nuestro proceso, puede ser información, materiales, actividades o recursos.
- **Proceso:** son las actividades básicas para convertir las entradas en salidas.
- **Salida:** es el resultado del proceso.
- **Cliente:** es la persona o proceso que se ve afectada por el resultado del proceso.

SIPOC es una herramienta que consiste en un diagrama, que permite visualizar al proceso de manera sencilla y general. Este esquema puede ser aplicado a procesos de todos los tamaños y a todos los niveles, incluso a una organización completa.

2.4.1.12. 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.

En un ambiente de certidumbre, el AHP proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos relativos a las alternativas de decisión. La ventaja del AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos

El AHP, mediante la construcción de un modelo jerárquico, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema, descomponer y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar.

El AHP se trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión.

2.4.1.13. Indicadores de gestión

Un indicador de gestión es una unidad de medida gerencial que permite evaluar el desempeño de una organización frente a sus metas, objetivos, responsabilidades con los grupos de referencia (trabajadores, accionistas, comunidad, clientes, proveedores, gobierno, etc.). En tal sentido, es la relación entre las metas, los objetivos y los resultados, procurando un mejoramiento continuo en la organización, ya que: "lo que no se mide con hechos y datos, no puede mejorarse" (Serna, 1997). Resaltando la importancia que para la gerencia moderna representan como instrumento de acción y evaluación, de procesos y resultados, tanto en la construcción de objetivos dentro de planes como en su implementación, ejecución, evaluación.

Los indicadores de gestión son ante todo información, es decir, agregan valor, no son solo datos. Siendo información, los indicadores de gestión deben tener unos atributos, tanto en forma individual, como cuando se presentan agrupados (Senn, citado por Beltrán, 1998); éstos son:

- Exactitud: representando la situación tal como es. Forma: se debe elegir según la situación, necesidades y habilidades de quien la recibe y procesa. Puede ser numérica, gráfica, cualitativa, etc.
- Frecuencia: depende de cuándo se requiera.
- Extensión: alcance en términos de las necesidades o requerimientos de cobertura.
- Origen: externo o interno, la fuente debe tener confiabilidad.
- Temporalidad: en relación con el tiempo al que hace referencia. Relevancia: depende de cada situación o factor particular.
- Integridad: suministrando una visión completa de una situación determinada.
- Oportunidad: disponible y actualizada cuando se necesite.

Los indicadores de gestión hacen parte de un sistema de control de gestión que tiene como objetivo contribuir a una gestión eficaz y eficiente de las organizaciones, facilitando a sus integrantes información permanente e integral sobre su desempeño, lo que les permite autoevaluar su gestión y tomar decisiones para mejorar los niveles de aprendizaje en la organización. El indicador de gestión es la relación entre variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previstos e influencias esperadas" (Beltrán, 1998)

2.4.1.14 Disponibilidad

Los trabajadores son una pieza fundamental en las operaciones de mantenimiento que se llevan de manera cotidiana en cualquier fábrica, por lo que no pueden quedar fuera del Mantenimiento Productivo Total.

La motivación del TPM es aumentar la disponibilidad del equipo, mejorar la calidad de la producción, reducir los costes innecesarios en la producción, mejorar la seguridad de los trabajadores y las condiciones laborales.

El enfoque del Mantenimiento Productivo Total bebe directamente el mantenimiento preventivo, el cual tiene por objetivo la mejora continua y la participación de los/as trabajadores/as.

2.4.1.15 MTTR

El MTTR es un indicador de facilidad de mantenimiento (mide la facilidad en que un equipo puede repararse). Un Tiempo Medio de Reparación elevado puede indicar que la sustitución de un determinado activo es más barato o preferible que la reparación. Por otro lado, un MTTR más bajo puede sugerir que «usar hasta averiar» no es una mala opción para ese equipo.

Por otro lado, un MTTR elevado puede indicar ineficacias. Tal vez se esté tardando demasiado tiempo en tomar medidas o es necesario almacenar más piezas fundamentales para el equipo en cuestión. Saber cómo reducir el MTTR es esencial para evitar o minimizar la inactividad y los perjuicios que esto puede causar a tu negocio.

¿Cómo calcular el MTTR? Para calcular el MTTR, divide el tiempo total de mantenimiento correctivo durante un determinado periodo por el número de acciones de mantenimiento correctivo realizadas.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{tiempo total de mantenimiento}}{\text{número de reparaciones}}$$

Para el cálculo del MTTR, el tiempo total de mantenimiento es el tiempo total de mantenimiento correctivo, por ejemplo, el tiempo total utilizado para realizar un mantenimiento no planeado. El resultado suele presentarse en horas.

2.5 Indicadores de mejora en el desarrollo del mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento desempeñan un papel fundamental en la mejora continua del mantenimiento. Al monitorear y medir constantemente el desempeño a través de indicadores clave, las organizaciones pueden identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización.

Esto permite implementar estrategias de mejora, como la implementación de mejores prácticas, el desarrollo de programas de mantenimiento predictivo y preventivo, y la capacitación del personal en nuevas tecnologías y técnicas de mantenimiento avanzadas.

2.6 Pérdidas que limitan la eficacia de los equipos

La mejora orientada intenta eliminar toda clase de pérdidas. Por tanto, es importante identificar y cuantificar esas pérdidas.

Con el método tradicional de identificar pérdidas, se analizan estadísticamente los resultados para identificar los problemas, y luego se investiga y rastrea hacia atrás para encontrar las causas. El método adoptado en el TPM asume un enfoque práctico y se centra en examinar directamente los inputs de la producción como causas. Examina los cuatro inputs principales del proceso de producción (equipo, materiales, personas, y métodos), y considera como pérdida cualesquiera deficiencias en esos inputs.

El logro de un TPM rentable en las industrias de proceso puede ser difícil si los equipos de mejora limitan su método de abordar los problemas al usado en las industrias de manufactura y ensamble (maximizar la eficacia global del equipo eliminando las siete pérdidas principales). Hay que considerar las características únicas de las industrias de proceso:

- La producción es continua.
- El proceso en su conjunto es más importante que los equipos individuales.
- Las propiedades de los materiales procesados cambian por modos complejos.
- El proceso consume grandes cantidades de energía.
- Los operarios deben controlar una amplia gama de equipos.

Las empresas de la industria de proceso a menudo deben incorporar o retirar conceptos de las siete pérdidas básicas para resaltar los problemas que caracterizan su propio entorno. Por ejemplo, la tabla 3-1 relaciona las diez pérdidas principales y temas de mejora asociados usados en una planta de proceso particular.

2.6.1 Tiempo perdido. (Disponibilidad)

Algunos ejemplos de este tipo de pérdidas pueden ser atascos de la línea de producción, flujo de producto obstruido, configuraciones incorrectas, sensores bloqueados, problemas de diseño de equipos y limpieza rápida periódica, tiempo perdido por este motivo de defectos de calidad. Existen variaciones en el proceso. No están estudiados todos los modos de fallo del proceso bajo rendimiento en el arranque de las nuevas instalaciones

2.6.2 Pérdida de velocidad. (Eficiencia)

Nos referiremos ahora a las pérdidas de producción ocasionadas por la diferencia que hay entre la velocidad prevista (de diseño) para el equipo en cuestión y la velocidad de operación real, y que tiene como consecuencia que la capacidad de producción también será diferente.

Este tipo de pérdida hace referencia a la situación creada cuando al operar a la velocidad diseñada, se producen problemas de calidad o mecánicos que fuerzan la reducción de la velocidad.

2.6.3 Defectos. (Calidad)

Uno de los principios en que se fundamenta el Mantenimiento de calidad es: clasificación de los defectos e identificación las formas en que se presentan, frecuencia y efectos.

2.6.4 Disponibilidad (Tasa operativa)⁷

La disponibilidad es el tiempo de operación expresado como porcentaje del tiempo del Calendario. Para calcular la disponibilidad, del tiempo del calendario se resta el tiempo perdido durante las paradas programadas (para mantenimiento planificado y ajuste de producción) y el

⁷ IRIM, (2024), <https://renovetec.com/irim/14-revista-irim-6/304-indicadores-de-disponibilidad>

tiempo perdido en paradas súbitas importantes (fallos de equipos de proceso). A continuación, se divide el resultado por el tiempo de calendario y se multiplica por 100.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo calendario} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

$$\text{Pérdidas de paradas programadas} = \text{Pérdidas de paradas para mantenimiento} + \text{Perdidas de ajustes de producción.}$$

$$\text{Pérdidas de paradas súbitas (averías) importantes} = \text{pérdidas de fallos de equipos} + \text{pérdidas de fallos de equipos}$$

2.6.5 Eficiencia

La eficiencia del rendimiento es el producto de la tasa de velocidad de operación y la tasa de operación neta. La tasa de operación del equipo se refiere a la discrepancia entre la velocidad ideal (basada en la capacidad del equipo prevista en su diseño) y su velocidad de operación actual. La fórmula matemática de operación es:

$$\text{Tasa de velocidad de operación} = \frac{\text{Tiempo de ciclo teórico}}{\text{Tiempo de ciclo actual}}$$

2.6.6 Calidad

El Mantenimiento de la Calidad engloba actividades que establecen las condiciones adecuadas del equipo para que la calidad de los productos no se vea comprometida. Estas acciones se realizan para lograr el cero defecto, es decir, buscan eliminar cualquier defecto o retrabajo. De esta forma, es posible evitar que algún producto salga de la especificación deseada.

Estas actividades de Mantenimiento de Calidad son muy eficientes para evitar que se produzcan materiales con defectos. Estos defectos del producto se refieren a aquellos que pueden ocurrir como resultado de controles insuficientes en el equipo.

Los problemas que pueden interferir con la calidad de los productos pueden surgir de diferentes orígenes, tales como:

- Elección de materiales de menor calidad o diferentes a otros envíos, que interferirán directamente con la calidad del producto ofrecido.
- Los equipos que pueden estar causando un defecto o en algún momento de la producción pueden tener una falla y consecuentemente causar problemas en la pérdida de la calidad del producto.
- Por falta de personal calificado para detectar cualquier anomalía en cualquier etapa de la producción. En este caso, como vimos en el primer artículo de esta serie, el Mantenimiento Autónomo es un paso importante para que los operadores puedan notar fallas y defectos en las máquinas que operan y así buscar una solución.

2.7 Perdidas por preparación y ajuste

Son las pérdidas que se presentan al ajustar la máquina para un mejor rendimiento de ésta y al prepararla al inicio del trabajo.

Existen dos tipos de preparación y como tal tienen estrategias diferentes para atacarlas:

- **Preparación Interna:** Es cuando las preparaciones se deben hacer mientras la máquina está parada, se debe reducir al máximo este tiempo.

- **Preparación externa:** Es cuando las operaciones pueden realizarse mientras el equipo está en funcionamiento.

2.7.1 Inactividad y perdidas por paradas menores

Son pequeñas paradas interrumpidas por un mal funcionamiento temporal o cuando la máquina está inactiva. Este tipo de problema causa generalmente un efecto sobre la eficiencia del equipo y es común cuando están implicados procesos automatizados con robots y cintas transportadoras.

2.7.1 Perdidas de velocidad reducida

Son las diferencias entre la velocidad diseñada para el equipo y la velocidad real operativa y el propósito es reducir esa diferencia al máximo. La velocidad inferior a la ideal por diseño se puede presentar por problemas mecánicos y calidad defectuosa, problemas antecedentes, por temor al abusar del equipo o sobrecargarlo.

Ilustración 4 - Figura de las seis Grandes Perdidas, Fuente. Instituto tecnológico de Castilla de León¹⁹



2.7.2 Pérdidas de puesta en marcha

Son las pérdidas de rendimiento que se ocasionan durante las fases iniciales de producción desde la puesta en marcha de la máquina hasta su estabilización. El nivel de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso y depende entre otras cosas del nivel de mantenimiento del equipo, habilidades técnicas del operador, planillas y matrices.

2.7.3 Pérdidas por defectos de calidad y repetición del trabajo

Estas pérdidas son causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción y se dan por la fabricación de productos defectuosos que obligan a un reproceso. Por lo general los defectos en calidad son problemas crónicos que no son fáciles de detectar, por eso es necesario hacer un estudio a profundidad de conocimiento de la máquina y de la operación que ésta maneja.

2.7.4 Evaluación económica y financiera

La evaluación económica y financiera es un proceso utilizado para analizar y determinar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto, inversión o decisión empresarial. Esta evaluación se basa en el análisis de los aspectos económicos y financieros relacionados con la iniciativa en cuestión. Herramientas y métodos para evaluar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora.

El análisis de costos-beneficios: B/C (también conocido como índice neto de rentabilidad o índice de rentabilidad), es una herramienta utilizada para evaluar y comparar los costos y los beneficios de un proyecto, una inversión o una decisión. El objetivo principal del análisis de costos-beneficios es determinar si los beneficios obtenidos de una acción justifican los costos incurridos para llevarla a cabo. En este análisis, se identifican y cuantifican todos los costos asociados con la acción o proyecto en cuestión, tanto los costos directos como los costos indirectos.

Estos pueden incluir el costo de adquisición de recursos, el costo de mano de obra, los costos operativos, los costos de mantenimiento, entre otros. Una vez que se han determinado los costos y beneficios, se realiza una comparación para determinar si los beneficios superan los costos. Esto puede hacerse de varias maneras, como calculando la relación costo-beneficio (dividiendo los beneficios totales entre los costos totales).

La fórmula básica del análisis de costo-beneficio se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos Totales Netos (VAN) o beneficios netos entre el Valor Actual de los Costos de inversión (VAC) o costos totales.

$$\text{B/C} = \text{Valor Presente de los Beneficios Netos} / \text{Valor Presente de los Costos Netos}$$

Para calcular el valor presente de los beneficios y los costos netos, se utilizan técnicas de valoración financiera que consideran el flujo de ingresos y egresos a lo largo del tiempo. Estas técnicas suelen emplear el concepto de valor actual, que descuenta los flujos de efectivo futuros al valor presente, teniendo en cuenta la tasa de descuento.

Retorno de la Inversión (ROI): Se remonta a varias décadas atrás y ha sido utilizado como una métrica financiera fundamental para evaluar la rentabilidad de inversiones y proyectos. El concepto de ROI se originó en el ámbito financiero y empresarial. Aunque no existe un consenso sobre su origen exacto, se considera que su desarrollo se remonta a mediados del siglo XX. Desde sus inicios, el ROI ha sido ampliamente utilizado en el mundo de los negocios para medir y evaluar la rentabilidad de inversiones y decisiones financieras. Ha sido una herramienta clave en la toma de decisiones de inversión y gestión financiera.

A lo largo del tiempo, el concepto de ROI ha evolucionado y se han desarrollado diferentes enfoques y variantes. Se han incorporado conceptos como el flujo de efectivo, el costo de capital y el valor temporal del dinero para realizar cálculos más precisos y completos del ROI. Adopción en diversas industrias y sectores: El ROI se ha aplicado en una amplia gama de industrias y sectores, incluyendo finanzas, marketing, tecnología, manufactura, bienes raíces, entre otros. Ha sido utilizado tanto por empresas grandes como pequeñas.

Como calcular el Retorno de la Inversión (ROI): ROI (Return on Investment) es una métrica que permite evaluar la rentabilidad de una inversión en términos porcentuales. Se calcula dividiendo el beneficio neto obtenido por la inversión inicial y multiplicándolo por 100. La fórmula del ROI es la siguiente:

$$\text{ROI} = (\text{Beneficio Neto} / \text{Inversión Inicial}) \times 100$$

Un ROI positivo indica que la inversión generó ganancias, mientras que un ROI negativo indica pérdidas. El ROI es una medida relativa que permite comparar diferentes inversiones y determinar cuál es más rentable.

2.7.5 Mapa de procesos

es una técnica utilizada para planificar visualmente los flujos de trabajo y procesos. Involucra la creación de un mapa, también conocido como diagrama de flujo, diagrama de flujo de procesos o diagrama de flujo de trabajo.

Paso a paso para hacer un mapa de procesos

- Establecer el punto de partida.
- Seleccionar los procesos clave.

- Identificar los procesos de apoyo.
- Definir los procesos estratégicos.
- Detallar las tareas que incluye cada proceso.
- Colocar los procesos en el mapa y establecer relaciones entre ellos.

2.7.6 Gestión de Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de actividades y técnicas destinadas a la conservación de los equipos durante el mayor tiempo posible buscando su mayor disponibilidad y su máximo rendimiento.

Desde que las empresas comenzaron a concebir la idea de la división del trabajo y departamentalización, separaron el área de producción del área de mantenimiento, y esta última quedo subordinada a la producción, siempre por debajo a nivel jerárquico. Aparece el concepto de cliente interno en la gestión de las empresas japonesas, este concepto se aplicó a otros departamentos implementándose en varias empresas que mantenimiento es proveedor de producción y este a su vez su cliente. Partiendo de esa idea, también contabilidad, compras, informática, diseño, recursos humanos, etc., también son proveedores de producción.

En el entorno de la construcción los planteamientos de los clientes y proveedores internos se denotan aún más, ya que los profesionales de la construcción suelen estar por encima de los gestores de mantenimiento en escala jerárquica y cadena de mando, a pesar de que la vida de los equipos y las maquinas que utilizan en la producción, dependen del área de mantenimiento. Esta forma de relación se manifiesta cuando no hay una verdadera gestión del mantenimiento, cuando solo se dedican a corregir fallas y apagar fuegos, pero se vuelve discutible cuando el área de

mantenimiento está muy bien gestionada cuando a grandes rasgos, optimizan los recursos que se emplean. En estos casos producción y mantenimiento son dos igualmente importantes dentro del proceso productivo, sumándose también los departamentos de contabilidad, compras, informática, diseño, recursos humanos, etc.

La gestión del mantenimiento se hace una tarea medular, cuando hay equipos mecánicos de por medio, por tal razón es necesario desarrollar planes de mantenimientos coherentes con las actividades productivas, hay que tener tiempo para realizar el respectivo estudio de fallas, hay que tener los sistemas debidamente organizados y reducir la mano de obra indirecta, debido a lo anteriormente planteado se hace necesario una gestión de manteniendo para: Ser competitivo, Analizar las nuevas técnicas, Desarrollar estrategias de mejora y Hacer productos de calidad.

Por todo lo anterior es necesario definir políticas, implantar la mejora continua, gestionar el talento humano.

La clave de gestionar el mantenimiento.

Un plan de gestión de mantenimiento debe incluir los aspectos necesarios para afectar los resultados del departamento y de la empresa, estos deben de ser gestionables y controlables, caso contrario habrá problemas de seguridad ocupacional, se incrementarán los riesgos financieros y las producciones serán perjudicadas.

Los elementos que se deben incluir en la gestión del mantenimiento son:

1. **Análisis de equipos:** Es primordial conocer cada particularidad de los equipos, hay que tener en cuenta todos los factores como el operador, los proveedores de

respuestas, las condiciones de trabajo, etc., para determinar las tareas más convenientes para el mantenimiento.

2. **Plan de mantenimiento preventivo integral:** Es un documento que tiene el conjunto de tareas programadas para asegurar los niveles de disponibilidad de los equipos que sufrirá constantes modificaciones según los resultados que arrojen los indicadores y las incidencias en la producción.
3. **Gestión del mantenimiento correctivo:** No es posible gestionar de buena manera un mantenimiento correctivo sino se atienden las fallas de forma eficiente.
4. **Gestión de repuestos:** Principal coste en la gestión de los repuestos, por lo tanto, es un coste que hay que optimizar. Hay que tener en cuenta que el departamento financiero será muy agresivo en los controles de adquisiciones, compras y stock, de manera que hay que estudiar detenidamente las necesidades; por otro lado, la disponibilidad de los equipos se ve afectada por un adecuado stock de respuestas. Hay que hacer coincidir las cantidades de dinero para optimizar la disponibilidad deseada de los equipos.
5. **Gestión de los recursos humanos del mantenimiento:** Se hace de suma importancia optimizar en el manejo del talento humano, hay que centrar las miradas en la gestión del recurso humano para lograr mejores resultados económicos que sean beneficiosos para la organización y hacerla más competitiva.
6. **Calidad del mantenimiento:** La calidad del mantenimiento está dada por la máxima disponibilidad al mínimo coste, es decir: Mano de obra idónea y cualificada, Rendimiento de mano de obra alto, Herramientas útiles, Materiales de calidad, Optimización del dinero, Métodos de trabajo adecuados, Mantenimientos

fiables, Que las paradas no afecten la producción, Que se tenga información fiable del mantenimiento para tomar decisiones.

7. **Gestión de prevención de riesgos laborales:** Hay que analizar los accidentes de trabajo y evitar sus causas y no achacarlos a la mala suerte o a la casualidad; hay que combatir los riesgos desde su origen.
8. **Gestión de la información:** La información pueden ser datos generales y numéricos que sirvan para la toma de decisiones y que se generan de la actividad diaria y deben de mantenerse ordenados.
9. **Gestión del cambio:** La gestión del cambio se realiza en dos líneas pronunciadas, la primera es la relacionada a la pregunta que se hacen del porqué del cambio. En segundo lugar, va relacionada con el rumbo que se quiere tomar con el cambio.

2.7.7 Mantenimiento correctivo

Corregir los errores del equipo o la maquina conforme vayan apareciendo por el uso y el desgaste, por la condición de los equipos en la empresa constructora en mención, este tipo de mantenimiento es muy demandado; la mayoría de estos se realizan en talleres especializados que dan servicio por marca y/o garantías.

Son un conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de estos. El mantenimiento correctivo también se conoce como mantenimiento de descomposturas o por averías, solo tiene lugar cuando alguna máquina no funciona. Si esta estrategia es empleada como la principal habrá un alto impacto de las actividades de mantenimiento no planificadas y de reposición de partes del inventario.

Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

La ventaja principal del mantenimiento correctivo es que permite alargar la vida útil de los equipos y maquinarias por medio de la reparación de piezas y la corrección de fallas. En este sentido, libra a la empresa de la necesidad de comprar un nuevo equipo cada vez que uno se averíe, lo cual elevaría los costos. Además, otra de las ventajas de realizar mantenimiento correctivo es la posibilidad de programarlo con antelación a cualquier desperfecto, de modo que se puedan prevenir accidentes y evitar menguas en la producción.

Las desventajas del mantenimiento correctivo están relacionadas con la imposibilidad, en muchas ocasiones, de predecir un fallo, lo cual obliga a una detención obligatoria de la producción mientras se detecta el problema, se consigue el repuesto y se resuelve el desperfecto. En este sentido, los costos y los tiempos de la reparación, cuando ocurre un fallo imprevisto, son siempre una incógnita.

Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues puede implicar el cambio de algunas piezas del equipo en caso de ser necesario.

2.7.8 Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento consiste en una intervención sistemática del equipo, aunque este no haya dado señas de desgaste prorrogando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno, puntualmente este tipo de mantenimiento tiene como fin revisar de forma periódica los equipos para evitar fallas que puedan generarse por desgaste, por uso o por el paso de los años.

Podríamos decir que el mantenimiento preventivo es la alternativa, o más bien el pilar, del mantenimiento correctivo, que se basa en reparar cuando el daño ya se ha hecho. Con el mantenimiento preventivo se evitan los fallos antes de que ocurran, de tal manera que se termina la idea de parar toda una producción porque una máquina se ha averiado, con

la consecuente pérdida de tiempo del empleado y de productividad de la máquina. Con un sistema de mantenimiento preventivo evitamos ese daño, esa pérdida de tiempo en la reparación, ya que la revisión o reparaciones oportunas se han realizado antes de que ocurran. Las características del mantenimiento preventivo son: Es preventivo, es predictivo, debe de ser de oportunidad y debe de ser programado

El mantenimiento preventivo tiene muy pocas desventajas:

- El mantenimiento de los equipos debe ser realizado por personal especializado que generalmente se encuentra fuera de la empresa, por lo que deben ser contratados.
- Dado que el mantenimiento del equipo se realiza con una cierta periodicidad, no permiten determinar con exactitud la depreciación o el desgaste de las piezas del equipo.
- La empresa debe seguir las recomendaciones del fabricante para programar los trabajos de mantenimiento. Por esta razón, puede ser necesario cambiar una pieza cuando puede tener una vida útil más larga.

Mantenimiento predictivo

Este es uno de los tipos de mantenimiento industrial que más requieren de un correcto plan de mantenimiento industrial y es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

Este mantenimiento predictivo básicamente se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo

Ventajas:

- Las fallas se detectan en sus etapas iniciales por lo que se cuenta con suficiente tiempo para hacer la planificación y la programación de las acciones correctivas (mantenimiento correctivo o curativo) en paros programados y bajo condiciones controladas que minimicen los tiempos muertos y el efecto negativo sobre la producción y que, además, garanticen una mejor calidad en las reparaciones.
- Las técnicas de detección del mantenimiento predictivo son en su mayor parte técnicas “on-condition”, que significa que las inspecciones se pueden realizar con la maquinaria en operación a su velocidad máxima no siendo necesario el desmontaje de la máquina.

- Anticipación a los fallos, Ahorro de repuestos, Mejora el conocimiento sobre la máquina, Ahorro de repuestos, Mejora el conocimiento sobre la máquina, Mejora fiabilidad y reducción del tiempo y costes en el mantenimiento.

Desventajas

- Alta inversión inicial ya que requiere de equipos específicos y costosos y La necesidad de un personal más cualificado)

Las técnicas para detección de fallos y defectos en maquinaria varían, desde la utilización de los sentidos humanos (oído, vista, tacto y olfato), hasta la utilización de datos de control de proceso y de control de calidad, el uso de herramientas estadísticas y técnicas de moda como el análisis de vibración, la termografía, la tribología, el análisis de circuitos de motores y el ultrasonido.

2.7.9 Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen

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, respecto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo 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.

2.7.10 Mantenimiento planificado o planeado

En este tipo de mantenimiento se debe de buscar de forma metódica y estructurada dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr eficacia y eficiencia en los costes, con el propósito esencial de avanzar hacia las cero averías.

El personal debe realizar acciones predictivas, preventivas y de mejora continua que permitan evitar las fallas en los equipos y en los sistemas de producción.

También es de mencionar que el TPM es un mantenimiento planificado el cual se basa en dos aspectos: por una parte, el mantenimiento autónomo y por otra parte mejorar las actividades del departamento de mantenimiento; este último con dos líneas muy importantes: la Mejorar el equipo y Mejorar la tecnología y la capacidad del mantenimiento.

2.7.11 Mantenimiento de la calidad o Hinshitsu Hozen

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

Un programa de mantenimiento de calidad se edifica sobre las ganancias logradas con la implantación de otros pilares del TPM tales como: Mejora orientada, Mantenimiento autónomo, Mantenimiento planificado y formación y adiestramiento. Las condiciones previas que deben de presentarse para que el programa tenga éxito son:

- Abolición del deterioro acelerado.
- Eliminación de problemas de proceso.
- Desarrollar operarios competentes.

2.7.12 Mantenimiento temprano, control inicial o prevención del mantenimiento

Es planificar e investigar sobre las nuevas máquinas que pueden ser utilizadas en nuestra organización, para ello debemos diseñar o rediseñar procesos, verificar los nuevos proyectos, realizar y evaluar los test de operaciones y finalmente ver la instalación y el arranque.

2.7.13 Mantenimiento de las áreas administrativas y oficinas

Esta clase de actividades no involucran 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 costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.

Capítulo III - Marco metodológico

3.1 Marco metodológico de investigación.

La investigación será realizada enfocándose en aspectos cuantitativos y descriptivos, el cual tendrá una propuesta y un método de integración documental e investigativa para evaluar el comportamiento de los colaboradores y así identificar las áreas de oportunidad para mejorar y optimizar las actividades, apoyándose en la realización de levantamientos, estudios y distribución adecuada según consideraciones que la propuesta ofrezca.

3.1.1 Enfoque Cuantitativo

En esta etapa, se recopilarán datos numéricos y cuantificables para analizar la efectividad de la propuesta de mejora. Esto incluirá datos financieros, indicadores de rendimiento, tasas de fallos antes y después de la implementación del TPM, entre otros.

Para la recolección de datos se utilizarán las siguientes técnicas:

- a) Registro y análisis de aplicación de mantenimiento a nivel históricos.
- b) Mediciones e indicadores de mantenimiento que ayuden en el desarrollo de una propuesta acorde a la actualidad de la empresa.
- c) Recopilación de datos sobre la utilización de los recursos y tiempos de inactividad de los equipos aplicados a la investigación.
- d) Encuestas o cuestionarios estructurados para el personal involucrado con el fin de evaluar la percepción al aplicar el TPM en los procesos.

3.1.2 Enfoque Descriptivo

Este enfoque tiene como objetivo caracterizar a la población a ser estudiada y tratar de evaluar y presentar de forma descripta las conductas humanas en un entorno sin una explicación de sus actividades, permitiendo con esto lograr un entendimiento y evaluación de la situación actual de la empresa League Central América y en consecuencia con la aplicación del TPM en esta y en el proceso de influencia.

Para la recolección de los datos se considera los siguientes aspectos:

- Realización de visitas y diagnostico por medio de la observación visual.
- Buscar información verbal por medio de posibles entrevistados para conocer el conocimiento de estos en el proceso investigado.
- Aplicación de encuesta para consultar a los colaboradores y personas que se considere son parte esencial del proceso investigado.

3.1.3 Análisis de información

La utilización de diferentes herramientas en el área de ingeniería industrial ayudará a realizar un planteamiento con una mayor probabilidad de mejoras, siendo estas herramientas las siguientes: Diagrama de recorrido el cual analizará las principales actividades del proceso a ser analizado, Pareto de causas, el cual permitirá identificar los problemas principales, entre otras herramientas. Check list de las condiciones y las evaluaciones de actividades de Mantenimiento actuales que se aplican los procesos productivos, sin olvidar la utilización y aplicación de herramientas que permita evaluar y diagnosticar a la empresa para identificar los aspectos a mejorar en materia de repuestos y lubricantes.

3.2 Métodos de obtención de datos

Para el caso de la obtención de datos se aplican diferentes modelos investigativos los cuales serían:

3.2.1 Encuesta.

Es un procedimiento de investigación cuantitativa en la que el investigador recopila información mediante el cuestionario previamente diseñado, sin modificar el entorno ni el fenómeno donde se recoge la información ya sea para entregarlo en forma de tríptico, gráfica, tabla o escrita.

3.3 Universo y muestra.

Es muy importante que se defina quienes serán sujetos de estudio el cual va dentro de la línea de investigación que se ha diseñado.

3.3.1 Universo

En el caso del universo se identificará que para esta investigación será específicamente perteneciente a la empresa League Central América en el área de bordado, en la cual se identificaron un numero de 487 colaboradores, siendo seleccionada aquellos que interfieren en el proceso investigado e implicados en este proyecto.

3.3.2 Muestras.

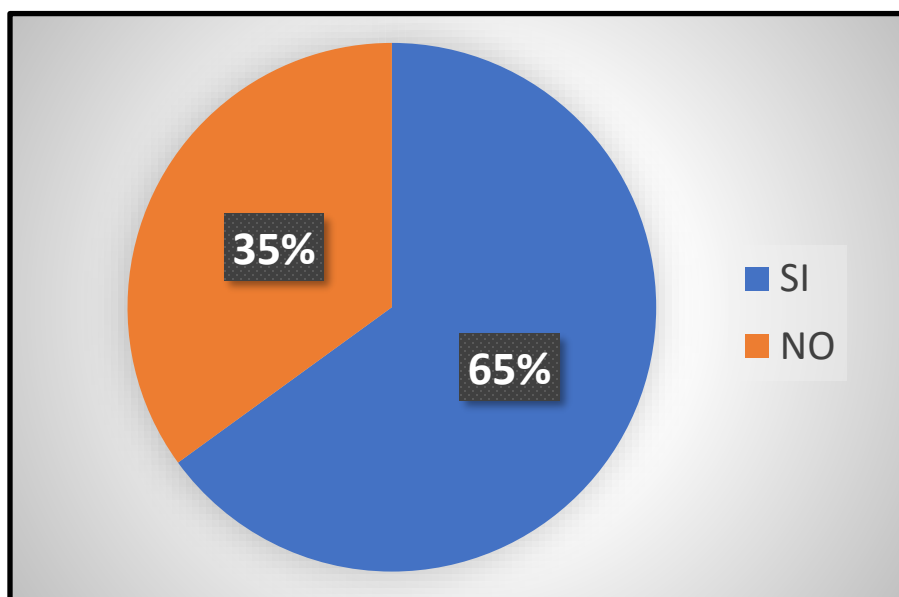
La muestra especifica a ser analizada será de 20 colaboradores, el cual corresponde a la cantidad del personal que se encuentra en el área de bordado, lugar donde se desarrollará el estudio, Por lo tanto, según Sampieri Hernández no se utilizará la fórmula para buscar el número de encuestados necesarios ya que el área no sobrepasa el numero requerido para la aplicación de esta.

3.3.3 Presentación de datos obtenidos en la encuesta

A continuación, se presenta la información obtenida por medio de encuestas realizada al personal de la empresa investigada, del cual se presenta la respuesta y su análisis.

1. ¿Conoce el personal sobre los principios básicos del Mantenimiento Productivo Total (TPM)?

Objetivo: Medir el nivel de conocimiento que tiene los empleados sobre TPM

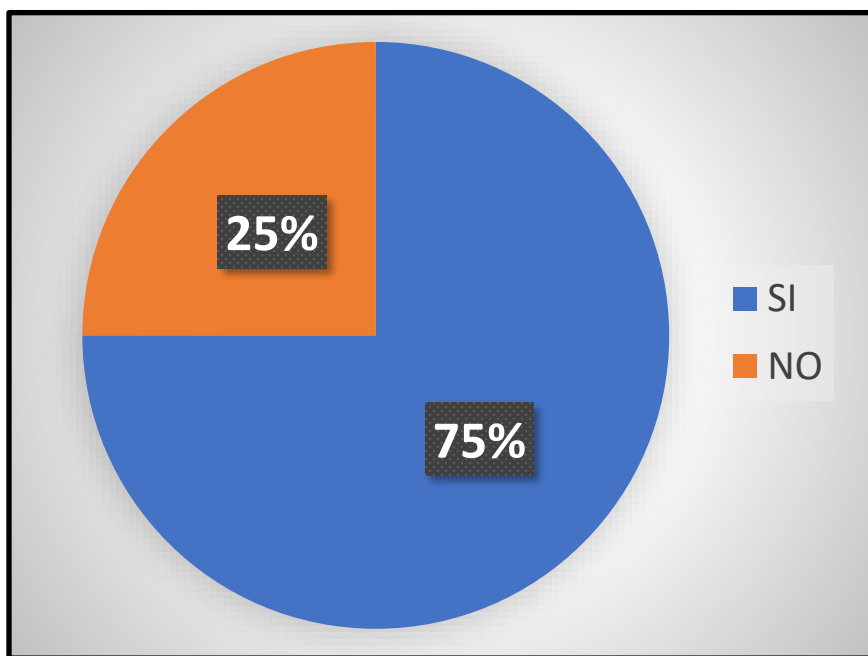


Frecuencia	Frecuencia Relativa
13	65%
7	35%
20	100%

Análisis: El resultado nos indica que el 65% de los trabajadores conoce sobre principios básicos del TPM y el otro 35% desconoce del tema.

2. ¿Sabe el personal de operación como identificar fallas menores en máquinas de bordados?

Objetivo: Medir el conocimiento que posee el personal en el funcionamiento de las máquinas.

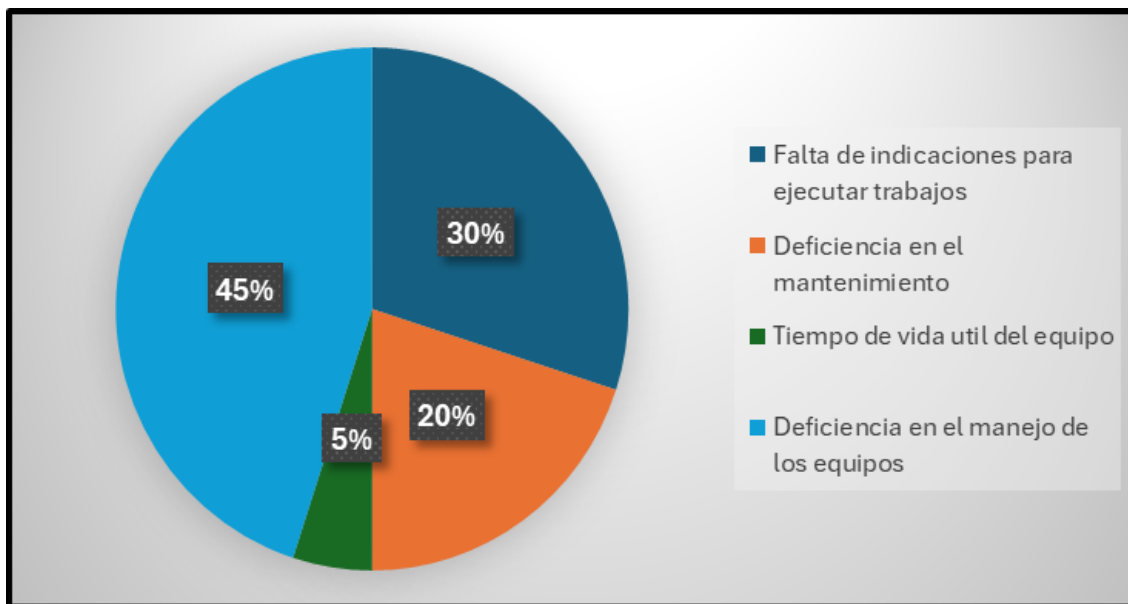


Frecuencia	Frecuencia Relativa
15	75%
5	25%
20	100%

Análisis: El resultado nos indica que el 75% del personal de operación sabe cómo identificar fallas menores en máquinas de bordados y el otro 25% no.

3. ¿Cuál es la principal falla de los equipos en la Empresa League Central América?

Objetivo: Conocer que afecta la productividad de la empresa conociendo la principal falla.

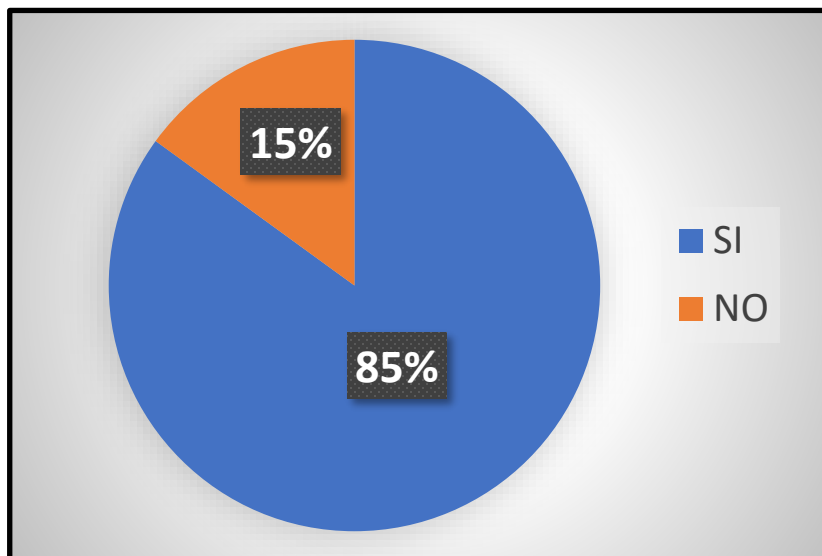


Frecuencia	Frecuencia Relativa
6	30%
4	20%
1	5%
9	45%
20	100%

Análisis: Según la encuesta obtuvimos los siguientes resultados, la falta de indicaciones para ejecutar trabajos obtuvo un 30%, deficiencia en el mantenimiento, el 20%, tiempo vida útil del equipo 5% y obteniendo una mayor % con el 45% deficiencia en el manejo de los equipos

4. ¿Considera que la implementación de TPM mejoraría la eficiencia del mantenimiento en el área de bordado?

Objetivo: Brindar las herramientas necesarias sobre TPM para mejorar eficiencia.

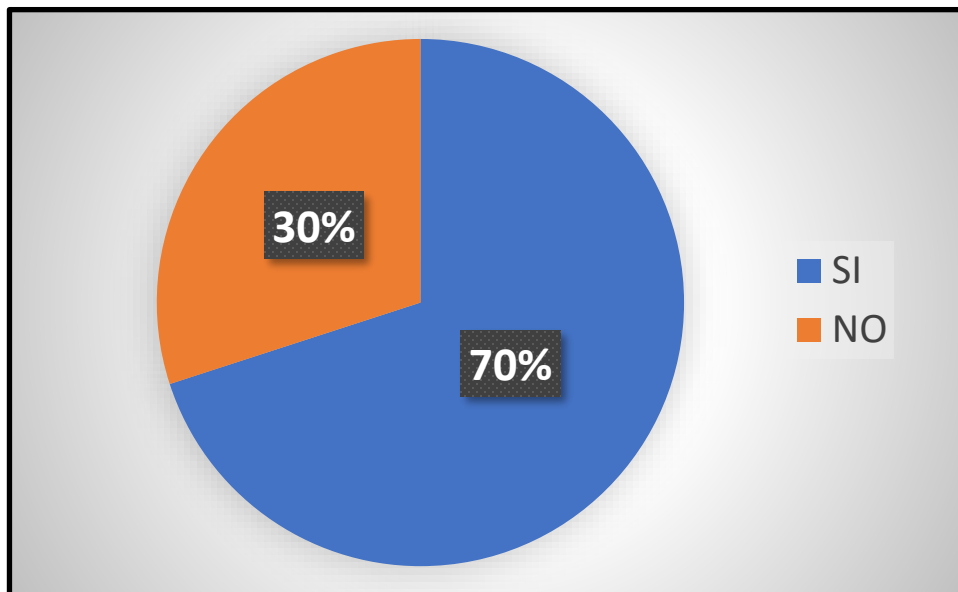


Frecuencia	Frecuencia Relativa
17	85%
3	15%
20	100%

Análisis: El resultado nos indica que el 85% del personal considera que la implementación de TPM mejoraría la eficiencia del mantenimiento en el área de bordado, sin embargo, el 15% opina que no.

5. ¿Existen procedimientos o documentados de utilidad para el mantenimiento de las máquinas de bordado?

Objetivo: Facilitar al empleado un mejor control del mantenimiento.

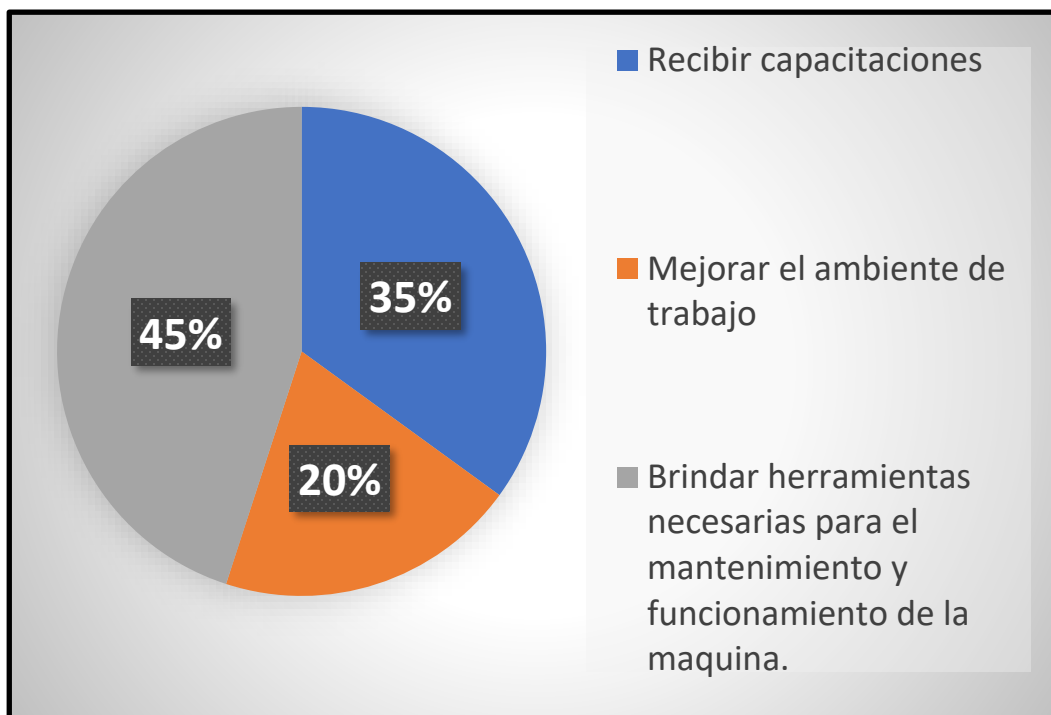


Frecuencia	Frecuencia Relativa
14	70%
6	30%
20	100%

Análisis: En la empresa League Central América en el área de Bordado, el 70% opina que existen procedimientos documentados para el mantenimiento de las máquinas de bordado y el 30% lo desconoce.

6. ¿Cómo puede ayudar la empresa a los empleados a mejorar su trabajo?

Objetivo: Tener parámetros para que sus empleados se desarrollen profesionalmente.

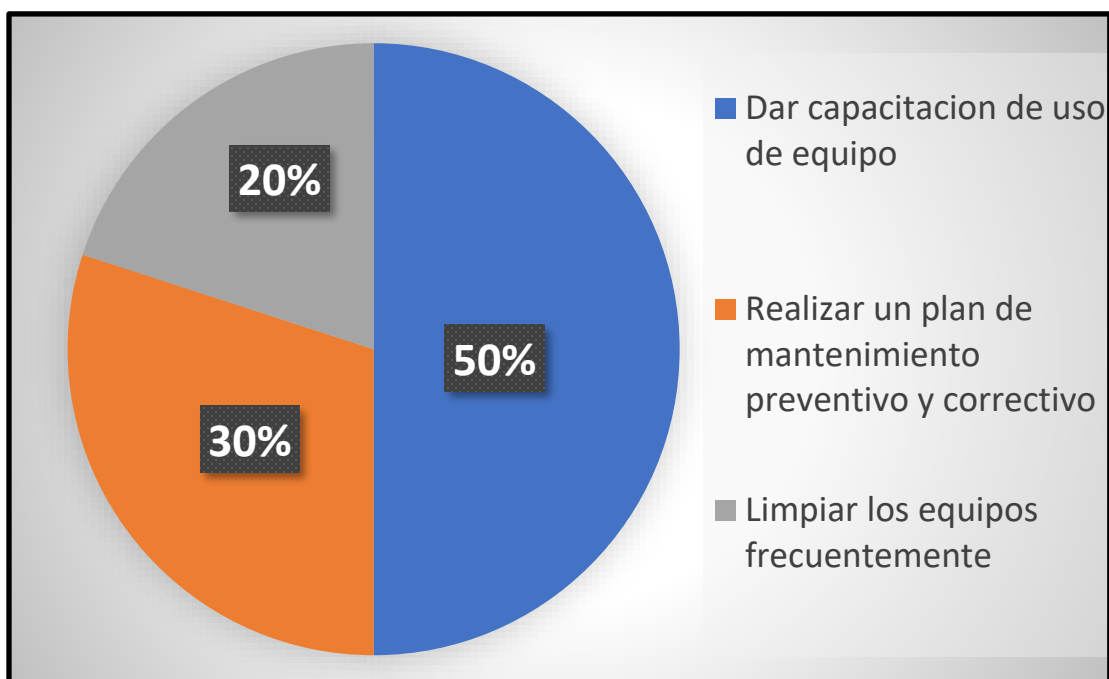


Frecuencia	Frecuencia Relativa
7	35%
4	20%
9	45%
20	100%

Análisis: Según los resultados el 35% considera que recibir capacitaciones mejora el trabajo, el 20% ayuda mejorar el ambiente laboral y el 45% brindar herramientas necesarias para el mantenimiento y funcionamiento de la máquina.

7. ¿Qué puede hacer el departamento de mantenimiento para mantener los equipos en buen estado?

Objetivo: Tener una calendarización de mantenimiento para evitar fallas en producción.

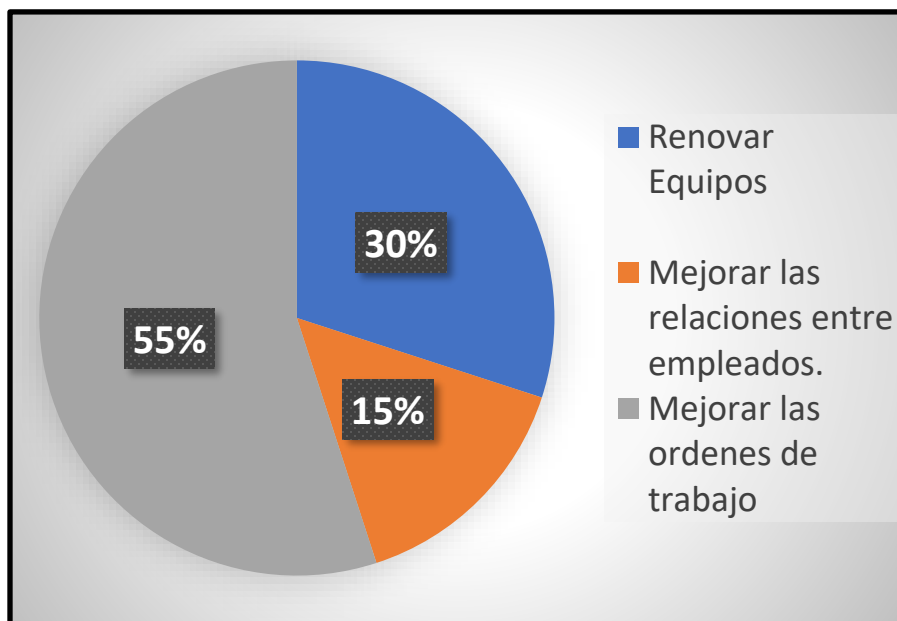


Frecuencia	Frecuencia Relativa
10	50%
6	30%
4	20%
20	100%

Análisis: Los resultados nos indica que el 50% de empleados opina que dar capacitaciones de uso de equipo ayudaría a mantener los equipos en buenos estados, el 30% dice que ayudaría realizar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo y el 20% limpiar los equipos frecuentemente.

8. ¿Qué se debe hacer para mejorar las condiciones del trabajo y así mejorar el rendimiento del personal y de los equipos?

Objetivo: identificar y explorar las estrategias y acciones necesarias para optimizar el entorno laboral, con el fin de potenciar tanto el rendimiento individual de los empleados como la eficiencia de los equipos de trabajo.

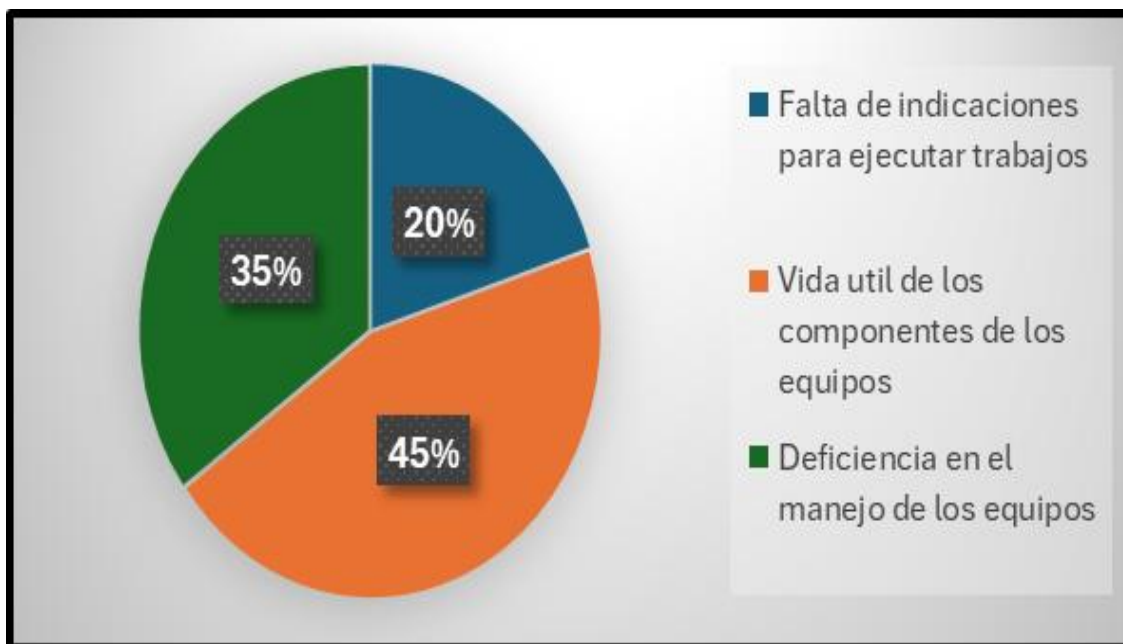


Frecuencia	Frecuencia Relativa
6	30%
3	15%
11	55%
20	100%

Análisis: Los análisis de los resultados el 30% opina que es necesario renovar equipos, el 15% mejorar las relaciones entre empleados y el 55% mejorar las ordenes de trabajo. Así se puede mejorar las condiciones del trabajo y así mejorar el rendimiento del personal y de los equipos.

9. ¿Cuál considera que es la principal falla de los equipos de bordaje en la Empresa League Central América?

Objetivo: Conocer que afecta la productividad de la empresa conociendo la principal falla.

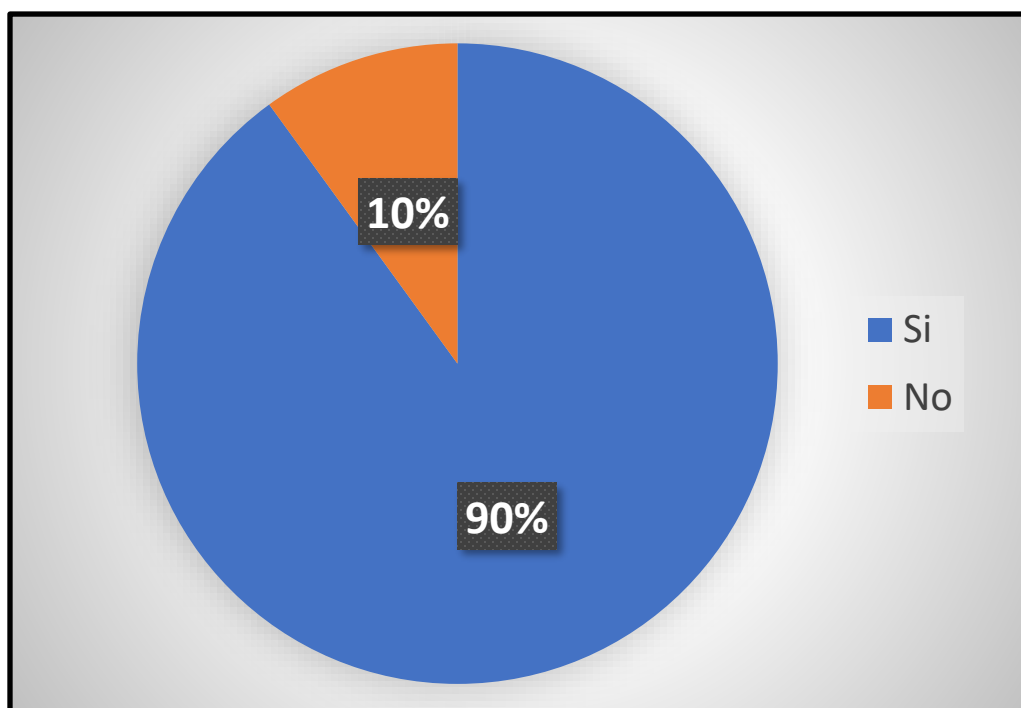


Frecuencia	Frecuencia Relativa
4	20%
9	45%
7	35%
20	100%

Análisis: En la empresa League Central América en el área de Bordado la principal falla de los equipos, el 20% opina que se debe por falta de indicaciones para ejecutar trabajos, el 45% se debe a la vida útil de los componentes de los equipos y el 35% por la deficiencia del manejo de los equipos.

10. ¿Conoce alguna herramienta de Ingeniería Industrial que pueda servir para mejorar las formas en la que se realizan los trabajos?

Objetivo: Medir el nivel de conocimiento que tiene los empleados sobre herramientas técnicas.



Frecuencia	Frecuencia Relativa
18	90%
2	10%
20	100%

Análisis: El 90% de los empleados conocen sobre alguna herramienta de Ingeniería Industrial que pueda servir para mejorar las formas en la que se realizan los trabajos y el 10% opina que no sabe.

3.3.4 Conclusión de la encuesta

Los resultados obtenidos de la encuesta aplicada en League Central América revelan aspectos críticos que justifican la implementación de un plan de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM). En primer lugar, se identificó que, si bien el 65% del personal conoce los principios básicos del TPM, existe un 35% que desconoce su aplicación, lo que evidencia una brecha de conocimiento que debe ser atendida mediante capacitaciones estructuradas. Este hallazgo refuerza la necesidad de un programa de formación que garantice la adopción homogénea de la filosofía TPM en todos los niveles operativos.

Por otro lado, la encuesta permitió identificar las principales causas de fallas en los equipos, destacando el mal manejo de las máquinas (45%) y la falta de indicaciones claras para ejecutar trabajos (30%). Estos problemas están directamente relacionados con la ausencia de procedimientos estandarizados, ya que solo el 70% del personal confirmó la existencia de documentación para el mantenimiento. Estos resultados subrayan la importancia de desarrollar manuales de operación, protocolos de mantenimiento autónomo y planes preventivos que reduzcan las paradas no programadas y prolonguen la vida útil de los equipos.

Además, el 85% del personal considera que la implementación del TPM mejoraría la eficiencia del mantenimiento, lo que valida la viabilidad y aceptación de esta metodología en la empresa. Sin embargo, para lograr este objetivo, es esencial abordar las necesidades expresadas por los empleados, como la disponibilidad de herramientas adecuadas (45%), capacitaciones técnicas (50%) y la optimización de las órdenes de trabajo (55%). Estos insumos deben integrarse en el diseño del plan de mantenimiento, asegurando que no solo se enfoque en aspectos técnicos, sino también en el desarrollo del capital humano y la mejora del ambiente laboral.

En fin, la encuesta no solo permitió diagnosticar las debilidades actuales en la gestión del mantenimiento, sino también priorizar acciones alineadas con las necesidades reales del personal. La implementación del TPM en League Central América debe enfocarse en tres pilares fundamentales: estandarización de procesos, capacitación continua y empoderamiento del personal operativo. Esto no solo optimizará la disponibilidad de los equipos, sino que también promoverá una cultura de mejora continua, sostenibilidad operativa y competitividad en el sector textil. Los resultados de este estudio sientan las bases para una propuesta de implementación técnica y socialmente viable, asegurando beneficios tanto en productividad como en la calidad de vida laboral.

3.4 Entrevista estructurada

A continuación, se presenta la información obtenida por medio de una entrevista la cual busca obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre una situación. Esta entrevista se estableció como de tipo estructurada la cual es una técnica de recolección de información en la que se utilizan una serie de preguntas predeterminadas y estandarizadas que se hacen a todos los participantes en el mismo orden y de la misma manera. Las entrevistas estructuradas son comúnmente utilizadas en investigaciones cuantitativas, y es por esto por lo que a continuación se presenta la entrevista realizada para esta empresa.

- Nombre del entrevistado: Rogelio Álvarez
- Puesto de trabajo: Gerente de planta
- Años de experiencia en la empresa: 6 años
- Fecha de la entrevista: 29-julio-2024

Las preguntas con su correspondiente respuesta se presentan a continuación.

1. ¿Está familiarizado con el concepto de TPM y de ser así podría describir brevemente en qué consiste?

Conozco un poco el tema de TPM porque en mis inicios labore como mecánico y se la importancia que tiene el mantenimiento en los equipos brevemente podríamos decir que TPM está enfocado en la mejora continua, enfocada en el mantenimiento de los equipos donde deben involucrarse todos los empleados para llevarlo a cabo correctamente.

2. ¿Cómo afectan estos problemas de los equipos a la producción y la eficiencia general de la empresa?

Este tema es algo complejo ya los equipos están directamente involucrados en el proceso de producción si contemplamos un paro en un proceso o línea de producción debido a una falla por falta de mantenimiento o por fatiga de algún componente detenemos la producción de ese artículo directamente afectando los porcentajes generales de eficiencia.

3. ¿Qué nivel de participación tienen los empleados en las actividades de mantenimiento actualmente?

Actualmente están involucrados en actividades como el correcto uso de la maquinaria, reporte de fallas o anomalías mediante un proceso establecido mas no contamos con un manual de los mantenimientos autónomos para los operarios.

4. ¿Qué herramientas y tecnologías de mantenimiento están actualmente en uso en la empresa?

Actualmente contamos con herramientas manuales y eléctricas necesarias e indispensables para nuestro equipo de mantenimiento por ejemplo unas pueden ser mencionadas llaves, desarmadores, tenazas pulidoras atornilladores, amperímetros, etc., Para las tecnologías involucradas en el tema tenemos medidores de ruido, registrador de temperatura y humedad, analizadore de red, sonómetros entre otras.

5. ¿Cómo se realiza actualmente el seguimiento de las actividades de mantenimiento y los tiempos de inactividad de los equipos?

Actualmente solo se cuenta con una página web encargada de registrar los tiempos de paro por problemas del proceso de producción o directamente por paro de equipos por mantenimiento preventivo o correctivo.

6. ¿Cómo espera que el TPM impacte en la productividad y calidad de los productos?

Esperamos resultados que puedan ser medibles y registrarlos por ejemplo en reducción de paros por maquinas mejoras en indicadores no financieros al igual que en los financieros sería una herramienta para poder alcanzar nuestras metas y objetivos hasta se podría decir que mantendría al personal motivado y proactivo facilitándoles la oportunidad de ganar incentivos extras por producción.

7. ¿Considera que hay alguna área específica que debería recibir especial atención en el plan de mantenimiento TPM? ¿Por qué?

En la empresa contamos con el área de bordado un área creada recientemente desde cero la maquinaria fue exportada de Estados Unidos directamente de casa matriz no contamos con planes de mantenimiento establecidos o guías para realizarlo actualmente es el área que debe mejorarse en este tema para agilizar procesos y capacitar al personal de la manera adecuada en el uso del equipo.

3.4.1 Conclusión de la entrevista

El resultado final de esta entrevista muestra que la empresa League Central América está dispuesta a colaborar con el fin de perseguir la implementación del mantenimiento productivo total TPM para lograr la mejora en el funcionamiento de equipos y la optimización de procesos en las instalaciones productivas brindando las herramientas necesarias para la obtención de los mejores resultados haciéndolas más eficaces, eficientes teniendo en cuenta que la correcta utilización de esta forma de mantenimiento requiere de la buena disposición de cada integrante de la empresa siempre buscando la mejora continua y alcanzar metas y objetivos que ayuden con la creación de una empresa competitiva cumpliendo con estándares de calidad, seguridad, medio ambiente, la transformación del puesto de trabajo y maximizar los recursos de la organización.

3.5 Visita de campo

A continuación, se presenta por medio de imágenes la situación actual de la empresa investigada, siendo un factor que permitirá definir las posibles soluciones que se desarrollaron en esta investigación.

3.5.1 Problemas en el área de producción

Problemas en el funcionamiento del equipo por falta de limpieza y lubricación por parte del personal operativo se puede observar a continuación.

Los problemas recurrentes son:



Se revientan los hilos constantemente

Este problema se refiere a la interrupción frecuente del proceso de tejido debido a la ruptura de los hilos. Este problema puede impactar negativamente en la productividad, la calidad del producto y la eficiencia del proceso, ya que cada vez que un hilo se rompe, es necesario detener las máquinas, reparar el hilo y reiniciar el ciclo de producción.



Problemas en el sistema de corte de hilos

Para este problema se refiere a fallas o malfuncionamientos en el mecanismo que se encarga de cortar los hilos durante las diferentes etapas del proceso de fabricación textil, como en el tejido, costura o acabado. Estos problemas pueden ocasionar interrupciones en la producción, disminución de la eficiencia y defectos en el producto final, tales como hilos sobrantes, cortes irregulares o imprecisos.



Altas temperaturas en las partes móviles por falta de lubricación

En la empresa lo que ocurre es que hay un sobrecalentamiento de componentes mecánicos como Guías de los hilos, Tornillos de ajuste, Porta bobinas, debido a la ausencia o insuficiencia de lubricación. Estos componentes móviles requieren una capa adecuada de lubricante para reducir la fricción entre superficies en contacto. Cuando esta lubricación es deficiente, la fricción aumenta, lo que genera calor excesivo, desgaste prematuro y, eventualmente, fallos en las máquinas.



Daños prematuros en componentes móviles

Este se refiere al desgaste o fallo temprano de piezas como engranajes, cojinetes, ejes y rodillos que están en constante movimiento durante los procesos de producción textil. Estos componentes están diseñados para soportar cierto nivel de uso y desgaste bajo condiciones normales, pero cuando se deterioran más rápido de lo esperado, pueden generar paros en la producción, reducir la eficiencia operativa y aumentar los costos de mantenimiento.



Mal flujo de producto terminado

Este problema se refiere a las ineficiencias o interrupciones en el movimiento y manejo del producto final dentro de la planta, desde el área de producción hasta su almacenamiento o distribución. Un flujo deficiente puede causar cuellos de botella, retrasos en las entregas, daños en los productos y, en general, afectar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

Capítulo IV – Situación actual de la empresa

4.1 Antecedentes generales de la industria.

Hace ocho años nació la empresa LEAGUE CENTRAL AMERICA en El Salvador, específicamente en Ciudad Arce, La Libertad, con apenas 30 empleados provenientes de comunidades semiurbanas aledañas a American Industrial Park.



Ilustración 5 - Logo de la empresa

La empresa nació el año 2008 con el objetivo de transformar a El Salvador en una sociedad inclusiva y llena de esperanza para el futuro, creando políticas inclusivas que lograran mejorar la calidad de vida de los empleados y de su grupo familiar, y siendo fuente de oportunidades para grupos excluidos por la sociedad, brindando segundas oportunidades, trabajando así por un mejor El Salvador.

Al iniciar sus operaciones la empresa logró identificar situaciones que afectaban el normal desempeño de las personas en sus puestos de trabajo, lo que obstaculizaba el aumento de la eficiencia y productividad de la planta. Al encontrarse con diversidad de empleados como: madres solteras, expandilleros, personas analfabetas, entre otras, decidieron hacer un cambio en sus vidas con la creación de programas que les ayudara a mejorar su situación y la de su familia.

Asimismo, cuentan con una cooperativa de empleados que provee 700 desayunos y almuerzos para los empleados diariamente, por los cuales los empleados pagan solo \$1.05, por ambos tiempos. Con esto aseguran que los empleados tengan energía para realizar las labores diarias.

Dentro de la parte financiera proporcionan préstamos personales para la mejora de vivienda, proyectos de emprendedorismo, emergencias para situaciones familiares, así como asesorías para el manejo de finanzas.

Programa Educativo empresarial es otro de los programas desarrollados. “Este es un país que debe tener oportunidades y no solo en empleos, también educación. Cuando tú eres profesional te cambia la vida y más cuando tienes un empleo como profesional”, afirma Bolaños.

League brinda a todos los empleados la oportunidad de retomar su formación académica desde el nivel en que lo hayan interrumpido. Cuentan con círculos de alfabetización que cubren de 1ro. a 6to. grado; clases de tercer ciclo a bachillerato bajo modalidad flexible en alianza con el Ministerio de Educación y CIDEP, y en educación superior en carreras técnicas de biomédica, electrónica y mecánica, en alianza con la Universidad Don Bosco.

Además, indicó que 3 de cada 4 empleados de League estudian inglés todos los días; ya han graduado a cuatro grupos de bachilleres y están trabajando en un programa de becas para maestrías y doctorados.

“Este es un país muy excluyente y mucho de eso tiene que ver con las noticias no reales en las que todo está encaminado a lo negativo”, indicó el gerente quien indicó que a ello se suma la polarización enfermiza que hay en el país.

De acuerdo con Bolaños, para que el país salga adelante se debe invertir más en educación, se deben inculcar más valores, y todos los salvadoreños deben poner de su parte para cambiarlo. “Deja de criticar y has tu parte”, dijo.

“El Salvador es un gran pueblo, pero necesitan oportunidades como empleos dignos para levantarse. Este pedazo de tierra es una joyita de oro el problema son todas estas fricciones de injusticia exclusión y violencia”, indicó.

La empresa invierte \$300,000 anuales en este proyecto de país. En un futuro piensan abrir 40 empresas nuevas para generar 25 mil empleos en cinco años.

A lo largo de estos años, la maquila textil ha presentado un crecimiento sustancial contando al 2016 con más de 700 empleados y un área de operaciones de 6,000 metros cuadrados. Actualmente exporta uniformes a 3,000 universidades en Estados Unidos.

Hace algunos días, en la búsqueda de medidas de inclusión, el secretario de Gobernabilidad, Hato Hasbún, promovió en el Consejo Nacional de Seguridad Ciudadana y Convivencia (CNSCC), el modelo de gestión de desarrollo inclusivo de la empresa League.

El secretario indicó que el objetivo es ver en que consiste el modelo y cómo el país puede impulsar este tipo de proyectos que permitan, a la vez, la integración en el marco del proyecto el Plan El Salvador Seguro.

4.2 Descripción de la empresa.

Desde principios de los años 90, League y Legacy han estado produciendo prendas de vestir, sombreros y artículos de decoración para el hogar de primera calidad, personalizados y de inspiración vintage. A solo dos horas de distancia, ambas empresas tenían sus raíces en Pensilvania y compartían una cultura empresarial y familiar, una enorme resiliencia y una pasión por ofrecer productos de primera clase con comodidad para todos los días.

En la primavera de 2018, estos dos viejos amigos se fusionaron para formar L2 Brands. Ya sea que se trate de la ropa de League o de los sombreros y artículos de decoración para el hogar de Legacy, el equipo de L2 trabaja en conjunto para continuar con la rica tradición de cada marca de increíbles diseños y detalles de productos de tendencia, gráficos personalizados excepcionales y un servicio amable y dedicado a nuestros clientes minoristas. Juntas, nuestras líneas de ropa y sombreros altamente complementarias han extendido nuestro alcance a nuevos consumidores en todo Estados Unidos en cuatro canales principales: universitarios, complejos turísticos y destinos, corporativos y golf.

A medida que avanzamos como una sola empresa, sabemos que seguiremos evolucionando y creciendo, a través de nuevos productos, nuevas capacidades de decoración, nuevos mercados y nuevas personas que se suman a nuestro equipo. Pero por más importantes que sean, sabemos que nuestro primer valor fundamental: "La felicidad de nuestros clientes es nuestra mayor fortaleza" será, en última instancia, la base del éxito de L2 al crear productos y soluciones para nuestros clientes que ayuden a cada uno a lograr sus objetivos.

4.3 Reseña histórica y actividad económica

La historia empresarial de League es tan estadounidense como nuestro estilo.

En 1991, los amigos Drew Wolf y Larry Klebanoff se unieron para fabricar cinturones de navegación con anilla en D para librerías universitarias en el sótano de Larry. Pronto se mudaron a un sótano más grande y, finalmente, a una pequeña oficina; y no pasó mucho tiempo antes de que pasaran de tener unos pocos accesorios universitarios a tener una línea completa conocida por su atractivo clásico y a la vez moderno. League siempre ha sido un gran apasionado de las ricas tradiciones de la experiencia universitaria y opera en una de las grandes ciudades universitarias de

Estados Unidos, Filadelfia. También estamos obsesionados con los productos de la más alta calidad utilizando las más bellas fabricaciones y una extraordinaria atención al detalle y la comodidad.

League también es una historia de tremenda resiliencia, ya que perdimos la sede de nuestra empresa debido a una inundación causada por un huracán en 1999, para luego reconstruirla y perderla nuevamente solo dos años después debido a uno de los incendios más grandes en un parque de oficinas en la historia de Pensilvania. Fieles a nuestro espíritu emprendedor, los propietarios y empleados de League se negaron a darse por vencidos y regresaron aún más fuertes: se mudaron nuevamente al parque de oficinas, continuaron creciendo mediante el diseño de prendas de vestir excepcionales y de tendencia y, varios años después, construyeron una planta de fabricación vertical de primera clase en América Central.

Durante casi tres décadas, la superación de la adversidad y un rico espíritu de adaptación y crecimiento constante han definido a League: de hecho, una historia All-American probada por el tiempo.

4.4 Análisis del entorno de la empresa

4.4.1 Planificación estratégica

A continuación, se describe el enfoque filosófico con que cuenta la empresa actualmente, esta información permitirá entender el pensamiento empresarial de esta.

Misión: "Ofrecer experiencias deportivas de alta calidad y promover el desarrollo del fútbol en Centroamérica, fomentando la pasión por el deporte y contribuyendo al crecimiento de las comunidades locales."

Visión: "Ser la organización líder en el desarrollo y promoción del fútbol en Centroamérica, reconocida por su excelencia en la gestión de competencias, formación de talentos y creación de valor para todos los involucrados en el deporte."

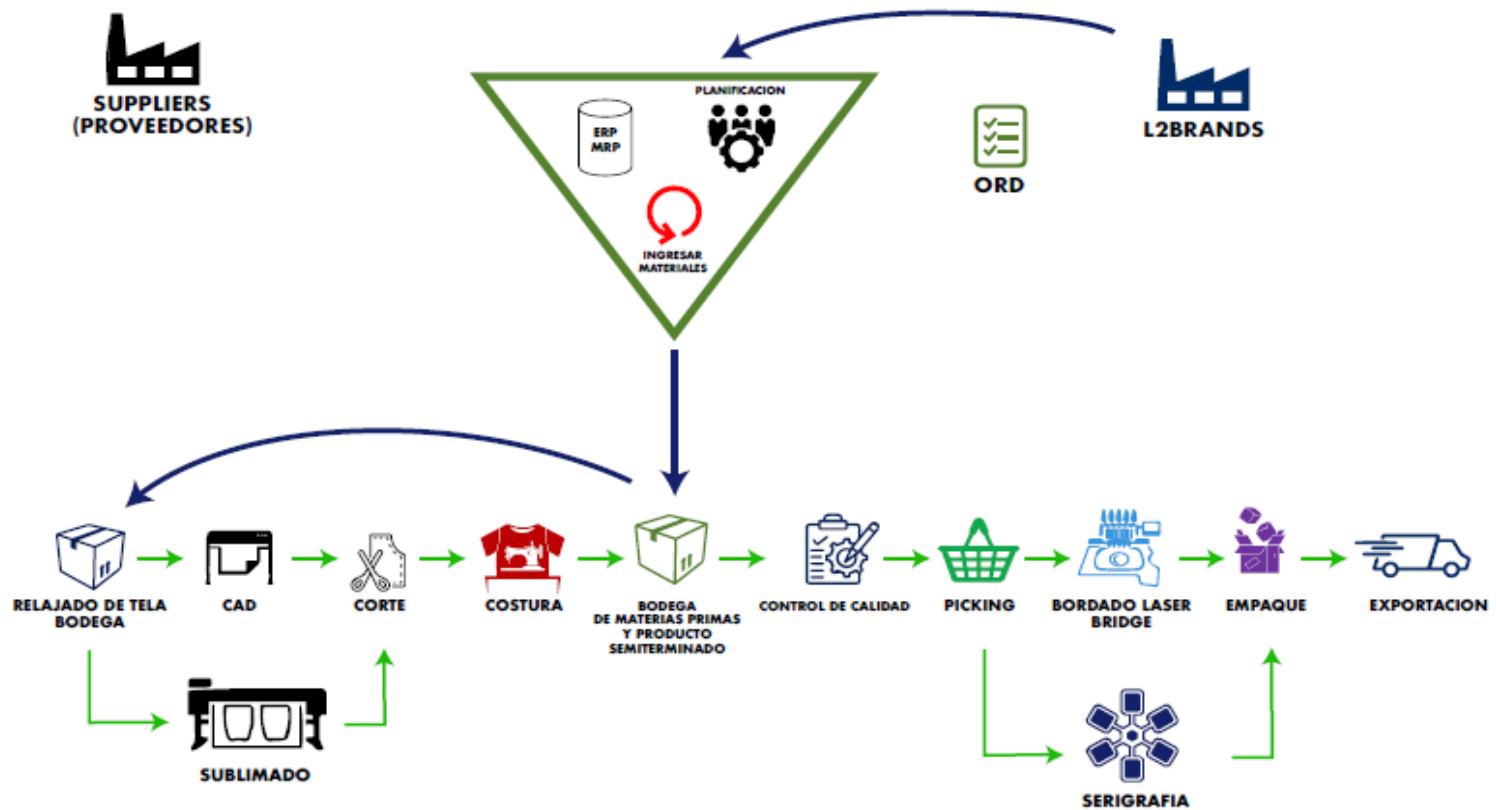
Valores organizacionales

- Integridad.
- Trato de justicia y dignidad.
- Inclusión laboral.
- Orientación al cliente.
- Responsabilidad empresarial.
- Trabajo en equipo.
- Mejorar la calidad de vida de sus trabajadores.
- Mejora Continua

4.5 Área de bordado

4.6 Diagrama de bloques del proceso

El siguiente diagrama de proceso es una representación gráfica que muestra las variaciones y relaciones de una serie de acciones con un objetivo en común. Visualmente se puede apreciar la relación secuencial con la ayuda de descripciones, rectángulos, rombos, círculos, flechas, prismas circulares, entre otros símbolos.



Fuente: League Central América

4.7 Actividades y responsabilidad de los colaboradores

A continuación, se presenta los aspectos más importantes a nivel organización de la empresa League Central América.

4.7.1 Normas para los principiantes

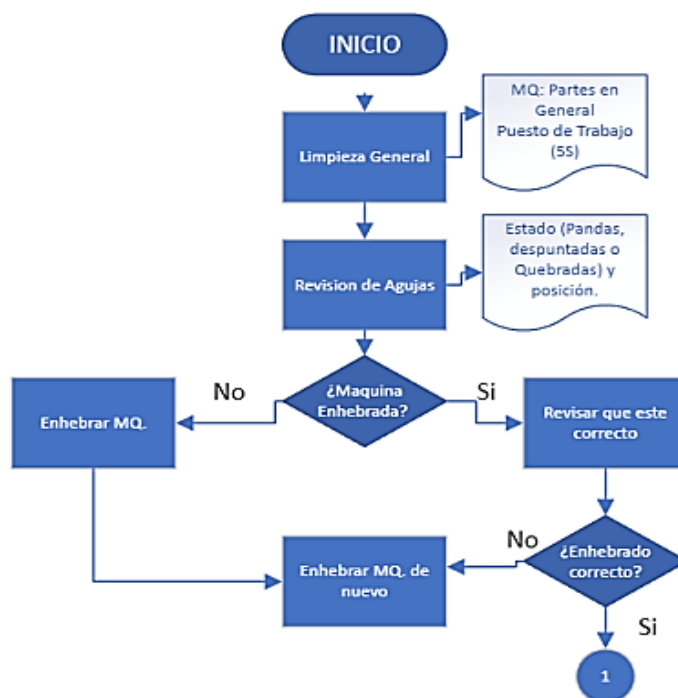
El personal de ser entrenado bajo las siguientes normas:

1. Ser puntual en su horario de trabajo.
2. Mantener Limpio y Ordenado su puesto de trabajo.
3. No mantener líquidos u otros objetos que no se utilicen en su puesto de trabajo.
4. Cuidar las herramientas asignadas (Corta hilo, cinta, Pinza, otros)
5. Utilizar correctamente el Equipo de Protección Personal asignado.

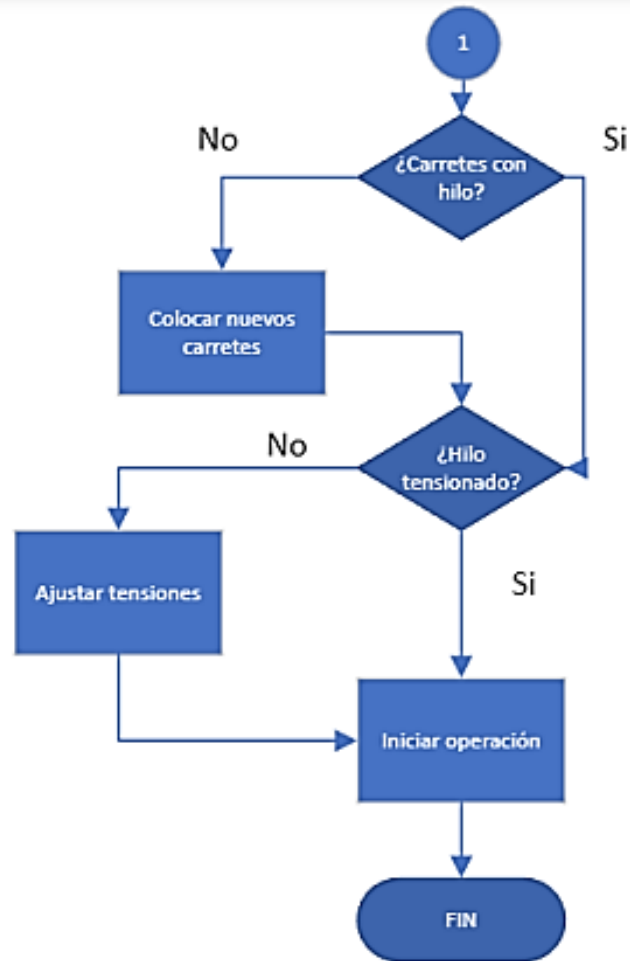
4.7.2 Hábitos de trabajo

El personal en entrenamiento deberá realizar siempre al inicio de su jornada de trabajo lo indicado en el siguiente diagrama:

Ilustración 7 - flujograma del procedimiento de entrenamiento



Fuente: League Central América



Fuente: League Central América

Siendo los elementos principales de inspección los siguientes:

1. Aguja (despuntada, quebrada o mal ubicada)
2. Enhebrado Completo de Hilo.
3. Tensión del Hilo.
4. Calidad de puntada

4.7.3 Reimplementación de metodología 5S aplicada a la empresa

Practica de calidad que hace referencia al “Mantenimiento Integral de las Instalaciones opuesto de trabajo”. Su propósito principal es Mantener la Limpieza, Seguridad e Higiene encada puesto de trabajo de la empresa e Incrementar la Productividad.

Esta metodología ayuda a mejorar la calidad, eliminar los tiempos muertos y reducir los costos. Lo constituyen cinco elementos principales, los cuales se presentan a continuación:



Fuente: League Central América

4.7.4 Situación actual de metodología 5S aplicada a la empresa

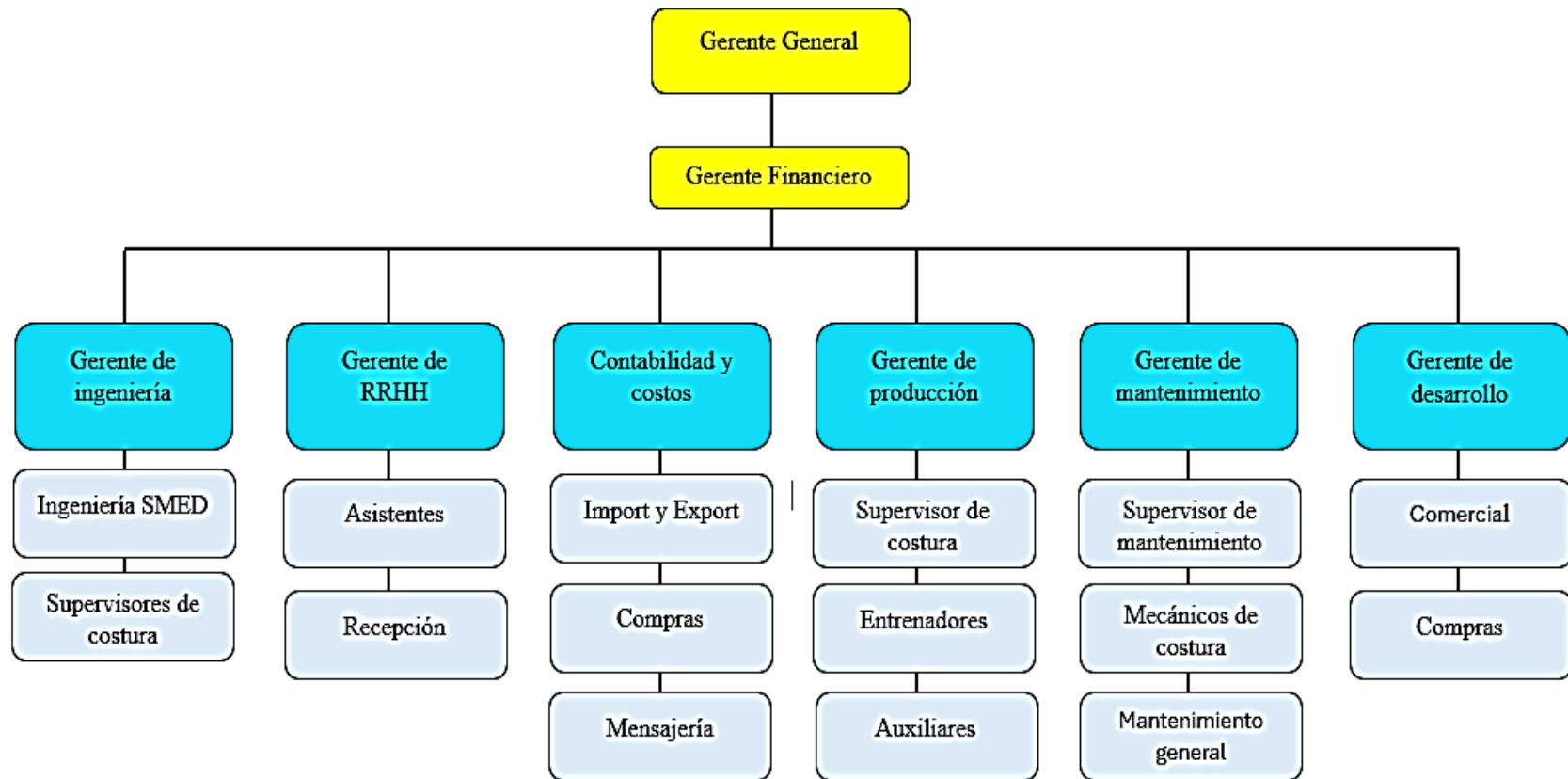
El diagnóstico realizado en el área de bordado de League América Central revela un bajo nivel de cumplimiento en la metodología 5S. Se detecta la presencia de materiales, hilos y accesorios innecesarios que generan desorden y retrasos en las actividades productivas. Asimismo, no existen espacios definidos ni señalización clara para herramientas e insumos, lo que provoca confusión y errores operativos. En cuanto a la limpieza, se observa acumulación de polvo, restos de hilo y suciedad en máquinas y estaciones de trabajo, ya que las rutinas de aseo se aplican de forma correctiva y no preventiva. De igual manera, la falta de procedimientos documentados y de controles visuales ocasiona que los operarios trabajen con prácticas poco uniformes. Finalmente, la escasa disciplina y el débil seguimiento en la aplicación de las 5S reflejan la ausencia de auditorías y mecanismos de control que garanticen la sostenibilidad de la metodología. Estas deficiencias repercuten de manera negativa en la productividad, la calidad del bordado, el mantenimiento de los equipos y la motivación del personal, lo cual evidencia la necesidad de implementar un plan estructurado de 5S que permita organizar, estandarizar y mantener mejoras en el área.



Fuente: League Central América

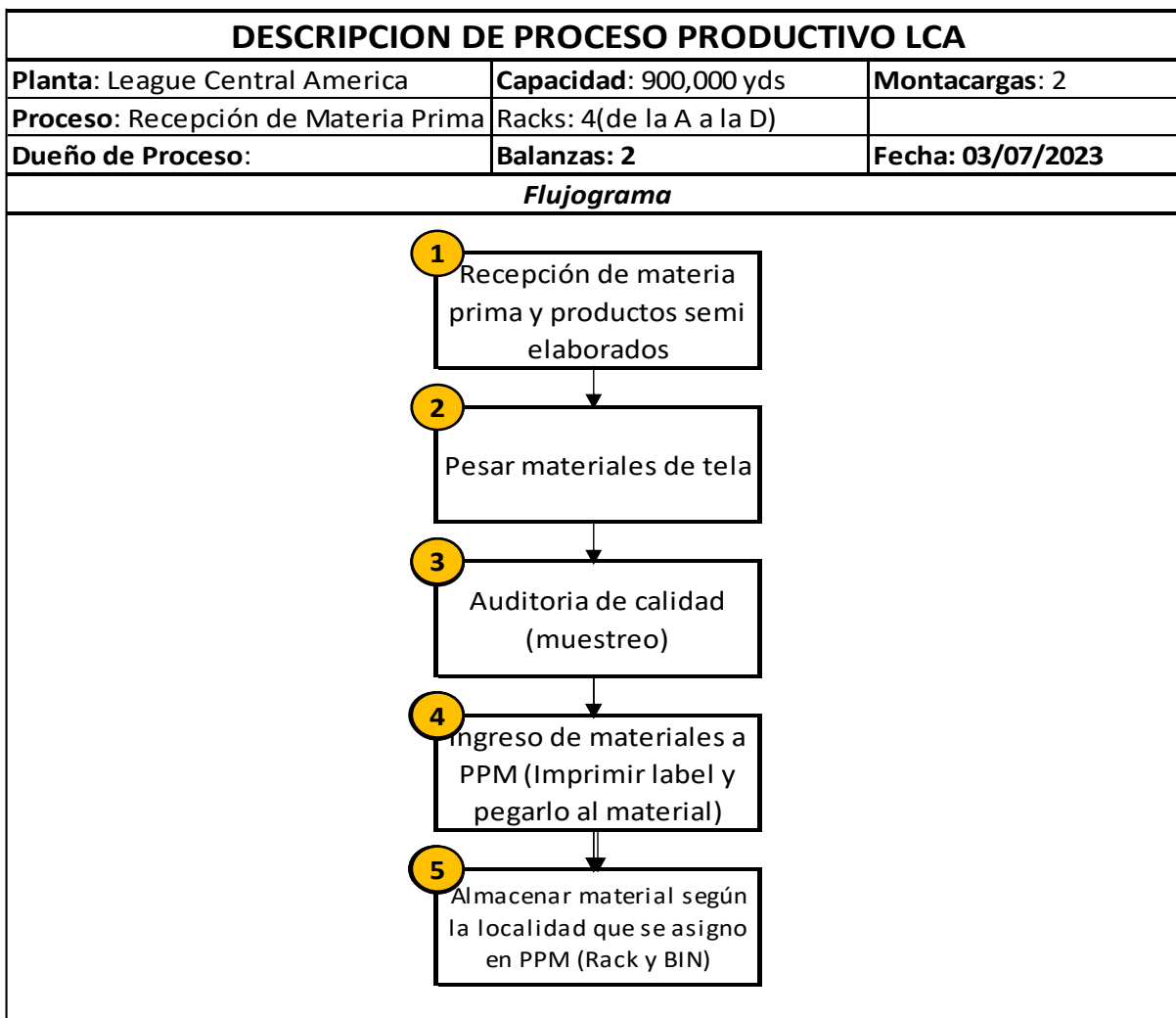
4.8 Organigrama de la empresa

El siguiente organigrama a considerado la situación actual de la empresa investigada, por lo tanto, esta es una representación gráfica de la estructura jerárquica de esta.



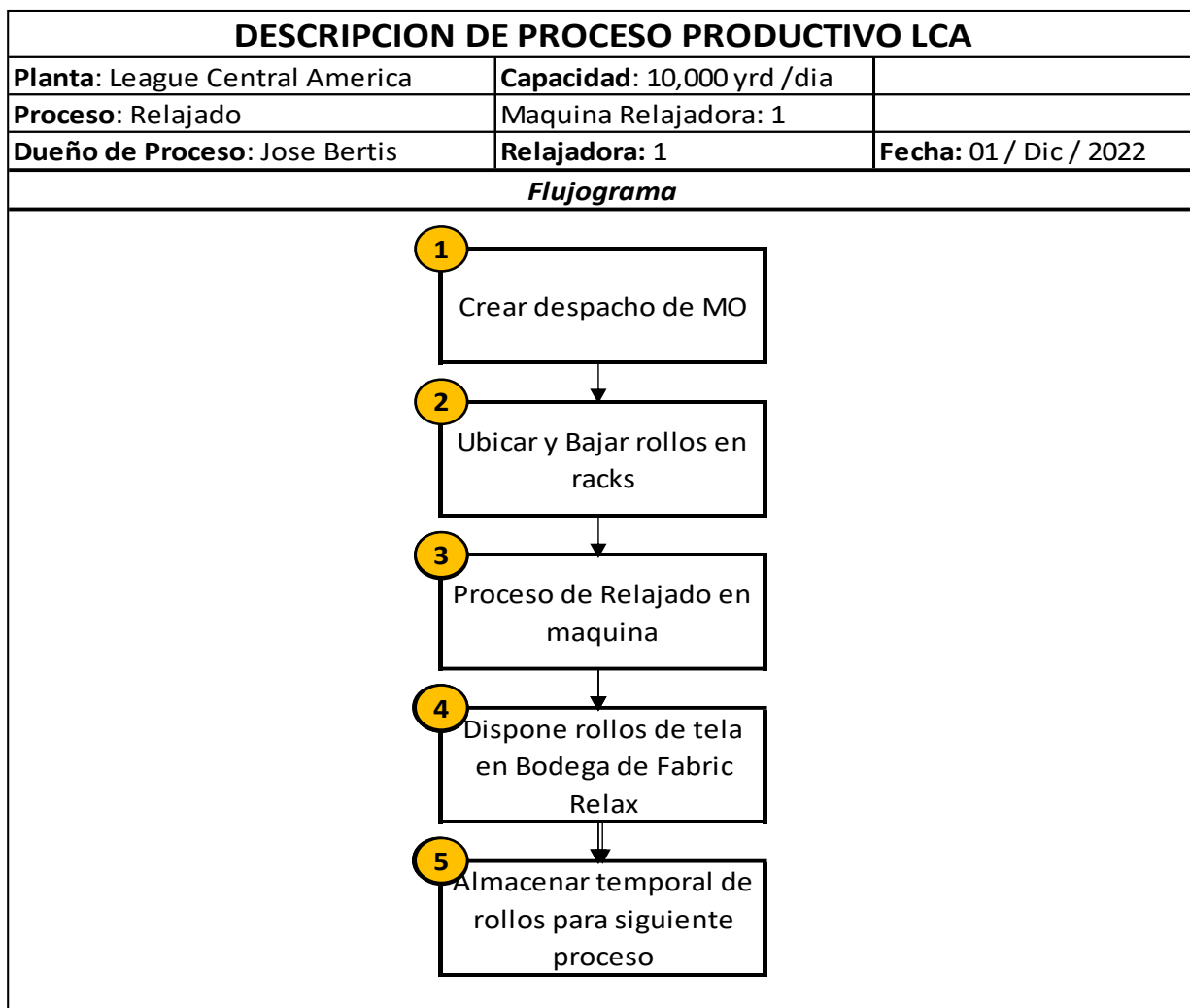
Fuente: League Central América

4.9 Descripción de los principales procesos de la organización

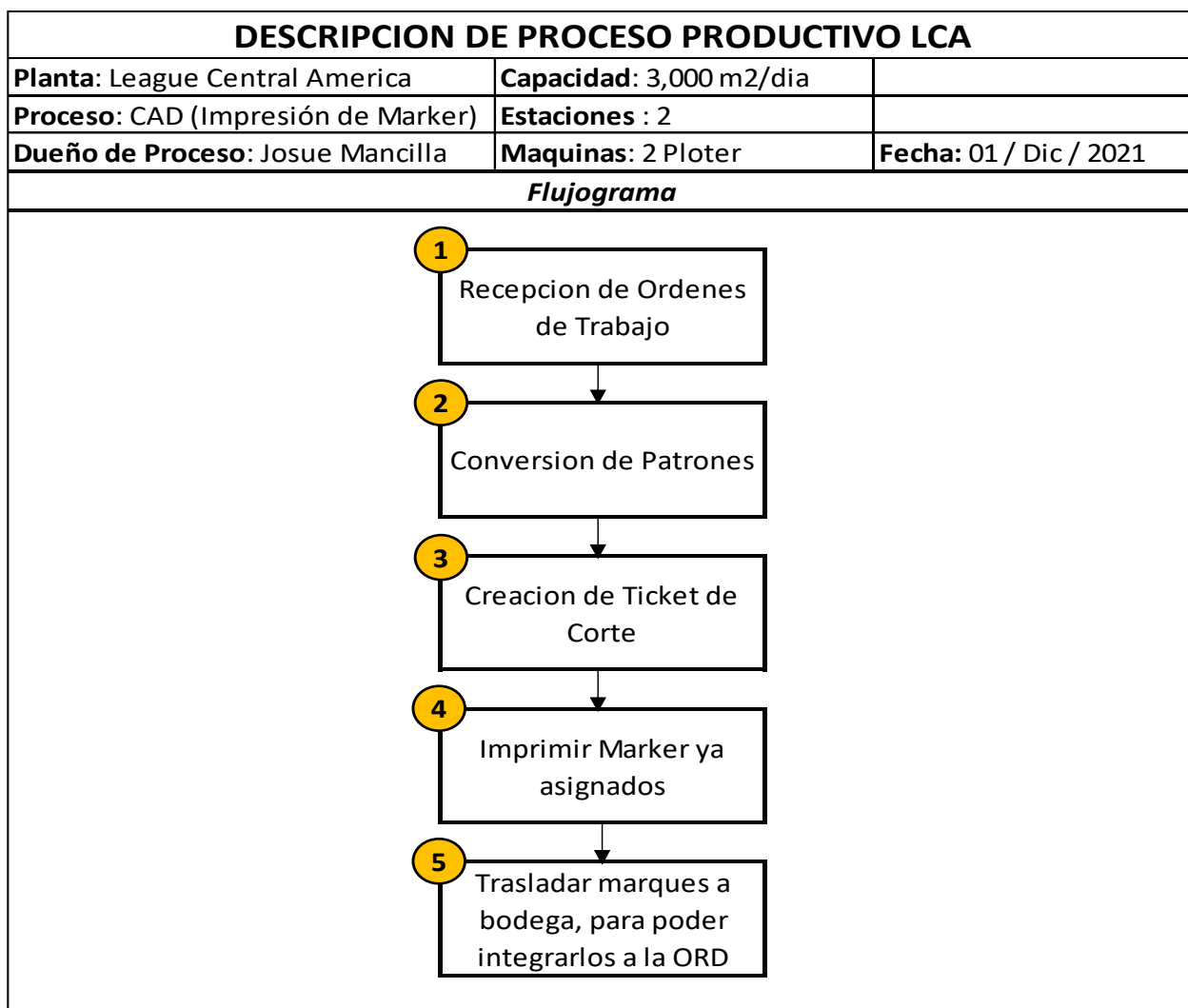


Descripción de Proceso: El proceso productivo del área de recepción inicia con la recepción de materiales y productos semielaborados proveniente del proveedor. Haciendo uso de una balanza industrial o conteo, el operario después de retirar la materia prima del transportista, lo coloca en la balanza, tomando lectura del peso y/o cantidad y se anota en un listado (Lista de Empaque), según el número de correlativo. Después de este proceso, se selecciona por muestreo materiales o productos semi elaborados para ser inspeccionados por un auditor de calidad. Luego

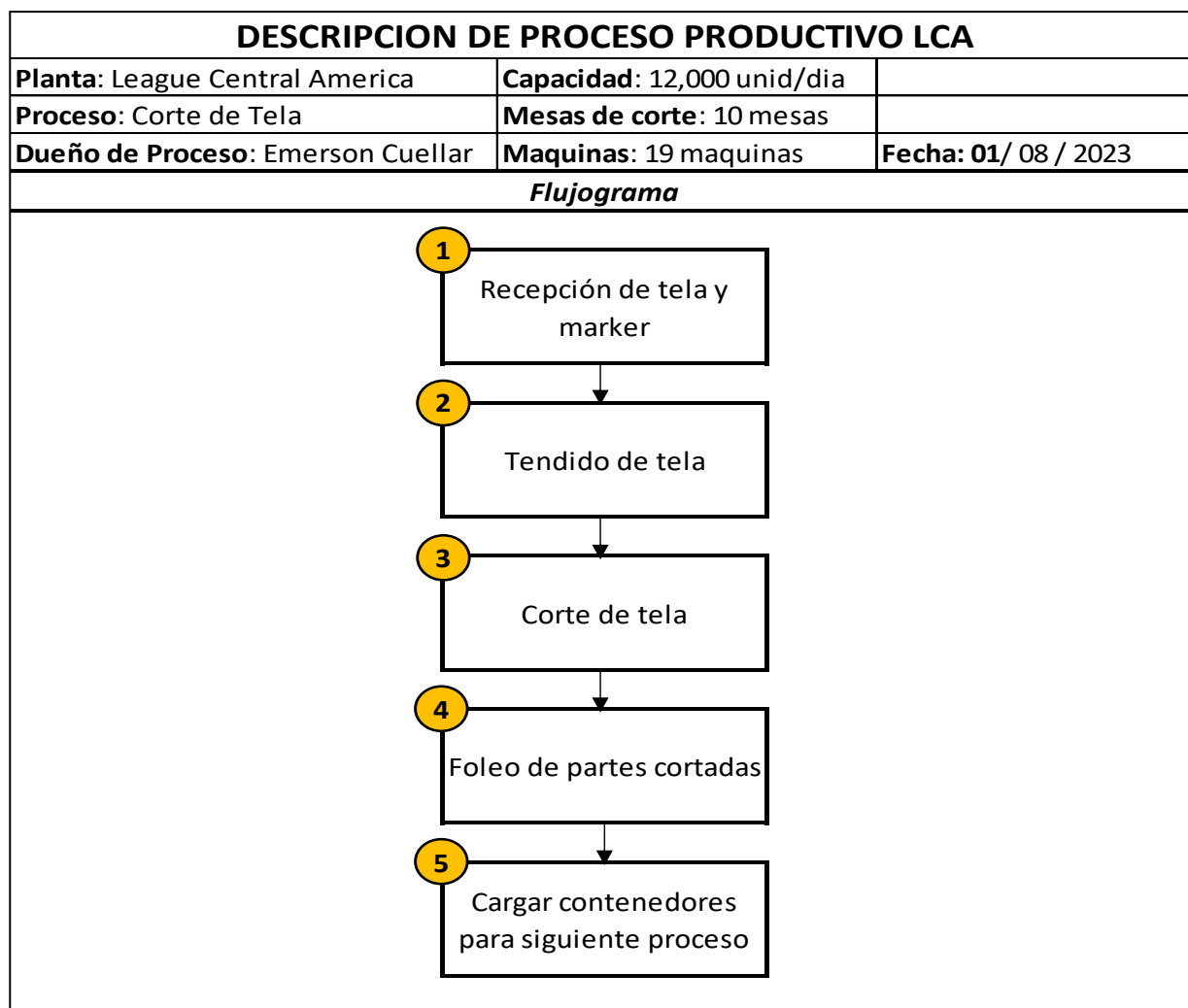
se ingresan los materiales y productos semielaborados en PPM con las características y la ubicación de este, generándose una viñeta que habrá que pegar para identificar cada material o producto. En función de la localidad asignada en PPM del material, se procede a almacenaje, a espera del proceso siguiente. Este proceso se realiza con el objetivo de poder inventariar y almacenaje materia prima y productos semielaborados.



Descripción de Proceso: El proceso productivo del área de Relajado inicia con la creación del despacho de tela de la MO. Se procede a ubicar los rollos de tela, según la localidad asignada en el sistema PPM, este puede ser por número o letra de Rack, más el número de BIN. Haciendo uso de la maquina relajadora, se procede a colocar el rollo en soporte de máquina, se acciona para iniciar proceso, la maquina a base de vibraciones y ráfagas de aire, hace el proceso de relajado. Los operarios tienen el control que la máquina para que embobine el rollo de la manera correcta, y se toma el dato del ancho cortable del rollo después del proceso de rejado, y se actualiza en el sistema si fuera necesario.



Descripción de Proceso: El proceso productivo del área de CAD (creación e impresión de marker's) inicia con la recepción de las ordenes de trabajo, luego, por medio de herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD), se distribuyen las piezas de las prendas de vestir sobre el área de la tela que lleva como materia prima dichas prendas, esta distribución de piezas se hace con base la cantidad y escala de tallas que requiere la orden. Una vez listo el marker, se imprime en el plotter y es trasladado al área de bodega, donde se junta con la cantidad y especificación de tela que llevara la orden, de esta manera queda servida la orden para el siguiente proceso, Corte.



Descripción de Proceso: El proceso productivo en el área de corte se inicia con la recepción y verificación de materias primas, donde se recibe la tela proveniente del área de bodega y los *markers* (plantillas digitales) generados por el departamento de CAD. Estos materiales son inspeccionados para garantizar su calidad y conformidad con los requerimientos de producción.

Una vez verificados, el operario utiliza un escáner de códigos para registrar el inicio de la orden en el sistema de gestión de producción, lo que permite actualizar automáticamente el estado del pedido y mantener un seguimiento en tiempo real. A continuación, dos operarios, asistidos por una máquina tendedora automatizada, realizan el tendido de la tela sobre la mesa de corte. Este proceso se repite de manera estratificada según el número de lienzos especificados en la orden de producción, asegurando precisión en el apilado y evitando arrugas o desalineaciones que puedan afectar la calidad del corte.

Finalizado el tendido, se coloca el *marker* sobre la tela, el cual sirve como guía digital para definir las trayectorias de corte. Este paso es crítico, ya que optimiza el uso del material y minimiza desperdicios. Los operarios proceden a cortar la tela utilizando una máquina cortadora CNC (controlada por computadora), la cual garantiza alta precisión y repetibilidad en las piezas.

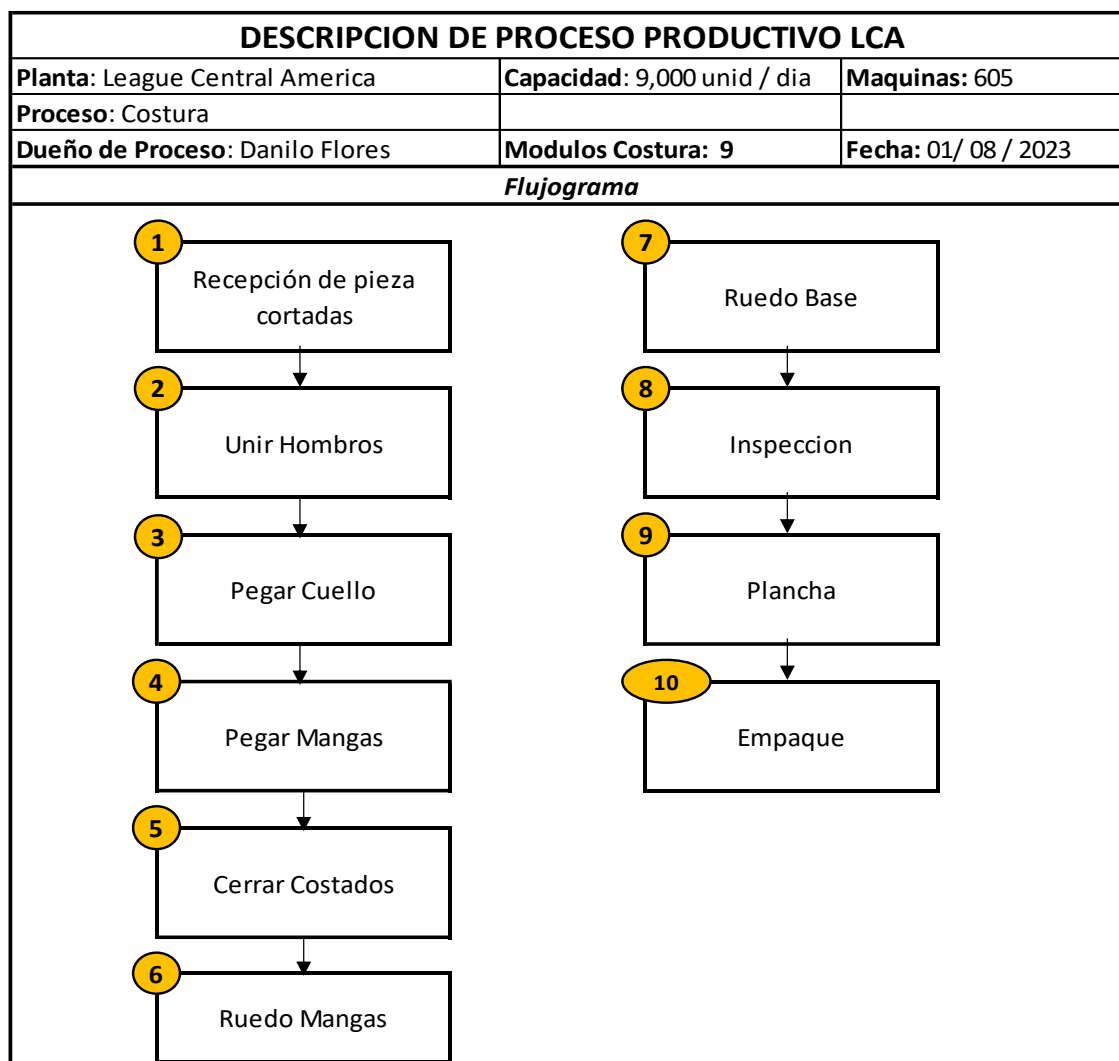
Posteriormente, las piezas cortadas pasan al proceso de folio, donde cada componente es identificado con etiquetas que incluyen información clave como número de orden, referencia de la prenda y código de color. Esta identificación es fundamental para el área de costura, ya que evita inconsistencias en el ensamblado, especialmente en prendas que requieren uniformidad de tonos.

Para concluir el proceso, las piezas son organizadas en contenedores designados y transportadas al área de costura mediante un sistema de transporte interno automatizado (como carros o bandas transportadoras), lo que agiliza el flujo de materiales. Finalmente, el operario escanea nuevamente la orden para registrar su culminación en el sistema, cerrando así el ciclo de producción en el área de corte y generando datos para indicadores de eficiencia y trazabilidad.

Control de Calidad y Consideraciones Clave

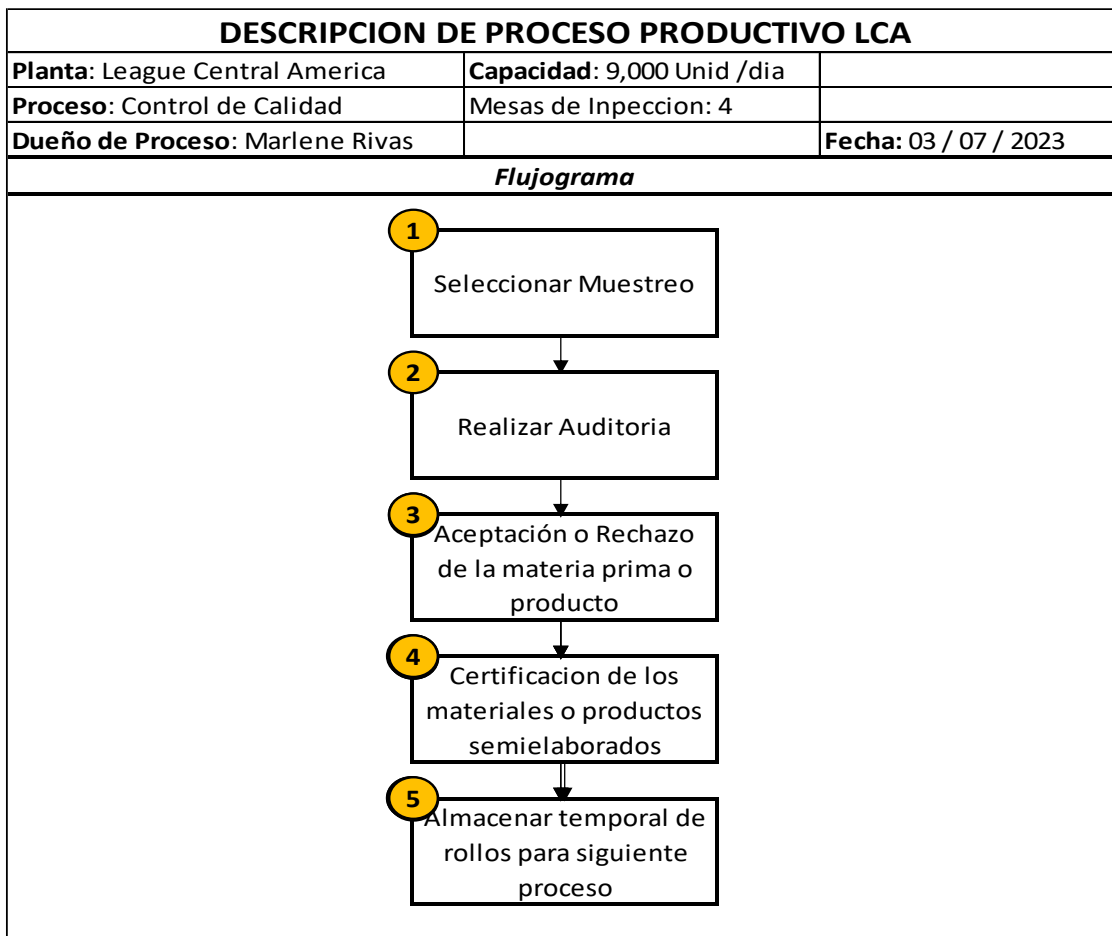
- Durante el tendido, se monitorea la tensión de la tela para evitar deformaciones.
- El corte se realiza bajo parámetros predefinidos (velocidad, presión) según el tipo de tejido.
- Se aplican auditorías aleatorias para verificar la precisión del foliado y evitar errores en costura.

Este proceso, altamente sistematizado, refleja la integración de tecnología y procedimientos estandarizados para garantizar eficiencia, reducción de mermas y calidad consistente en la producción textil.

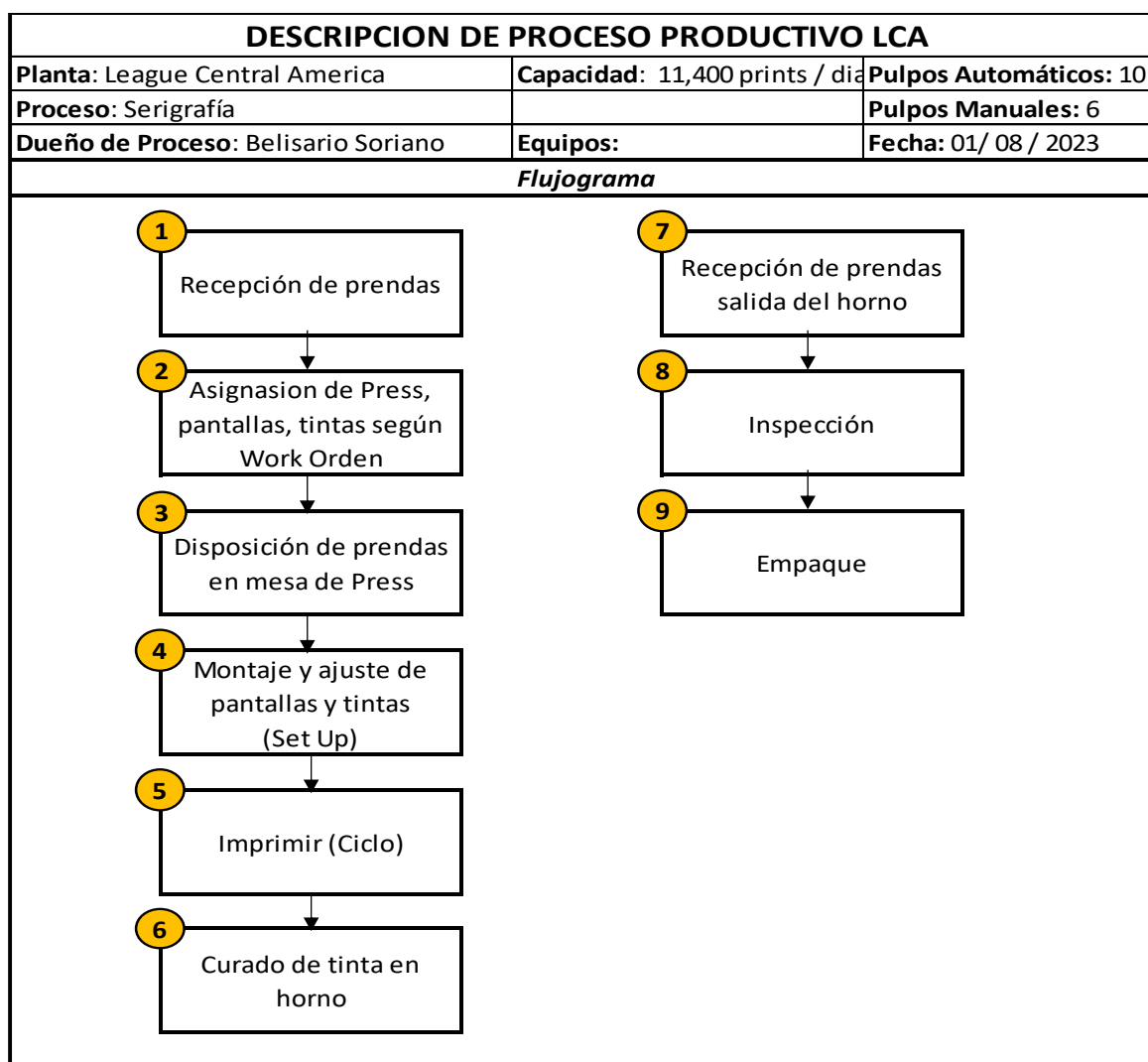


Descripción de Proceso: El proceso productivo del área de costura inicia con la recepción de piezas cortadas provenientes del área de corte. Haciendo uso del escáner el operario de la primera operación marca el inicio de la orden con un scanner. Luego se sigue una secuencia de operaciones para las cuales ya hay un Layout, balance de maquinaria y operarios destinados al módulo. La primera operación es Unir Hombros, maquina Overlock puntada ISO 514OE, luego sigue pegar cuello, maquina requerida Overlock cilíndrica, puntada ISO 504OE, siguiente

operación es Pegar Mangas, maquina requerida Overlock, con puntada ISO 514OE, la siguiente operación, Cerrar Costados, máquina requerida con puntada ISO 514OE, la siguiente operación es Ruedo de Mangas, con maquina requerida Coverstitch con puntada ISO 406CVR, la siguiente operación es Ruedo Base, con maquina requerida Coverstitch con puntada ISO 406CVR, la siguiente operación es Inspección consiste en proceso manual de revisar la prenda de fallas en los procesos anteriores y seguimiento de estándares, la siguiente operación es Plancha, se requiere una mesa y plancha a vapor, para mejorar la apariencia del producto, y se finaliza con los procesos de empaque del producto, le coloca los hantag, se cuadran las listas de corte y empaque, y si no lleva procesos de embellecimiento se encaja. Si lleva embellecimiento como bordado se coloca en la caja plástica, fin del proceso de costura, escáner de salida de modulo.



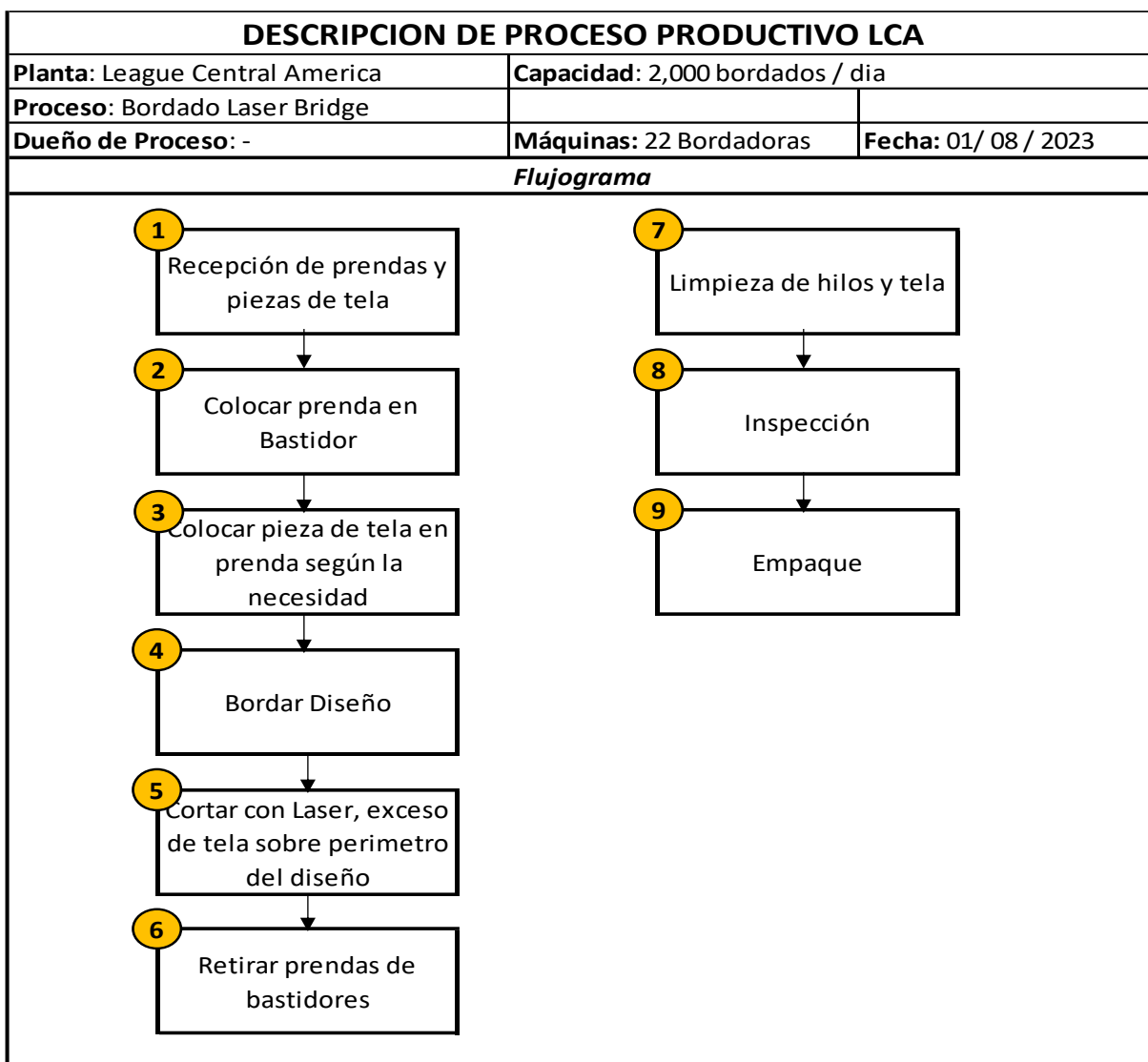
Descripción de Proceso: El proceso de control de calidad tiene como objetivo garantizar, el cumplimiento de los estándares especificados o requeridos por nuestros clientes, para llevar a cabo dicha tarea, se empieza con seleccionar muestreo de los lotes que se reciben del proveedor de materiales o productos semielaborados. Después de tener la muestra se procede a realizar la auditoria consta con de inspecciones visuales de peso y medidas que se apeguen al cumplimiento de estándares, luego si es aceptada la muestra se da como aprobado y se certifica el lote auditado y se procede a almacenaje temporal para el siguiente proceso. Si es rechazado, se pone en contacto con el departamento de comprar para verlo directamente con el proveedor.



Descripción de Proceso: El proceso productivo inicia con la recepción de prendas de vestir provenientes de Picking. En el segundo proceso se disponen las ordenes en Staginig SP para la asignación de Press, pantallas y tintas, esto se hace en el sistema Poly PM, según el requerimiento que cada work Order está solicitando.

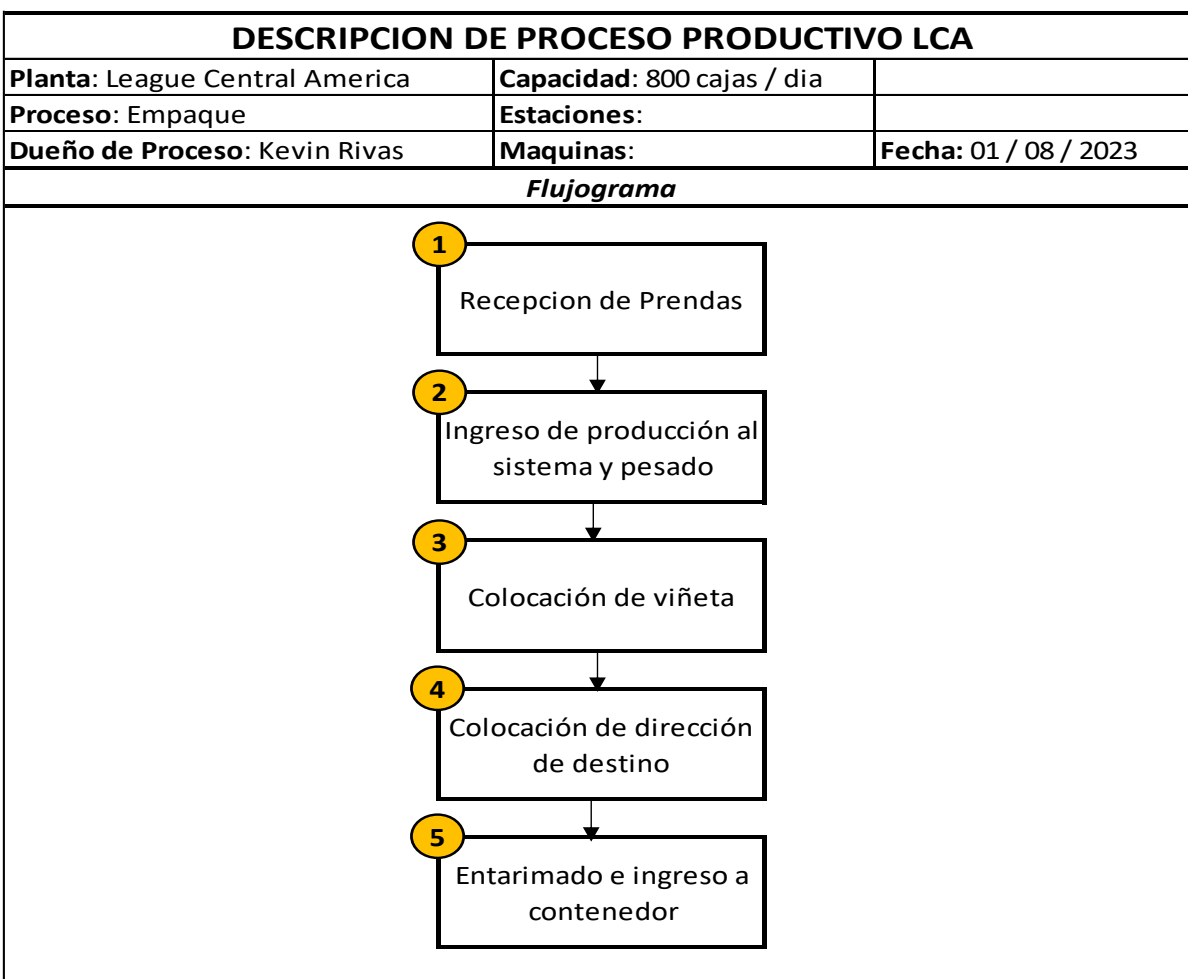
El tercer proceso, se reciben las prendas, pantallas y tintas en el Press asignado, las prendas se disponen y cuentan sobre la mesa para ser procesadas. Haciendo uso del escáner el operario marca el inicio de la orden dando lectura a un código de barras. En el cuarto proceso, se realiza el set up del diseño en el Press, se colocan las pantallas según la secuencia de colores, se agrega la tinta sobre las pantallas, se hace el registro y los micro registros para lograr el diseño requerido en la Work Order, cumpliendo los estándares de calidad. En el quinto proceso, se colocan las prendas sobre el palet del Press para proceder a imprimir el diseño sobre las prendas, esta es una actividad que se repite según la cantidad de prendas que requiere la orden. En el sexto proceso, se extraen las prendas del palet en el Press y se colocan sobre la banda de horno, las prendas son transportadas por una banda donde son expuestas a temperaturas para lograr curar la tinta.

En el séptimo proceso el hornero toma las prendas de la banda de salida del horno, las cuenta y apila en las mesas, revisando que el arte ya estampado cumpla con los estándares. En el octavo proceso, se inspeccionan las prendas para que cumpla con los estándares de la orden. Noveno proceso empaque.



Descripción de Proceso: El proceso productivo en el área de bordado laser bridge inicia con la recepción de prendas de vestir y piezas de tela cortadas provenientes de Picking, luego se disponen sobre la mesa para ser procesadas. Haciendo uso del escáner el operario marca el inicio de la orden dando lectura a un código de barras. La segunda operación consiste en tomar de la mesa las prendas y colocarlas en el bastidor para luego trasladar a máquina bordadora. En la tercera operación, se coloca una pieza de tela sobre la prenda, según sea la necesidad del diseño.

En la cuarta operación, se une por medio de la máquina bordadora la pieza de tela con la prenda, según el diseño. En la quinta operación se corta el exceso de tela que se añadió con la maquina bordadora, por medio de un láser, el cual quema la tela en todo el perímetro del diseño bordado. (La tercera y cuarta operación, puede repetirse para añadir más piezas de tela a la prenda). En la sexta operación se retiran las piezas de los bastidores y se colocan sobre la mesa. Séptima operación se toman las piezas de la mesa y pasan por el proceso de limpieza de hilos y tela sobrante del corte laser. En la octava operación se inspecciona la prenda, para garantizar que cumpla con los estándares de calidad establecidos. Novena operación se cuadran las listas de empaque y encajan según lo requerido.



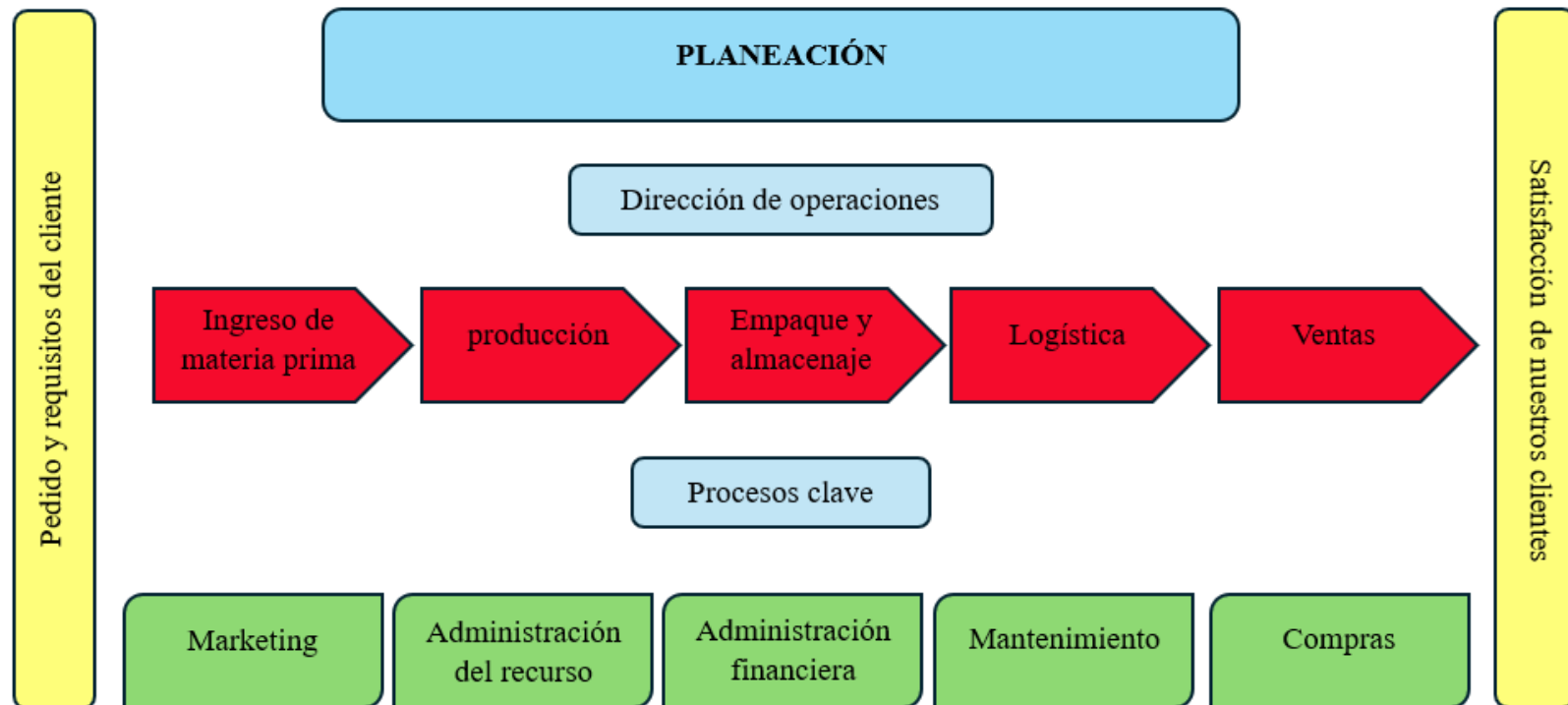
Descripción de Proceso: El proceso productivo del área de Empaque inicia con la recepción de cajas con prendas provenientes de tres diferentes áreas: cuarto de bordado, cuarto de serigrafía, y bodega. Las cajas son pesadas y posteriormente se escanea la producción recibida para que esta se actualice en el sistema. Una vez se realiza esta actividad se imprime y pega en cada caja un sticker que contiene la siguiente información: estilo, talla, cantidad y color. Dependiendo del destino de las cajas así será el flujo que seguirá después de este punto. Existen dos flujos posibles, estos son:

- 1) Cajas con destino casa matriz: bajo este escenario, las cajas pasan a un proceso colocación de viñeta por prenda y posteriormente colocación de todas las prendas dentro de una bolsa. Al finalizar estas dos tareas se coloca la caja encima de una tarima para luego ser introducidas dentro del contenedor.
- 2) Cajas con destino a cliente final: Las prendas que van dentro de la caja son colocadas dentro de una bolsa, posteriormente son llevadas a un proceso de impresión y colocación de dirección del cliente, finalmente se colocan en una tarima para luego ser transportadas dentro del contenedor. Para ambos casos se cumple que antes de ser entarimadas, se escanea la producción con el objetivo de generar un respaldo con las cajas que van dentro del contenedor.

4.10 Mapa de procesos

A continuación, se presenta el mapa de procesos identificado para la empresa League Central América.

Fuente: League Central América

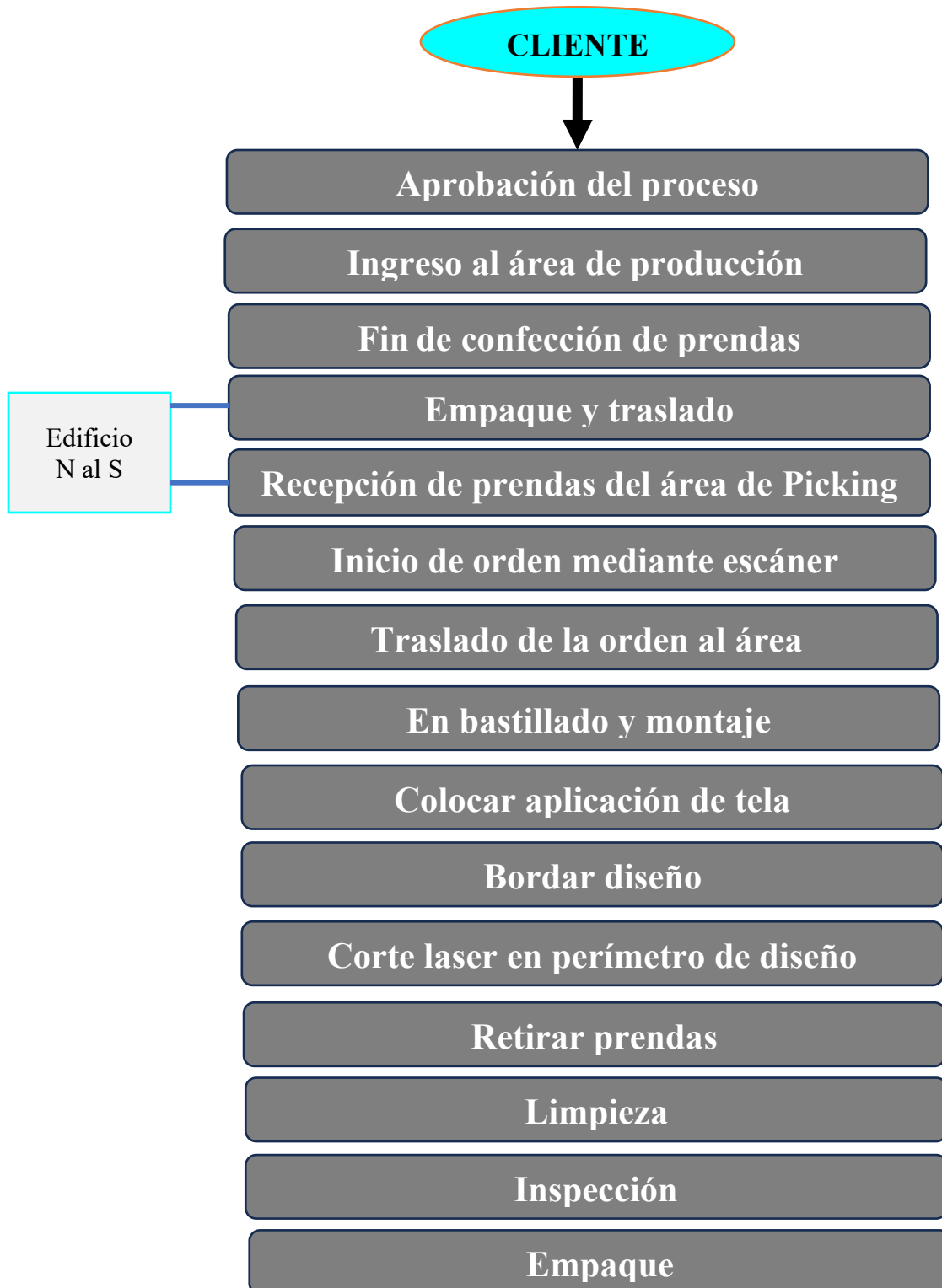


Elaboración propia

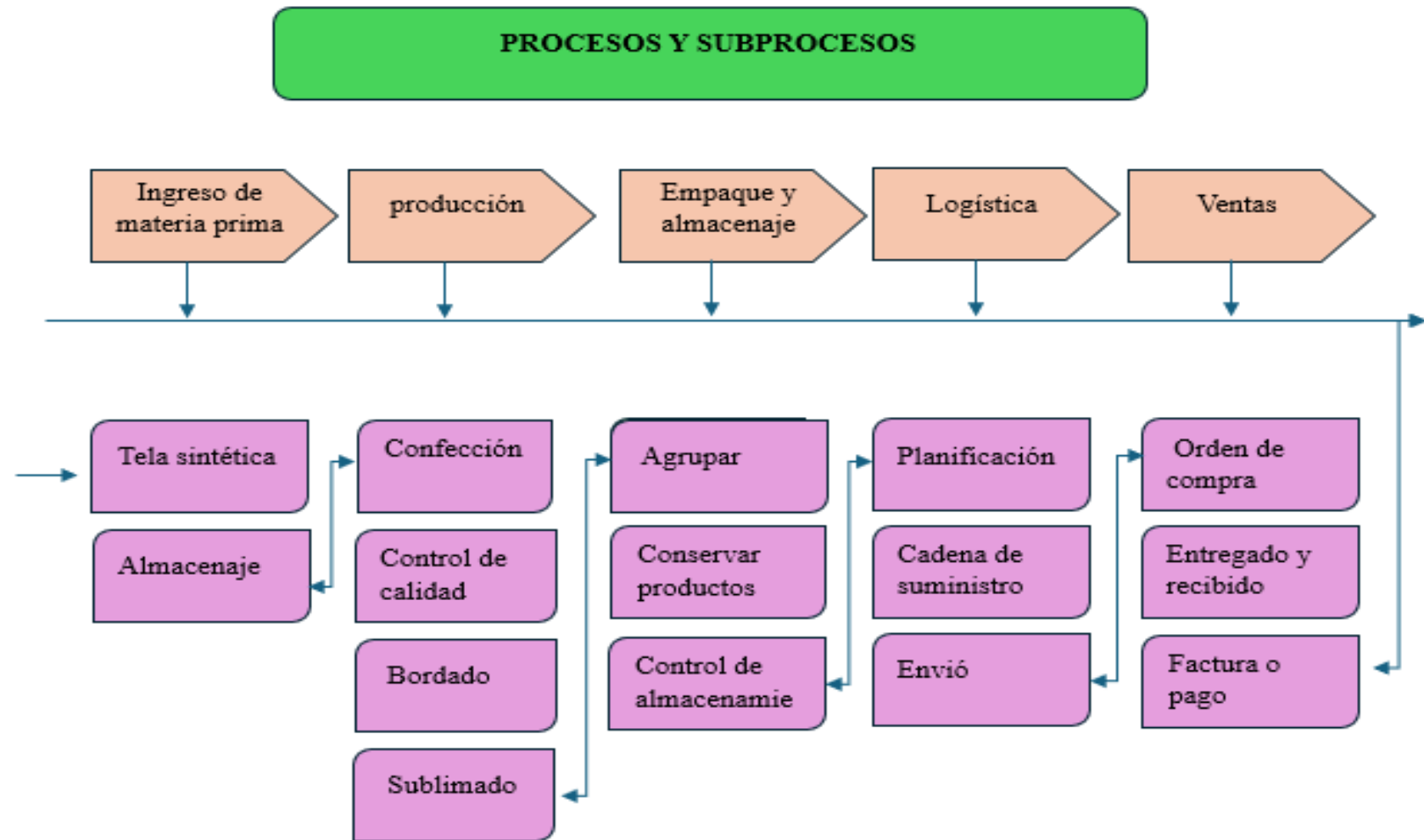
Fuente League Central América

4.11 Diagrama de flujo del proceso productivo

El siguiente diagrama sirve para describir de forma general el sistema que representa el proceso investigado.



4.12 Identificación de procesos y subprocesos



4.13 Principales productos o servicios

League Central América es una empresa que se dedica a la confección y decorado de prendas de vestir, su mercado meta son las universidades y colegios complejos turísticos, destinos, corporativos y golf de estados unidos en el avance como empresa se va innovando, evolucionando, y creciendo a través de nuevos productos, nuevas capacidades de decoración, nuevos mercados y nuevas personas que se suman a nuestro equipo.

Nuestra empresa confecciona y decora diversas prendas de coleccion entre las cuales podemos mencionar.

- T-shirt
- Jacket
- Top
- Pants
- Shorts
- Crew fleece
- Hoodies fleece

También contamos con una variedad de accesorios como

- Gorras
- Colas para agarrar el cabello
- Quilts

Para nuestras diferentes técnicas para decorado de prendas contamos con.

- Serigrafia
- Bordado de prendas LB
- Bordado de gorras HW
- Sublimado

4.14 Maquinaria utilizada actualmente en la empresa

BORDADORA TAJIMA TFMX-IIC 1508 – 1508 _TYPE-2



- Este modelo cuenta con 6 y 8 cabezales de 15 colores cada uno con un área de bordar de 450 x 360 mm.
- TFMX-IIC1506 Type 2
- Cuatro cabezas
- Quince colores
- Capacidad de repetir hasta 99 veces un diseño
- Selector de barra de aguja automática (Patentado)
- Base de tensión integrada a la cabeza
- Panel de control de LCD. (Con más memoria y menor tiempo en procesar la información)
- Nuevo sistema de brazo de 47 mm. (Carrera de barra de aguja)
- Nuevo sistema de movimiento de bastidor
- Cambio de color automático

- Funciones de expansión de puntada tipo Satín.
- Funciones de edición de diseño. (Rotación, espejo, aumento disminución de tamaño, etc.)
- Memoria de hasta 2,000,000 de puntadas
- Se puede conectar al programa DG/ML by
- Reductor de ruido
- Embobinador
- Entrada de USB
- Bobina estándar

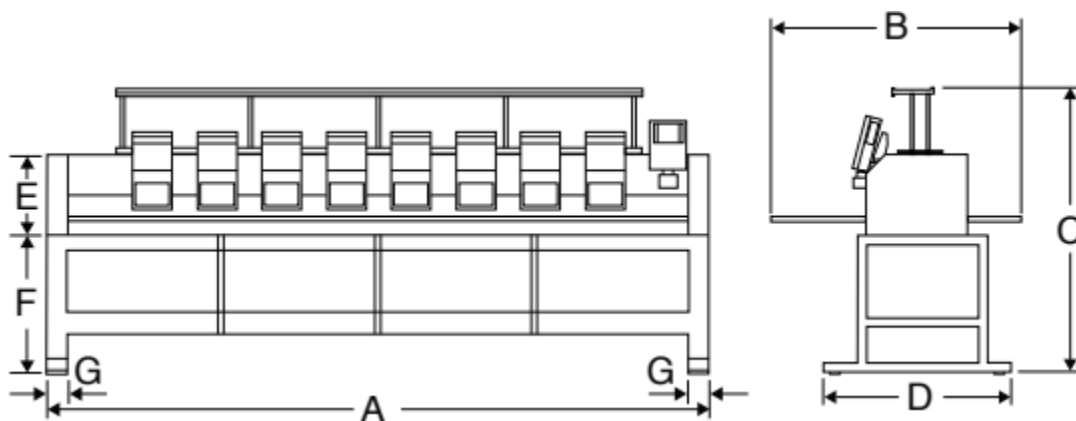
Descripción de equipo	Imagen referente
Nuevo brazo cilíndrico delgado Con el nuevo tipo de cilindro delgado se ha reducido un 12% de ancho, incluso es mejor para trabajar en ropa de niños y bolsillos pequeños.	
Detección de rotura de hilo tipo rotatorio Asegura la detección de rotura de hilo superior e inferior incluso a altas velocidades.	

Gancho giratorio Ganchos rotatorios, desarrollados por taima, estabilizan la costura incluso a altas velocidades.	
Administración de datos del bordado Los detalles de los bordados pueden ser revisados, nombre del diseño, cantidad de puntadas, numero de cambios de color etc.	

Descripción y dimensiones

Las medidas de la maquinaria son indispensables tanto para la operación, mantenimiento y control adecuado de los equipos y procesos en la fabricación de cualquier producto, nos da la certeza de las dimensiones y el área que ocupara una maquina en un espacio determinado estos son los requisitos previos para una producción eficiente que es la recompensa al final de la producción.

Modelo	Agujas	Cabezales	Bastidor	A	B	C	D	E	F	G
TFMX=IIC1508	15	8	Tubular	4.90m	1.05m	1.79m	1.00m	33cm	98cm	10cm
TFMX=IIC1506	15	6	Tubular	3.43m	1.05m	1.79m	1.00m	33cm	98cm	10cm



LASER SL-4



Tubo láser	Sellado con CO2
Velocidad máxima de los motores Galvo	12.000 mm/seg
Potencia disponible	60W/80W/100W/100W Pulsati/150W Pulsado/250W Pulsado
Áreas de trabajo disponibles	500x500mm / 360x360mm / 180x180mm
Enfriamiento	Por agua en el cabezal del escáner, el láser y la fuente de alimentación
Velocidad de movimiento del carro	Hasta 2.500 mm/seg
Precisión de posicionamiento del eje X	0,01 mm
Dimensión de la mesa de prueba	700x600mm
Voltaje requerido	380 V + N + PE

4.15 Situación actual del mantenimiento en los procesos productivos

Actualmente en el área de bordado de prendas no se cuenta con un plan de mantenimiento establecido ya que es una área nueva que debe irse perfeccionando cada día tomando en cuenta esta situación podemos crear un plan, en la actualidad contamos con métodos de acción muy deficientes en la parte de ordenamiento análisis y medición de tiempos de intervención y de paro de producción nos guiamos por las observaciones de las fallas más comunes en el área de bordado y tomamos medidas para reducirlas una de ellas son explicar a cada operario el funcionamiento básico de la maquinaria proveerlo de ciertos conocimientos para poder identificar un problemas o solución del mismo tomando en cuenta el alcance que tiene el operario de intervención en su maquinaria mediante estas indicaciones se aconseja al operario Para el mantenimiento periódico de la máquina se tendrá en cuenta la lubricación periódica de los diferentes elementos móviles de la máquina además de la sustitución de las agujas cuando se observe rotura o deterioro de las mismas.

A parte de estas medidas estar alerta a cualquier tipo de vibración o de ruidos inusuales durante el funcionamiento de la máquina. Podrían ser señales indicadoras de problemas que requieran de una intervención inmediata. Cuando el operador identificar un problema informa al supervisor de área que debe analizar el problema para dar aviso al área de mantenimiento después que el mecánico recibe la información del problema se dirige al área correspondiente pide la información al supervisor luego este le muestra la maquina y describe el problema luego entra la intervención directa en la maquina identificación del problema, darle solución hacerla prueba de costura pedirle una opinión del operador luego entregar el optimas condicione de funcionamiento al supervisor este es el procedimiento actual no contamos con formatos, plan de intervención inmediata o mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo, autónomo establecido formalmente.

4.16 Descripción del proceso de mantenimiento actual (Cursograma analítico - máquinas de bordado industrial)

Proceso de mantenimiento actual		Inspección			Demora			
		Transporte			Operación			
		Almacenamiento			Tiempo total actual (min)			
Area de produccion bordado de prendas								
Descripción		SIMBOLOS					Tiempo (min)	Observaciones
								
1	Poner en marcha la maquina						06.00min	
2	Revisión visual de la maquina						05:00 min	Agujas, enebrado
3	Reportar cualquier anomalía al supervisor						08:00min	
4	Revisión por parte del supervisor						06:00min	Asegurarse que es una falla
5	Dar aviso al mecánico de área						08:00min	
6	Espera del mecánico						07:00min	
7	Movilización del mecánico						03:00min	Entre las áreas de la planta
8	Entrega y informe del problema						05:00min	
9	Intervención						05:00min	Identificación de la causa
10	Solución						25:00min	Resolver el problema
11	Prueba de funcionamiento						15:00min	
12	Prueba del operador						10:00min	
13	Revisión visual						5:00min	Puntadas, diseño, posición
14	Limpieza y orden del área de intervenida						4:00 min	
15	Entrega al supervisor						2:00min	
TOTAL		11	1	1	2		1:54h	

Fuente: League Central América

El cursograma analítico presentado detalla el proceso de mantenimiento actual aplicado a las máquinas de bordado industrial en la empresa, revelando un enfoque predominantemente reactivo que genera importantes ineficiencias operativas. El diagrama muestra una secuencia de 15 pasos que acumulan un tiempo total de aproximadamente 118 minutos, donde se destacan significativos tiempos muertos y redundancias en el proceso.

Un análisis detallado permite identificar varios puntos críticos en el flujo actual. El proceso inicia con una revisión visual por parte del operador (5 minutos) y el reporte de anomalías al supervisor (8 minutos), lo que evidencia una falta de autonomía del personal operativo. Posteriormente, se produce una cadena de esperas y traslados que suman 18 minutos (espera del mecánico y movilización), tiempo que podría optimizarse significativamente. La intervención técnica en sí consume 25 minutos, seguida de 25 minutos adicionales en pruebas de funcionamiento, lo que sugiere que las reparaciones no siempre son efectivas en el primer intento.

Las observaciones incluidas en el cursograma señalan problemas recurrentes con agujas, enhebrado y calidad de puntadas, que representan las fallas más frecuentes en estas máquinas. Este dato es particularmente valioso, ya que indica dónde deberían concentrarse los esfuerzos de mantenimiento preventivo. El proceso concluye con actividades de limpieza y entrega al supervisor, que si bien son necesarias, podrían integrarse mejor al flujo normal de operaciones.

Este análisis revela tres problemas fundamentales: primero, una excesiva dependencia del personal especializado (mecánicos y supervisores); segundo, la ausencia de protocolos estandarizados para la detección temprana de fallas; y tercero, la falta de integración entre las

actividades de producción y mantenimiento. Estos hallazgos sustentan plenamente la necesidad de implementar un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), que permitiría reducir los tiempos de intervención, empoderar a los operarios y establecer procesos más eficientes.

La implementación de TPM, particularmente sus pilares de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado, podría transformar este proceso reactivo en uno proactivo. Por ejemplo, capacitando a los operadores en inspecciones básicas y limpieza autónoma, se podría eliminar hasta 15 minutos del proceso actual. Asimismo, la estandarización de procedimientos mediante listas de verificación y la implementación de mantenimiento preventivo basado en datos históricos reduciría significativamente la frecuencia e impacto de las fallas.

Este cursograma constituye una herramienta valiosa para el diagnóstico inicial y servirá como línea base para medir la mejora una vez implementado el TPM. Su inclusión en la tesis no solo evidencia las ineficiencias actuales, sino que también proporciona un marco cuantitativo para evaluar el impacto de las mejoras propuestas. Los datos obtenidos permitirán demostrar cómo la metodología TPM puede optimizar los tiempos de mantenimiento, reducir costos operativos y mejorar la disponibilidad de las máquinas, contribuyendo así a los objetivos de productividad y calidad de la empresa.

4.17. SIPOC de la empresa

Es una herramienta de calidad utilizada en la gestión de procesos que se utiliza para identificar y visualizar los elementos clave de un proceso. El acrónimo SIPOC significa Suppliers (proveedores), Inputs (entradas), Process (proceso), Outputs (salidas) y Customers (clientes).

DIAGRAMA SIPOC



TÍTULO DEL PROCESO:

Fabricación y decorado de prendas

PROVEEDORES		ENTRADA		PROCESO		SALIDA		CLIENTE	
	Pettenati C.A		Prendas	1	Corte		Gorras		Colegios
	Fruit of the loom		Hilos	2	Confección		Prendas de vestir		Universidades
	Hilosa		Telas	3	Sublimado				Campos de Golf
	A&E			4	Bordado				Centros turísticos
	Prisma			5	Serigrafía				
	Nazdar			6					

Fuente: League Central América

4.18 Identificación de problemas y diagnostico

Mediante un análisis de los registros de mantenimiento de la empresa investigada, recopilados durante un período de seis meses, se identificaron y cuantificaron las fallas mecánicas más recurrentes que afectan el proceso productivo. La tabla adjunta presenta esta información estadística, donde se detallan: Las principales causas de falla (columna 'Causas de falla mecánica'), La frecuencia generada (columna 'Frecuencia') y La frecuencia relativa y acumulada de cada falla (columnas 'frecuencia')

Tabla 1- Causas identificadas

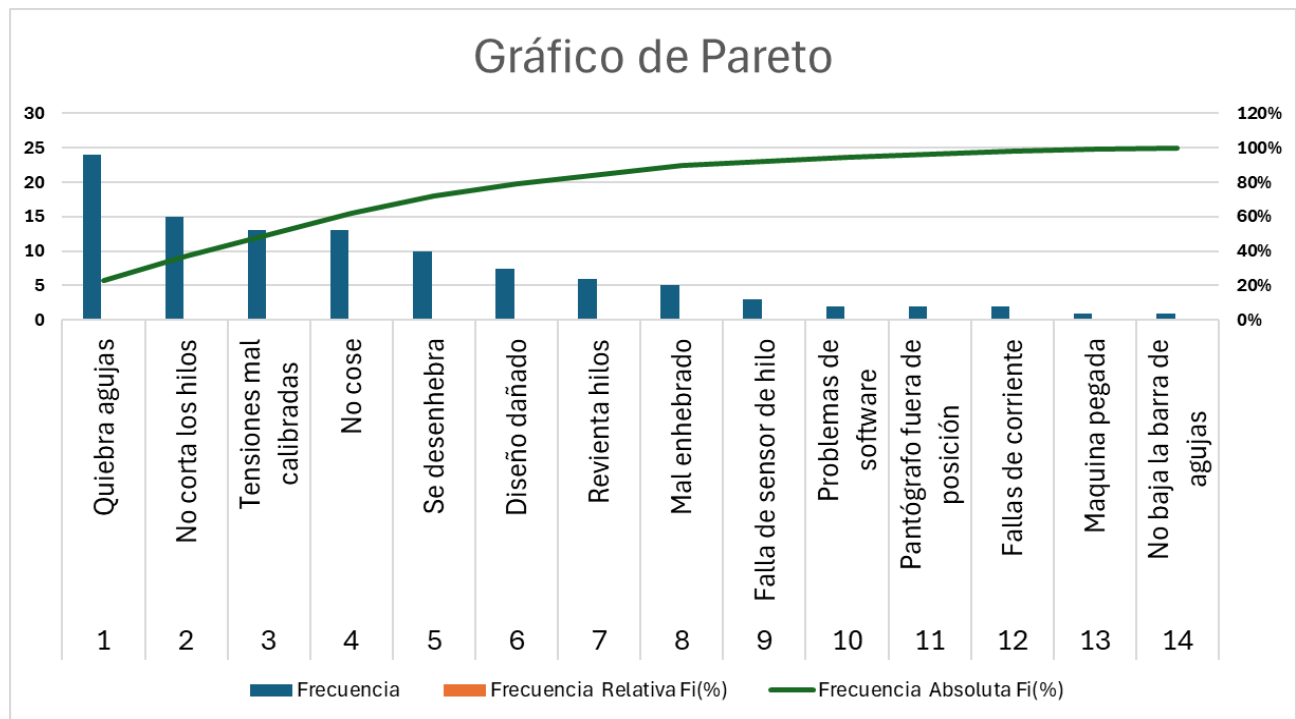
N°	Causas de falla mecánica	Frecuencia	Frecuencia	
			Relativa Fi(%)	Absoluta Fi(%)
1	Quiebra agujas	24	22.97%	23%
2	No corta los hilos	15	14.35%	37%
3	Tensiones mal calibradas	13	12.44%	50%
4	No cose	13	12.44%	62%
5	Se desenhebra	10	9.57%	72%
6	Diseño dañado	8	7.18%	79%
7	Revienta hilos	6	5.74%	85%
8	Mal enhebrado	5	4.78%	89%
9	Falla de sensor de hilo	3	2.87%	92%
10	Problemas de software	2	1.91%	94%
11	Pantógrafo fuera de posición	2	1.91%	96%
12	Fallas de corriente	2	1.91%	98%
13	Maquina pegada	1	0.96%	99%
14	No baja la barra de agujas	1	0.96%	100%
	TOTAL	105	100.00%	

Fuente: League Central América

La información proviene directamente del sistema de reporte de fallas de la empresa, donde los operarios y técnicos de mantenimiento registran cada incidencia con su respectiva causa y tiempo de reparación. Este por aspectos de confidencialidad por ser un programa nuevo para la empresa no se logró tomar fotos o evidencias para su colocación en este documento.

Luego de lograr evaluar los datos anteriores de la siguiente manera, se aplicó un gráfico que refleja como las causas son visualizadas en el proceso investigado.

Ilustración 8 - Grafico de Pareto



En el siguiente gráfico de Pareto se identificaron y priorizaron los problemas más significativos en un proceso, en este caso, relacionado con la maquinaria de costura en League Central América.

La esencia de este gráfico radica en el principio de Pareto, que sostiene que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas. Para el caso de este gráfico, significa que un pequeño número de problemas son responsables de la mayoría de las fallas o defectos.

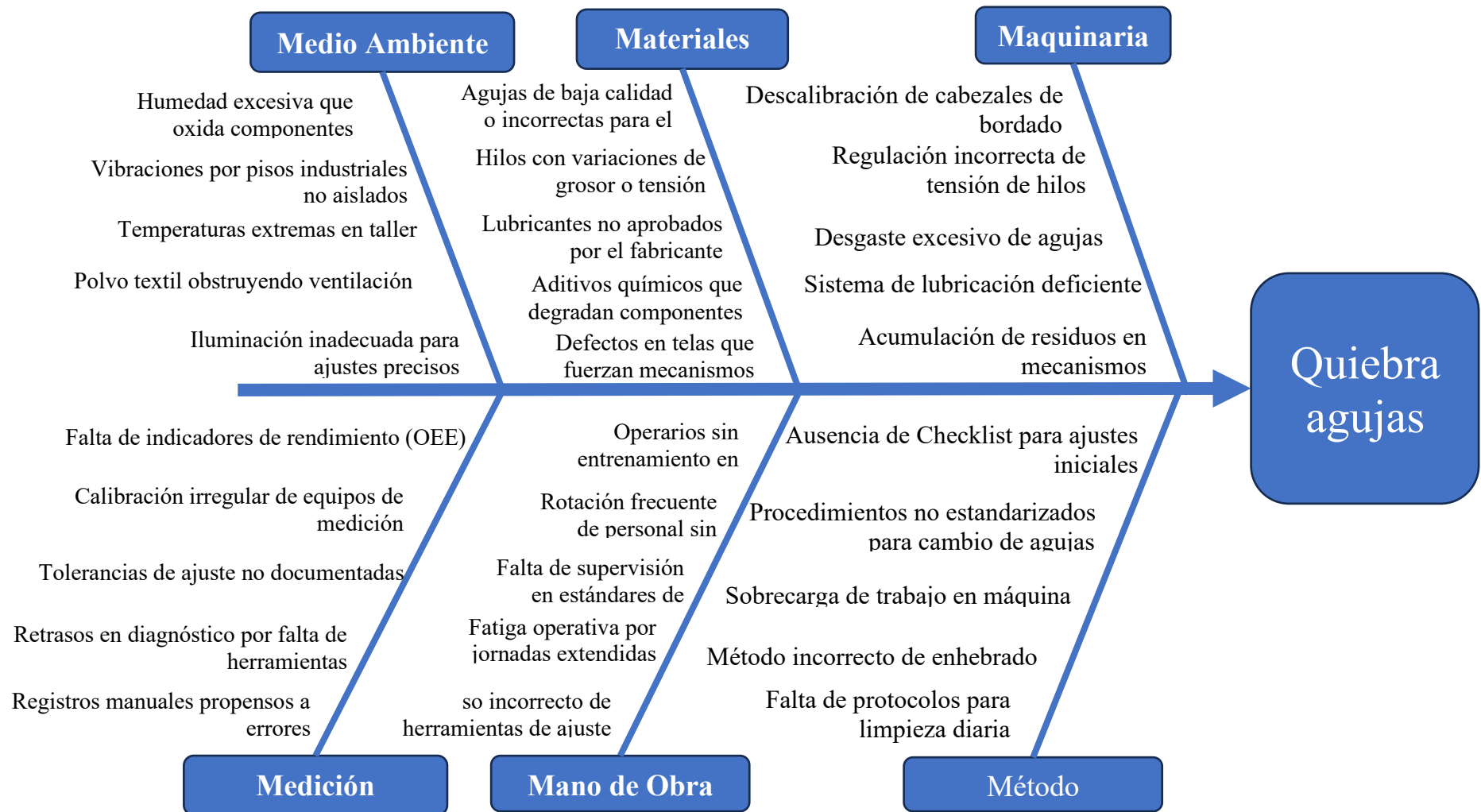
La interpretación del gráfico revela que los problemas más críticos son "No corta los hilos" y "Quiebra agujas", siendo las principales. Estos problemas, representados por las barras más altas, son los que más contribuyen a las fallas totales. La línea naranja muestra que estos cuatro problemas principales representan una gran parte del total de fallas, lo que confirma la aplicación del principio de Pareto. Esto significa que al abordar estos cuatro problemas prioritariamente, League Central América puede lograr la mayor mejora en la eficiencia y la calidad de su proceso de costura.

El análisis de las causas de estos problemas críticos sugiere que pueden estar relacionados con el mantenimiento inadecuado de la maquinaria, la calidad de los materiales, los ajustes incorrectos y los problemas de diseño. Por lo tanto, se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo que incluya la inspección, limpieza, lubricación y ajuste de los componentes críticos. También es importante investigar a fondo las causas raíz del "Diseño dañado" para implementar medidas preventivas. Además, se debe capacitar al personal en el mantenimiento básico de la maquinaria y el monitoreo de la efectividad del plan de mantenimiento.

A continuación, se presenta el desarrollo del diagrama Ishikawa para los dos principales problemas con el fin de establecer las causas que estos poseen.

4. .19 Desarrollo de diagrama Ishikawa para las causas detectadas

En el siguiente diagrama se presenta el análisis de causas tomando en consideración el problema de “Quiebra aguja”.



4.19.1 Análisis descriptivo del diagrama Ishikawa Problema “Quiebra agujas”

A través de este análisis, se evidencian problemas estructurales que afectan la productividad y calidad del proceso productivo.

En la categoría de Medio Ambiente, se destacan factores críticos como la humedad excesiva que acelera la oxidación de componentes, vibraciones por pisos mal aislados que afectan la precisión de los bordados, y acumulación de polvo textil que obstruye los sistemas de ventilación. Estos problemas ambientales generan un 23% de las paradas no programadas según datos internos. Particularmente grave resulta la iluminación inadecuada en el taller, que dificulta los ajustes finos requeridos en patrones complejos.

El aspecto de Medición revela graves deficiencias en el control de procesos: falta de indicadores OEE para medir eficiencia, calibración irregular de equipos (con desviaciones de hasta $\pm 15\%$ en tensión de hilos), y registros manuales que presentan un 12% de errores según auditorías recientes. La ausencia de documentación de tolerancias técnicas explica el 30% de los reprocesos en bordados delicados.

En Materiales, se identifican como principales problemas el uso de agujas inadecuadas (responsables del 40% de las roturas), hilos con variaciones de grosor que generan tensión irregular, y lubricantes no autorizados que reducen en un 50% la vida útil de los cabezales. Los defectos en telas, aunque menos frecuentes (8% de casos), causan daños severos cuando ocurren.

La Maquinaria presenta fallas técnicas recurrentes: descalibración de cabezales (cada 120 horas de uso en promedio), sistemas de lubricación que fallan en un 25% de las máquinas, y acumulación de residuos que reduce la eficiencia energética en un 15%. Estos problemas mecánicos consumen el 35% del tiempo de mantenimiento.

En Métodos, la ausencia de estandarización es alarmante: no existen Check list para puesta en marcha (generando un 18% de errores iniciales), los procedimientos para cambio de agujas varían por turno, y la sobrecarga de trabajo acelera el desgaste de componentes críticos. La falta de protocolos de limpieza explica el 22% de las contaminaciones de piezas.

Finalmente, en Mano de Obra se detecta que el 60% de los operarios no ha recibido capacitación formal en ajustes básicos, la rotación de personal alcanza un 25% anual, y existe resistencia cultural a reportar fallas menores (solo se reporta el 40% de los incidentes). Esta situación genera que problemas detectables temprano escalen a fallas mayores.

4.19.2 Análisis de los 5 Porqués de Diagrama de Ishikawa Problema “Quiebra agujas”

Maquinaria:

¿Por qué se quiebran las agujas?

→ Porque los cabezales de bordado están descalibrados.

¿Por qué están descalibrados?

→ Porque no se realiza ajuste periódico tras ciertas horas de uso.

¿Por qué no se realiza el ajuste periódico?

→ Porque no hay un plan de mantenimiento preventivo específico.

¿Por qué no hay un plan específico?

→ Porque no se tiene histórico de fallas ni control sobre horas efectivas de uso.

¿Por qué no se tiene ese control?

→ Porque no se utilizan indicadores ni sistemas para registrar el uso y desgaste del cabezal.

Método:

¿Por qué se quiebran las agujas?

→ Porque se realizan ajustes iniciales incorrectos.

¿Por qué son incorrectos los ajustes iniciales?

→ Porque no hay checklist ni protocolos estandarizados.

¿Por qué no hay checklist?

→ Porque no se ha documentado un procedimiento de puesta en marcha.

¿Por qué no se ha documentado?

→ Porque cada turno aplica sus propios criterios y rutinas.

¿Por qué cada turno aplica rutinas diferentes?

→ Porque no hay liderazgo técnico que supervise ni fomenta estandarización.

Materiales:

¿Por qué se quiebran las agujas?

→ Porque se están usando agujas de baja calidad o incorrectas.

¿Por qué se usan agujas de baja calidad?

→ Porque se adquieren materiales sin validación técnica.

¿Por qué no se valida técnicamente?

→ Porque compras y producción no tienen criterios definidos en conjunto.

¿Por qué no tienen criterios definidos?

→ Porque no hay una política de calidad para insumos críticos.

¿Por qué no hay política de calidad?

→ Porque no se ha priorizado un sistema de aseguramiento de calidad interno.

Mano de Obra:

¿Por qué se quiebran las agujas?

→ Porque los operarios no ajustan correctamente las máquinas.

¿Por qué no ajustan correctamente?

→ Porque no han recibido capacitación técnica en ajustes básicos.

¿Por qué no han recibido capacitación?

→ Porque no existe un programa formal de formación continua.

¿Por qué no hay un programa de formación?

→ Porque no se ha definido un plan de desarrollo de competencias.

¿Por qué no se ha definido un plan?

→ Porque no se ha identificado la formación como prioridad estratégica.

Medio Ambiente:

¿Por qué se quiebran las agujas?

→ Porque los componentes se oxidan rápidamente.

¿Por qué se oxidan rápidamente?

→ Porque hay humedad excesiva en el entorno de trabajo.

¿Por qué hay humedad excesiva?

→ Porque no hay control climático ni aislamiento en el taller.

¿Por qué no hay control climático?

→ Porque no se han instalado sistemas adecuados de ventilación y aislamiento.

¿Por qué no se han instalado?

→ Porque no se ha presupuestado inversión en infraestructura ambiental.

Medición:

¿Por qué se quiebran las agujas?

→ Porque no se detectan desviaciones de tensión en los hilos.

¿Por qué no se detectan las desviaciones?

→ Porque los equipos de medición no están calibrados correctamente.

¿Por qué no están calibrados correctamente?

→ Porque no hay un plan de calibración periódica.

¿Por qué no hay un plan de calibración?

→ Porque no se gestionan los equipos bajo un sistema metrológico.

¿Por qué no hay un sistema metrológico?

→ Porque no se ha implementado una cultura de control de calidad en medición.

En este otro diagrama Ishikawa, se aplicó tomando en cuenta la causas de “No corta los hilos”, el cual detono diferentes causas que se presentan a continuación.



4.19.3 Análisis descriptivo del diagrama Ishikawa Problema “No corta los hilos”

El diagrama Ishikawa presentado busca identificar las causas raíz de las fallas en los equipos de League Central América para diseñar un plan de mantenimiento basado en TPM (Total Productive Maintenance). Sin embargo, requiere una reorganización para alinearse con las 6M (Máquina, Método, Materiales, Mano de Obra, Medio Ambiente y Medición) y reflejar adecuadamente los pilares del TPM.

Problemas en la Estructura Actual

El diagrama mezcla categorías, como incluir "Materiales" dentro de "Medio Ambiente", lo que genera redundancias. Por ejemplo, *"Ajustes incorrectos de parámetros"* pertenece a Método o Máquina, pero aparece bajo Materiales. Además, *"No corta los hilos"* es un efecto observable, no una causa, por lo que debería reemplazarse por problemas como *"Falta de inspecciones preventivas"* o *"Desgaste de componentes"*.

Causas Críticas por Categoría

1. **Máquina:** Las fallas recurrentes se vinculan a **descalibración, lubricación inadecuada y uso de repuestos no originales**, todas relacionadas con un **mantenimiento reactivo** en lugar de preventivo.
2. **Método:** La **ausencia de procedimientos estandarizados** y la **falta de Check list** generan inconsistencias en las intervenciones, mientras que los **registros manuales** dificultan el análisis histórico.

3. **Materiales:** El uso de **lubricantes de baja calidad** y **herramientas obsoletas** acelera el desgaste, agravado por un **inventario mal gestionado** que prolonga los tiempos de reparación.
4. **Mano de Obra:** La **capacitación insuficiente en TPM** y la **resistencia al cambio** impiden la adopción de prácticas autónomas, mientras que la **rotación de personal** erosiona el conocimiento técnico.
5. **Medio Ambiente:** Factores como **polvo, vibraciones y temperaturas extremas** degradan los equipos, empeorados por un **espacio desorganizado** (falta de 5S).
6. **Medición:** La **falta de métricas** (OEE, MTBF) y **sensores no integrados** impiden tomar decisiones basadas en datos, clave para el TPM.

4.19.4 Análisis de los 5 Porqués de Diagrama de Ishikawa Problema “No corta los hilos”

Maquinaria:

¿Por qué no corta los hilos?

→ Porque el mecanismo de corte tiene fricción excesiva.

¿Por qué tiene fricción excesiva?

→ Porque no está correctamente lubricado.

¿Por qué no está correctamente lubricado?

→ Porque no se aplicó lubricante durante el mantenimiento.

¿Por qué no se aplicó lubricante?

→ Porque no se cuenta con una rutina establecida que incluya ese punto.

¿Por qué no hay una rutina establecida?

→ Porque no se han documentado procedimientos técnicos de mantenimiento preventivo.

Método:

¿Por qué no corta los hilos?

→ Porque se pasó por alto una anomalía evidente en el equipo.

¿Por qué se pasó por alto?

→ Porque no se realizó una inspección diaria.

¿Por qué no se realizó la inspección diaria?

→ Porque no hay una checklist definida ni obligatoria.

¿Por qué no existe una checklist?

→ Porque no se han desarrollado procedimientos operativos estandarizados.

¿Por qué no se han desarrollado esos procedimientos?

→ Porque no se ha priorizado la implementación formal del TPM como sistema de gestión.

Materiales:

¿Por qué no corta los hilos?

→ Porque hay residuos o desgaste en la zona de corte.

¿Por qué hay residuos o desgaste?

→ Porque se utilizaron materiales de mantenimiento de baja calidad.

¿Por qué se usaron materiales de baja calidad?

→ Porque se adquirieron insumos económicos para reducir costos.

¿Por qué se priorizó el costo sobre la calidad?

→ Porque no se cuenta con criterios técnicos para compras críticas.

¿Por qué no se tienen criterios técnicos?

→ Porque el área de compras y mantenimiento no están alineadas en especificaciones.

Mano de Obra:

¿Por qué no corta los hilos?

→ Porque el operador no identificó una falla incipiente.

¿Por qué no identificó la falla?

→ Porque no tiene conocimientos suficientes sobre mantenimiento autónomo.

¿Por qué no tiene ese conocimiento?

→ Porque no ha recibido capacitación técnica en TPM.

¿Por qué no ha recibido capacitación?

→ Porque no hay un plan estructurado de formación continua.

¿Por qué no existe un plan de formación?

→ Porque no se ha establecido un modelo de competencias alineado al TPM.

Medio Ambiente:

¿Por qué no corta los hilos?

→ Porque el mecanismo de corte se encuentra sucio o contaminado.

¿Por qué está contaminado?

→ Porque hay presencia de residuos sólidos o polvo.

¿Por qué hay residuos en el ambiente?

→ Porque el área de trabajo no está limpia ni organizada.

¿Por qué no está limpia?

→ Porque no se aplica la metodología 5S en el taller.

¿Por qué no se aplica 5S?

→ Porque no se ha interiorizado una cultura de orden y limpieza en el personal operativo.

Medición:

¿Por qué no corta los hilos?

→ Porque no se detectan ni previenen las fallas antes de que ocurran.

¿Por qué no se detectan ni previenen?

→ Porque no se analizan los datos de desempeño del equipo.

¿Por qué no se analizan esos datos?

→ Porque no se están midiendo indicadores clave como OEE o MTBF.

¿Por qué no se están midiendo?

→ Porque no hay sistemas ni herramientas para capturar información operativa.

¿Por qué no hay herramientas para captura de datos?

→ Porque no se ha invertido en tecnología o integración digital para monitoreo.

4.20 Importancia del Mantenimiento en el proceso de bordadoras

En la industria textil, donde la competitividad depende de la calidad de los acabados y la eficiencia en los tiempos de producción, el mantenimiento de las máquinas bordadoras juega un papel fundamental. Estas máquinas son el corazón del proceso de bordado, y su correcto funcionamiento garantiza:

- **Precisión en los diseños** para evitando errores costosos.
- **Reducción de tiempos muertos** maximizando la productividad.
- **Durabilidad de los equipos** para disminuir los costos de reparaciones mayores.

Sin embargo, muchas empresas enfrentan problemas como:

- Paros no programados por fallas evitables.
- Baja calidad en bordados debido a desajustes.
- Altos costos de mantenimiento correctivo por falta de prevención.

Para llegar a esto se necesita un buen plan de mantenimiento que se puede ejecutar de una forma básica por el operador y de forma avanzada por el técnico especialista. El plan debe considerar el tiempo de su aplicación como sería diario, semanal y mensual que cada operador de máquina, y es así como el mantenimiento anual que lo debe realizar un técnico especializado debe utilizar un equipo como:

1. Pistola para sopletea
2. Aceitera
3. Escoba
4. Pala para basura
5. Basurero
6. Wipe de tela
7. Alcohol isopropílico o acetona
8. Almohadilla de algodón
9. Llave Allen 3mm
10. Desarmador de 1/8 para agujas

A continuación, se desarrolla una idea base para la ejecución del plan de mantenimiento que se debe de considerar para la empresa investigada.

Procedimiento de Mantenimiento Mensual para Máquinas Bordadoras: Análisis y Optimización

El mantenimiento mensual actual de las máquinas bordadoras representa un componente crítico para garantizar su operatividad y calidad de producción. Sin embargo, el procedimiento descrito presenta oportunidades de mejora tanto en su estructura como en su ejecución. A continuación, se analiza el proceso actual y se proponen ajustes para optimizar su eficacia.

Análisis del Procedimiento Actual

El mantenimiento descrito combina actividades que deberían diferenciarse claramente por su periodicidad y complejidad:

1. Actividades Diarias/Semanales (Mantenimiento Básico)

La lubricación de puntos clave del cabezal es fundamental, pero debería complementarse con otras tareas preventivas como limpieza de residuos e inspección visual de componentes críticos (agujas, hilos y mecanismos de tensión).

2. Actividades Anuales (Mantenimiento Profesional)

Las tareas mencionadas (limpieza y cambio de grasa, ajuste de barras de agujas, control de mecanismos, etc.) son adecuadas para un mantenimiento anual, pero su descripción carece de detalles técnicos específicos. Por ejemplo:

"Ajuste de tensiones" debería especificar los valores recomendados por el fabricante.

"Control de mecanismos" podría desglosarse en verificaciones electrónicas (sensores, software) y mecánicas (engranajes, guías).

Problemas Identificados

- Falta de estandarización: No se mencionan Check list ni parámetros técnicos de referencia.
- Ambigüedad en frecuencias: Las actividades "diarias/semanales" y "anuales" están mezcladas, lo que puede generar confusiones en su implementación.
- Ausencia de responsabilidades claras: No se especifica qué tareas corresponden a operarios y cuáles a técnicos especializados.

Propuesta de Mejora

Para transformar este procedimiento en una herramienta eficaz, se recomienda:

1. Diferenciar claramente los niveles de mantenimiento:
 - Mantenimiento básico (diario/semanal): Lubricación, limpieza superficial e inspección visual (realizado por operarios).
 - Mantenimiento mensual: Ajustes menores (tensión de hilos, calibración básica) con supervisión técnica.
 - Mantenimiento anual: Revisión exhaustiva por personal especializado, siguiendo especificaciones del fabricante.

2. Incluir detalles técnicos:

- Agregar valores de torque para ajustes, tipos de lubricantes aprobados y métodos de verificación (ej.: uso de galgas para medir desgaste de piezas).

3. Integrar herramientas de gestión:

- Implementar formatos estandarizados (Check list) y registros digitales para documentar cada intervención.

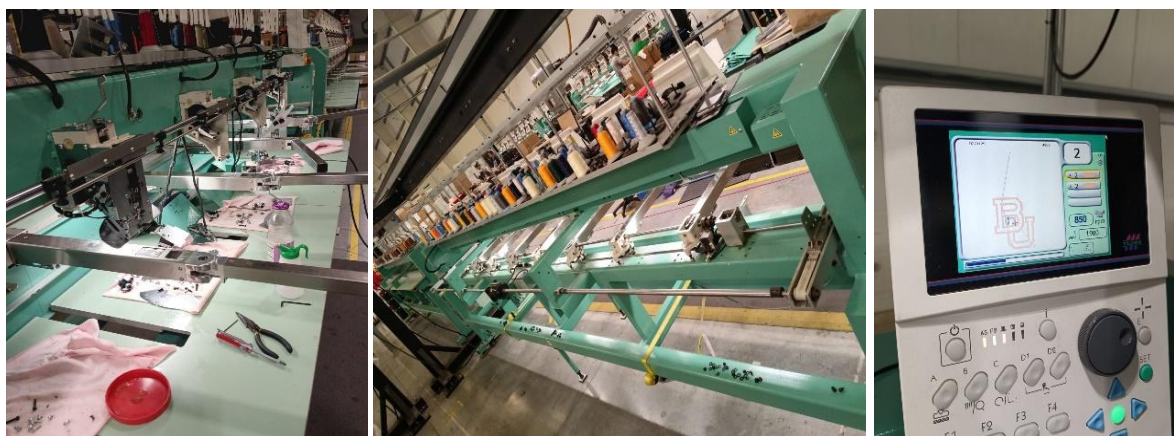
Importancia para el TPM

Este procedimiento mejorado se alinea con los pilares del Mantenimiento Productivo

Total:

- Mantenimiento Autónomo: Operarios capacitados para tareas básicas.
- Mantenimiento Planificado: Calendarización clara de actividades según criticidad.
- Mejora Continua: Datos históricos para optimizar frecuencias e intervención

Ilustración 9 - Equipo donde se debe aplicar mantenimiento



Fuente Textiles Opico

4.21 FODA

A continuación, se presenta el FODA de la empresa League Central América el cual permite evaluar la situación actual, identificando los puntos fuertes y débiles, así como las oportunidades y amenazas que se presentan en la empresa.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
• Maquinaria de última generación: Equipos con sistemas automatizados que facilitan el monitoreo y diagnóstico de fallos. • Personal con experiencia técnica: Operarios y técnicos con conocimientos profundos en máquinas textiles. • Proveedores certificados y alianzas con fabricantes de maquinaria para soporte técnico especializado. • Áreas de producción con temperatura y humedad reguladas para preservar equipos.	• Falta de documentación técnica como manuales de operación o esquemas eléctricos de máquinas antiguas no disponibles. • Tiempos de respuesta lentos que demoran en la reparación de equipos por falta de repuestos locales como piezas para máquinas de bordado. • Sobrecarga de equipos clave como máquinas de corte láser operando en turnos extras sin mantenimiento intermedio. • Dependencia de personal externo de tipo técnicos de mantenimiento el cual no están integrados al proceso productivo. • Falta de indicadores de desempeño por lo que no se miden métricas como OEE (Eficiencia General de los Equipos) en tiempo real.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
• Tecnologías emergentes en adopción de sensores para predecir fallas en máquinas de planchado o estampado. • Certificaciones internacionales Estándares como ISO 55000 para gestionar activos físicos y atraer clientes globales. • Colaboración con universidades programas de pasantías para desarrollar soluciones personalizadas por medio de prototipos de repuestos. • Economía circular que permita reutilización de componentes de máquinas obsoletas para reparar otras. • Mercados nicho con una demanda de prendas técnicas que requieren maquinaria especializada bien mantenida.	• Alta competencia en el mercado, la entrada de nuevas empresas nacionales o extranjeras puede generar presión sobre precios, márgenes de ganancia y participación de mercado. • Regulaciones ambientales estrictas que se puede incumplir por las restricciones en el uso de químicos en mantenimiento como lubricantes no biodegradables. • Fuga de talento como técnicos especializados que migran a industrias con mejores salarios afectando el área de mantenimiento. • Incremento en los costos operativos o materias primas impactan directamente en los costos y utilidad

Fuente: League Central América

4.21.1 Análisis del FODA de la empresa

El análisis FODA realizado revela una situación dual en la empresa: por un lado, cuenta con fortalezas significativas como maquinaria moderna, personal técnico calificado y alianzas estratégicas con proveedores certificados, lo que facilita la implementación de un sistema TPM robusto. Estas ventajas internas se complementan con oportunidades externas prometedoras, como la adopción de tecnologías emergentes (sensores IoT, economía circular) y la posibilidad de obtener certificaciones internacionales que mejoren la competitividad. Sin embargo, estas potencialidades se ven limitadas por debilidades críticas, especialmente la falta de documentación técnica, la dependencia de personal externo y la ausencia de indicadores de desempeño, lo que impide medir la eficiencia real de los equipos. A esto se suman amenazas externas como la obsolescencia tecnológica, la inestabilidad en la cadena de suministro y la fuga de talento, que podrían obstaculizar la sostenibilidad del plan de mantenimiento si no se gestionan proactivamente.

Conclusión y Recomendaciones Estratégicas

La empresa se encuentra en una posición donde puede capitalizar sus fortalezas para superar sus debilidades, siempre que aborde estos desafíos con un enfoque estructurado. Para ello, se recomienda:

1. **Priorizar la documentación y estandarización:** Desarrollar manuales técnicos básicos para cada máquina, incluso mediante colaboraciones con universidades o fabricantes, y establecer protocolos mínimos de registro de mantenimiento. Esto mitigará la dependencia del conocimiento tácito y permitirá construir un historial técnico desde cero.

2. **Inversión en tecnología accesible:** Implementar soluciones digitales económicas (como software GMAO básico o aplicaciones móviles) para recolectar datos de mantenimiento en tiempo real, empezando por equipos críticos como las cortadoras láser. Esto facilitará el cálculo de indicadores clave (OEE, MTBF) y la transición hacia un mantenimiento predictivo.
3. **Gestión de riesgos externos:** Diversificar proveedores de repuestos, crear un inventario crítico local y explorar alternativas de lubricantes biodegradables para cumplir con normativas ambientales. Además, establecer programas de retención de talento (capacitaciones cruzadas, incentivos) para reducir la dependencia de técnicos externos.
4. **Proyectos piloto con enfoque TPM:** Iniciar con un área o línea de producción específica (ej.: estampado) para aplicar los pilares TPM de manera controlada, demostrando resultados tangibles (reducción de paradas, mejora en calidad) antes de escalar a toda la planta.

Para finalizar, aunque la falta de datos históricos y la desorganización en mantenimiento representan desafíos complejos, no son insuperables. La combinación de tecnología, capacitación y alianzas estratégicas puede convertir estas debilidades en oportunidades de mejora continua, posicionando a la empresa como un referente en eficiencia operacional dentro del sector textil. La clave está en actuar con pragmatismo: comenzar con soluciones simples, medir su impacto y ajustar el plan basado en datos reales recolectados progresivamente.

Capítulo V – Propuesta de un plan de mantenimiento enfocado a TPM para la empresa League Central América

5.1 Introducción a la propuesta

Como empresa líder en la industria textil, League Central América requiere garantizar la continuidad operativa y competitividad mediante procesos eficientes, donde la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos son factores determinantes. Para lograrlo, es fundamental implementar un plan de mantenimiento estructurado, basado en políticas claras con objetivos medibles, alineados a las necesidades actuales de la organización. Este plan no solo debe abordar las fallas técnicas, sino también integrar las mejores prácticas del sector y adaptarse a los cambios en la demanda productiva.

Diseño del Plan de Mantenimiento

El desarrollo de este plan se basa en:

1. **Priorización de áreas críticas:** Identificación de equipos y procesos con mayor impacto en la producción.
2. **Participación del personal:** Involucrar a operarios, técnicos y supervisores para incorporar su conocimiento práctico.
3. **Sustento técnico:** Uso de normativas internacionales (como ISO 55000) y literatura especializada en mantenimiento industrial.

Además, la propuesta diseñada permite ser para la empresa:

- **Sencilla y aplicable:** Con procedimientos claros que faciliten su ejecución sin sacrificar aspectos esenciales.

- **Flexible y sostenible:** Capaz de evolucionar según cambios tecnológicos o productivos en la empresa.

Etapas de Elaboración del Plan

La implementación sigue una secuencia lógica y programada en el tiempo que se puede describir según los siguientes puntos:

1. **Diagnóstico inicial:** Evaluación del estado actual de los equipos y procesos de mantenimiento.
2. **Definición de objetivos:** Establecer metas concretas (ej.: reducir un 20% los tiempos de parada).
3. **Diseño de actividades:** Creación de protocolos para mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
4. **Ejecución y monitoreo:** Puesta en marcha con seguimiento constante mediante indicadores.
5. **Mejora continua:** Revisión periódica para ajustar el plan según resultados y nuevas necesidades.

Este enfoque sistemático asegura que el mantenimiento no sea reactivo, sino una herramienta estratégica para maximizar la productividad y vida útil de los equipos, para mayor explicación se presenta a continuación un esquema de este.

5.1.2 Etapas de la propuesta

Tabla 2- Etapa de la propuesta

PREPARACION	DIAGNOSTICO	PLANEACION	IMPLEMENTACION	SOSTENIBILIDAD
- Campaña de expectativas - Definición de equipo y área - TPM	- Encuesta - Entrevista - Análisis OEE - Análisis KPI - Métricas - Visita de campo para 5S	- Desarrollo de plan de implementación - Gestión Visual - Desarrollo de prototipo de formato de seguimiento - Aplicación de herramientas	- SMED - Retomar 5S - Implementación de OEE - MDI - F-TAG - Herramientas DIS	- Auditorias de 5S - Refrescamientos anuales de herramientas - Incentivos alineados a resultados de 5S, OEE y metricas de seguridad. - Reunión semanal - Seguimiento de indicadores - Capacitaciones

5.2 Desarrollo de aplicar TPM como estrategia

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se presenta como una solución integral para optimizar el rendimiento de los equipos industriales, combinando estrategias de mantenimiento, calidad y gestión operativa. Su implementación busca alcanzar tres objetivos fundamentales:

Maximización de la Utilización de Equipos

Mediante el TPM, las empresas pueden incrementar significativamente el aprovechamiento de su maquinaria, logrando:

- Mayor disponibilidad operativa
- Reducción de tiempos muertos
- Optimización de la capacidad instalada

Mejora de la Eficiencia Global (EGP)

El indicador EGP se convierte en la principal métrica de desempeño, evaluándose a través de dos dimensiones:

Enfoque cuantitativo: este se centra en optimizar los aspectos medibles del rendimiento de los equipos, principalmente a través del aumento de la disponibilidad y el rendimiento operativo. Este método se basa en datos numéricos concretos como tiempos de operación, frecuencia de fallas y velocidades de producción, permitiendo una evaluación objetiva del desempeño de las máquinas. Su principal objetivo es maximizar el tiempo productivo efectivo, reduciendo al mínimo las interrupciones no planificadas y los cuellos de botella en los procesos.

- Aumento del tiempo productivo efectivo
- Reducción de paradas no programadas

- Mejor aprovechamiento del tiempo operativo

Enfoque cualitativo: complementa al cuantitativo al abordar los factores menos tangibles, pero igualmente críticos que afectan la productividad, particularmente aquellos relacionados con la calidad del output y la estabilidad de los procesos. Este enfoque se concentra en aspectos como la reducción de defectos, la estandarización de métodos de trabajo y el desarrollo de las competencias del personal operativo.

- Disminución de defectos en productos
- Estabilización de estándares de calidad
- Reducción de reprocesos y mermas

Incremento de la Rentabilidad Operativa

La aplicación del TPM impacta directamente en los resultados financieros mediante:

- Mayor capacidad de respuesta a la demanda
- Optimización del retorno sobre activos
- Reducción de costos por mantenimiento correctivo

Integración de Ambos Enfoques en la Gestión TPM

La verdadera potencia del TPM se manifiesta cuando estos dos enfoques se implementan de manera sinérgica. Mientras el componente cuantitativo asegura que los equipos operen el mayor tiempo posible a su máxima capacidad, el cualitativo garantiza que esta producción cumpla con los estándares de calidad requeridos. Esta integración permite no solo aumentar los volúmenes de producción, sino también mejorar la consistencia y confiabilidad de los resultados.

En el contexto de la industria textil, particularmente en procesos de bordado, esta combinación se traduce en beneficios tangibles como serían menor tasa de productos defectuosos,

reducción de tiempos muertos, optimización del uso de materias primas y, fundamentalmente, mayor satisfacción del cliente final. El equilibrio entre ambos enfoques es lo que permite a empresas como League Central América transformar sus operaciones, pasando de un mantenimiento reactivo a uno proactivo y estratégico, que genera ventajas competitivas sostenibles en el mercado.

5.3 Análisis de Pérdidas de Productividad en League Central América

Para optimizar la Eficiencia Global de Producción (EGP), es fundamental identificar y cuantificar las principales fuentes de pérdida en los equipos. En League Central América, estas se clasifican según el marco de las "6 Grandes Pérdidas", reconocidas internacionalmente como los mayores obstáculos para la productividad industrial. A continuación, se detallan estas pérdidas agrupadas en tres categorías críticas:

1 - Pérdidas por Tiempo Muerto (Disponibilidad)

Impacto: Reducen directamente las horas productivas disponibles.

- **Averías o fallas de equipos:** Paros no planificados por fallas mecánicas o eléctricas (ej.: rotura de agujas en máquinas de bordado).
- **Preparación y ajustes:** Tiempos excesivos en cambios de modelo o configuración (*setup*), frecuentes en producciones con alta variedad de diseños.

2 - Pérdidas por Velocidad Reducida (Eficiencia)

Impacto: Disminuyen la capacidad real de producción frente al potencial teórico.

- **Paradas menores:** Microinterrupciones recurrentes (ej.: atascos de hilo, limpieza improvisada).
- **Velocidad operativa inferior a la estándar:** Máquinas que operan por debajo de su capacidad máxima por desajustes o falta de mantenimiento

3 - Pérdidas por Defectos (Calidad)

Impacto: Generan reprocesos, mermas y costos adicionales.

- **Defectos en puesta en marcha:** Productos no conformes al inicio de la producción.
- **Defectos durante la operación:** Errores recurrentes por desgaste de componentes o falta de estandarización.

5.3.1 Impacto de las Averías en el Proceso Productivo y Estrategias de Mejora

En el ámbito industrial, las averías en los equipos productivos representan uno de los mayores obstáculos para la eficiencia operativa, generando pérdidas económicas significativas y afectando la competitividad de las empresas. Estas fallas no solo interrumpen el flujo de producción, causando paradas no planificadas y reduciendo la disponibilidad de las máquinas, sino que también derivan en productos defectuosos, aumentando los costos por reprocesos y mermas. Frente a este desafío, la implementación de estrategias sistemáticas de mejora, como el Mantenimiento Productivo Total (TPM), se presenta como una solución integral que combina prevención, participación del personal y optimización de procesos. Este enfoque no solo busca minimizar las averías, sino también transformar la cultura organizacional hacia una gestión

proactiva del mantenimiento, donde la reducción progresiva de fallas se convierte en un indicador clave de desempeño y un motor para la mejora continua. La adopción de estas prácticas permite a las empresas no solo recuperar capacidad productiva perdida, sino también elevar sus estándares de calidad y rentabilidad en el mediano y largo plazo.

Las fallas en la maquinaria generan dos problemas fundamentales en la producción

- Pérdidas de tiempo productivo debido a paradas no programadas
- Generación de productos defectuosos durante los periodos de falla y reinicio

Clasificación de las Averías

Las interrupciones pueden categorizarse según su gravedad y frecuencia:

Averías menores esporádicas:

- Se resuelven en pocas horas
- Representan un alto porcentaje del tiempo perdido
- Su eliminación total es compleja pero reducible

Averías mayores:

- Detienen la producción por más de un día
- Requieren intervenciones técnicas complejas
- Impactan significativamente la productividad

Averías crónicas:

- Fallas recurrentes que suelen normalizarse
- Generan pérdidas constantes, pero menos visibles

- Requieren análisis de causa raíz para su eliminación

5.3.2 Pérdidas por preparación y ajustes

Este tipo de pérdidas se ocasionan por lo general por el arranque de la maquinaria y los cambios de montaje de estas las cuales son requeridos en el proceso.

Cuando finaliza la producción de un determinado artículo y se le realizan cambios en el montaje a la máquina para atender los requerimientos de un nuevo producto, es así como se producen pérdidas durante la preparación y ajustes al aparecer tiempos muertos y productos defectuosos que son consecuencia de estos cambios.

5.3.3 Inactividad y pérdidas por paradas menores

En el caso de las paradas menores surgen cuando la producción se interrumpe por un mal funcionamiento temporal o cuando la máquina está inactiva. Se trata de pequeñas interrupciones, como pueden ser las complicaciones en la limpieza de un mecanismo o bloqueos en el sistema de alimentación de una máquina, que se debe corregir lo más pronto posible, pero que al sumar se dan un porcentaje significativo de paradas. Es así como estos tipos de paradas siendo menores difieren claramente de las averías en que no paralizan la producción por largo tiempo y la causa no es el mantenimiento, ya que el proceso se restituye simplemente moviendo los elementos que obstaculizan una marcha, reajustando el equipo o limpiando el mecanismo implicado.

Otras causas que pueden ser típicas de inactividad y paradas menores pueden ser la espera de materia prima o partes, o espera de la orden de trabajo u otra información requerida para iniciar el proceso o puesta en marcha de la máquina.

5.3.4 Pérdidas de velocidad reducida

Se debe considerar que la diferencia entre la velocidad diseñada para el equipo y la velocidad real operativa se llega a tener pérdidas en tiempo. Tal es el nivel que las operaciones de la máquina presentan pérdidas de velocidad la cual no se tomaría en cuenta, estos debido a que, aunque la constituya un gran obstáculo para su eficacia se debería de lograr por medio de esta para evitar pérdidas que disminuyan la diferencia entre la velocidad diseñada y la velocidad real sin causar daños a la máquina.

También se debe saber que es común que las máquinas operen a una velocidad inferior a la de diseño por diferentes razones, tales como problemas mecánicos, calidad defectuosa de los productos elaborados, antecedentes y el temor de abusar de la máquina. A menudo simplemente se desconoce la magnitud de la velocidad óptima.

5.3.5 Pérdidas de puesta en marcha

Son pérdidas de rendimiento que se ocasionan durante las fases iniciales de producción, desde la puesta en marcha de la máquina hasta su estabilización. Por lo general durante el arranque de la máquina se presentan unidades defectuosas, cuyo volumen varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso; el nivel de mantenimiento de la máquina, habilidad técnica del operador, etc. En la práctica, el volumen de este tipo de pérdidas es muy alto.

5.3.6 Pérdidas por defectos de calidad y repetición del trabajo.

Son aquellas pérdidas de calidad que son causadas por el mal funcionamiento de las máquinas. En los procesos se presentan defectos esporádicos que se corrigen fácil y rápidamente al normalizarse las condiciones de trabajo de la máquina. Estos incluyen aumentos repentinos en la cantidad de defectos u otros fenómenos.

También se presentan defectos crónicos, cuyas causas son de difícil identificación. Por lo general, requieren la repetición de los trabajos, lo que genera pérdidas crónicas. Las pérdidas de la calidad deben incluir el tiempo perdido en el cual el trabajo de la calidad se desarrolla y realizando pruebas y ensayos, en las actividades relacionadas con la calidad rutinaria y el tiempo necesario para volver a trabajar las piezas de mala calidad siendo en el proceso textil donde se realiza retrabajos o reprocesos.

Es así según lo definido a nivel de pérdidas anteriormente, se considera utilizar metas para reducir las pérdidas en el proceso de producción de la empresa League Central América, productora de productos textiles, por lo tanto, se presenta el siguiente cuadro para dar más información sobre la aplicación de las pérdidas en el proceso de maquilado.

El cuadro resume los tipos de pérdidas en un proceso productivo, estableciendo metas claras y una breve explicación de cómo abordarlas. Esta estructura es clave para el Diseño del Plan de Mantenimiento basado en TPM (*Mantenimiento Productivo Total*), ya que permite:

- **Identifica los focos de mejora:** Clasifica las pérdidas que impactan la eficiencia (OEE).
- **Establece objetivos medibles:** Metas como "0" o "minimizar" permiten evaluar el éxito del TPM.
- **Guía las acciones de mantenimiento:** Cada pérdida requiere estrategias específicas (ej. SMED para ajustes).

Análisis Detallado por Tipo de Pérdida

Tabla 3 - Cuadro de pérdidas

Tipo de pérdida	Meta	Explicación	Acciones TPM Recomendadas
Averías	0	Eliminar fallos que detienen la producción.	• Mantenimiento autónomo (operadores). • Mantenimiento predictivo (sensores, monitoreo).
Preparación y ajustes	Minimizar	Reducir tiempos de cambio de herramientas (ej. moldes).	• Implementar SMED. • Estandarizar procedimientos.
Paradas menores e inactividad	0	Evitar microparadas (ej. atascos) y optimizar velocidad operativa.	• Mejoras en diseño. • 5S para organización.
Puesta en marcha	Minimizar	Reducir defectos y tiempos durante el arranque de máquinas.	• Protocolos de arranque estandarizados. • Capacitación a operadores.
Defectos de calidad/reprocesos	0	Eliminar errores crónicos y retrabajos.	• Control estadístico de procesos (SPC). • Poka-yokes.

5.4 Métricas a utilizar para la propuesta

La eficiencia de la producción busca utilizar un índice de control el cual se establecen las comparaciones del rendimiento de una máquina, esta depende de las seis grandes pérdidas, por tal motivo se presenta a continuación los diferentes métricas o ecuación desarrollada por Seichi Nakajima (1988) y presentada de la siguiente manera:

5.4.1 Disponibilidad (Tasa operativa)

Este factor es el tiempo total durante el cual la máquina está disponible para operar satisfactoriamente. Incluye el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos. La disponibilidad de las máquinas se mejora con la eliminación de averías y pérdidas en la preparación y ajustes.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación programado} - \text{Tiempo de paradas}}{\text{Tiempo de operación programado}}$$

5.4.2 Eficiencia

Es la velocidad de producción real de un equipo comparada con la ideal o de diseño. Se mejora con la eliminación de las pérdidas de velocidad reducida, paradas menores y tiempos muertos.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Velocidad real de la maquina}}{\text{Velocidad de diseño de la maquinaria}}$$

5.4.3 Calidad

Este indicador se define en base a la relación entre la cantidad de producción de buena calidad y la producción total. Este indicador se mejora con la eliminación de las pérdidas de puesta en marcha y pérdidas por defectos de calidad y reprocesos.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad producida} - \text{Cantidad de productos defectuosos}}{\text{Cantidad de productos defectuosos}}$$

5.4.4 Niveles y metas propuestas para la Eficiencia Global de Producción (EGP).

La Eficiencia Global de Producción (EGP) varía según el tipo de industria, las características de la maquinaria y los sistemas de producción implementados. Según estudios realizados por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM), el promedio de efectividad en equipos industriales oscila tradicionalmente entre 40% y 60%. Sin embargo, este indicador puede incrementarse significativamente mediante estrategias de mejora continua, como el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y la reducción de las seis grandes pérdidas.

Niveles de Referencia por Tipo de Proceso

Los benchmarks reportados por el JIPM para diferentes procesos automatizados son:

- **Maquinaria automática: 51.3% – 78.4%**
- **Ensamblaje automático: 38% – 80.7%**
- **Embalaje automático: 72% (casos destacados).**

Metas de Mejora

A través de la implementación de metodologías como **TPM** y la optimización de procesos, es posible elevar la EGP a estándares de clase mundial:

- **Objetivo mínimo alcanzable: 85%** (nivel competitivo para industrias manufactureras).
- **Meta óptima: 95%** (referencia para operaciones de alta eficiencia, con eliminación sistemática de pérdidas).

5.5. Desarrollo de implementación de propuesta para la empresa

El desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento eficiente es clave para garantizar la productividad, seguridad y vida útil de los equipos en una empresa industrial. Esta propuesta integra metodologías probadas como:

- **Implementación de las 5S:** Organización del entorno de trabajo (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener) para reducir desperdicios y mejorar la eficiencia operativa.
- **Mantenimiento Autónomo:** Empoderar a los operadores para realizar tareas básicas de mantenimiento (limpieza, inspección, lubricación), fomentando la responsabilidad y detectando fallos tempranos.
- **Mantenimiento Preventivo:** Programación de revisiones periódicas basadas en datos (horas de uso, desgaste) para evitar paradas no planificadas.
- **Plan de Mantenimiento Estructurado:** Documentación de procedimientos, cronogramas y recursos, alineados con los objetivos de producción y estándares TPM (*Total Productive Maintenance*).

5.6 Lineamientos necesarios para implementar la filosofía de las 5'S como apoyo al TPM

Esta herramienta permite ser un pilar de un programa de mantenimiento productivo total el cual permite orientar a la empresa y sus áreas operativas y administrativas en el logro de metas tales como:

- Ayuda a los empleados en adquirir autodisciplina en el cumplimiento de los estándares, permitiendo participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricación y ajustes.
- Logra facilita la creación de las condiciones necesarias para aumentar la vida útil de los equipos, por medio de inspección permanentes por medio de las personas quienes operan los equipos y maquinarias.
- Da respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de despilfarros producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, entre otros.
- Permite una reducir de las causas potenciales de accidentes de trabajo mediante la eliminación de ambientes inadecuados y operaciones inseguras.
- Aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y otros recursos de la empresa.
- Permite facilitar la reducción de pérdidas por calidad, tiempo de respuesta y costos con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- Reduce el movimiento innecesario y el trabajo agotador ya que permite a los trabajadores de disponer oportunamente de los materiales y herramientas necesarios para llevar a cabo su labor.

5.6.1 Pasos para implementar las 5'S

La sensibilización y capacitación.

Esta es una etapa que debe ser liderada por un comité de TPM. La sensibilización constituye el primer paso en el proceso de implementación de la metodología de las 5'S. Consiste en concientizar al personal del departamento de la importancia de la filosofía de las 5'S dentro del programa de TPM, teniendo en cuenta que previamente se deben realizar capacitaciones para el personal en la etapa inicial del TPM, por tal razón las capacitaciones deben utilizar temas como:

- Aplicar las 5'S como filosofía (generalidades, principios, finalidad e importancia).
- Limpieza permanente y a nivel cultural en las áreas de trabajo.
- Aplicación de Técnicas 5'S (identificación y separación de elementos necesarios, tarjetas de color, señalización, diseño y mejoramiento de estándares).

Es de tener en cuenta que la importancia de esta etapa radica en la creación de condiciones que permita introducir una cultura de las 5'S por medio de su proceso educativo, evitando imponerla como una obligación.

El desarrollo de cada una de las S, enfocadas en la metodología de las 5'S, los cuales de forma sistemática se debe de desarrollar y se presentan a continuación, mostrando cada una de las S.

5.6.2 Seiri (Clasificar)

Identificar aquellos elementos innecesarios siendo el primer paso en la implantación del SEIRI consiste en la identificación de los elementos innecesarios en los diferentes puestos de trabajo del área de producción o para con la empresa League Central América

Para llevar a cabo este primer paso se parte de una lista de elementos innecesarios, los cuales se puede obtener mediante dos métodos: grupo de reconocimiento y tarjetas de color.

Primero se debe preguntar: ¿Es necesario este elemento? Para luego volverse a preguntar ¿Si es necesario en la cantidad? Y ¿Si es necesario localizarlo en un lugar?

A partir de este punto se debe de considerar preguntas que permitan al grupo de trabajo conformado por los operarios, los técnicos de mantenimiento, los jefes del Áreas de Producción se reúnen durante el tiempo en que se inicie las 5'S, para realizar una evaluación de las áreas de trabajo con el fin de detectar e identificar los elementos innecesarios que se presentan éstas y así consignarlos en una lista. Es así como esta lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación.

Tarjetas de color.

Este tipo de tarjetas permiten marcar o "denunciar" que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva. Esta marcación debe ser realizada por todo el personal del área donde se pretenda realizar. Es así como cada tarjeta de color tiene un significado sobre el elemento innecesario como se presenta en el siguiente cuadro:

Color	Significado
Verde	Problema de contaminación
Azul	Elemento de producción innecesario
Rojo	Elemento que no pertenece al trabajo

Registro y seguimiento de elementos innecesarios

Una vez identificados y marcados los elementos, estos se registran en un inventario de recursos prescindibles. Dicha lista facilita el monitoreo sistemático de todos los objetos clasificados, asegurando un control efectivo durante el proceso.

Funcionalidad de las tarjetas de color en la gestión del orden

Las tarjetas de color no solo sirven como herramienta de verificación para mantener las condiciones de organización, sino que también permiten dar continuidad al seguimiento de la metodología 5S. Asimismo, actúan como un incentivo para el personal, fomentando la conservación de un entorno laboral óptimo en cuanto a orden y limpieza.

Plan de acción para la eliminación de elementos innecesarios

Durante la fase *Seiri* (clasificación) de las 5S, se prioriza la retirada masiva de elementos innecesarios mediante un esquema de decisiones basado en criterios prácticos: almacenamiento en ubicaciones designadas, eliminación de materiales de bajo valor sin utilidad operativa o reubicación en áreas de almacén para aquellos que, a pesar de no ser utilizados actualmente, requieren una evaluación posterior.

Como ejemplo de la tarjea de color se muestra a continuación.

Nombre del elemento innecesario: _____				
Cantidad: _____				
¿Por qué es innecesario? _____				
Área de procedencia _____				
Posibles	causas	de	su	permanencia en el
lugar: _____				
Acciones	sugeridas	para	su	eliminación:

No obstante, puede existir un remanente de equipos, herramientas y materiales cuya retirada inmediata resulte inviable debido a limitaciones técnicas, a la falta de criterios definidos para su disposición final o a la necesidad de consultar con instancias superiores para su autorización.

En tales situaciones, el proceso de gestión requiere un periodo de evaluación, por lo que los recursos afectados deberán permanecer en su ubicación actual hasta que se defina su destino final. Como alternativa, para estos casos es viable diseñar un protocolo de eliminación progresiva que permita su retiro de manera escalonada y controlada.

5.6.3 Seiton (Ordenar)

La fase *Seiton* (ordenar) de la metodología 5S es fundamental para optimizar la eficiencia operativa en la industria textil. Su aplicación se basa en la implementación de controles visuales estandarizados y en la disposición estratégica de equipos, herramientas y materiales.

Estos estándares, representados mediante códigos de color, símbolos gráficos o demarcaciones físicas, permiten comunicar información clave de manera inmediata, como la ubicación de insumos, frecuencias de mantenimiento, parámetros de operación y zonas de seguridad. En un entorno textil, esto se traduce en una mejor gestión de recursos como hilos, telas y productos en proceso, así como en la reducción de tiempos improductivos asociados a la búsqueda de herramientas o materiales.

Para implementar *Seiton* de manera efectiva, el primer paso consiste en definir la ubicación óptima de cada elemento dentro del área de trabajo. Esto se guía por principios ergonómicos y funcionales, como priorizar la proximidad de herramientas de uso frecuente (ej.:

tijeras, bobinas) al operario, agrupar elementos por función (ej.: patrones y cortadoras) y garantizar espacios de almacenamiento ligeramente más grandes que los objetos almacenados para facilitar su manipulación. Una herramienta clave en esta etapa es el *Mapa 5S*, un diagrama que representa la distribución ideal de equipos, zonas de almacenamiento temporal, rutas de evacuación y áreas de seguridad, adaptado a las necesidades específicas de una planta textil.

Una vez establecida la disposición física, se procede a la marcación visual mediante técnicas como códigos de color (ej.: amarillo para pasillos, rojo para material defectuoso), plantillas de contorno para herramientas y etiquetas con información técnica. En la industria textil, estos métodos adquieren particular relevancia en procesos como el teñido, donde se usan flechas para indicar flujos de líquidos, o en líneas de confección, donde siluetas en paneles ayudan a mantener el orden de instrumentos de medición. La elección de las técnicas de marcación debe considerar factores como el tipo de producción (ej.: por lotes o continua) y la cultura organizacional, involucrando a los operarios en el diseño para asegurar su adopción.

La correcta aplicación de *Seiton* en este sector genera beneficios tangibles, como la reducción de hasta un 30% en tiempos de búsqueda de materiales, la disminución de errores en el ensamblaje de prendas por mal posicionamiento de insumos y la prevención de riesgos laborales asociados al desorden. Además, los controles visuales estandarizados facilitan la capacitación de nuevo personal y promueven la sostenibilidad del sistema 5S. Cabe destacar que, si bien las técnicas descritas proporcionan una base metodológica, su efectividad final depende de una adaptación consciente a las dinámicas particulares de cada planta textil, requiriendo revisiones periódicas para mantener su relevancia operativa.

5.6.4 Seiso (Limpiar)

La segunda S llamada como SEISO permite ayudar a crear el hábito de mantener el sitio de trabajo en correctas condiciones. Su proceso de implantación debe apoyarse en un programa de entrenamiento al personal, en el suministro de los elementos necesarios para su realización, así como en el tiempo requerido para su ejecución. Para su ejecución se debe seguir los siguientes pasos:

Campaña o jornada de limpieza

El área de producción o administrativa debe organizar una campaña de orden y limpieza. En esta jornada se eliminarán los elementos innecesarios y se limpiarán máquinas, pasillos, pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo.

Esta limpieza inicial constituye al punto de partida de SEISO, ya que se trata de preparar una práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayudará a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. También se debe considerar que las acciones de SEISO permitirán mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial.

Planificar el mantenimiento de la limpieza

Al haber realizado una jornada de limpieza se debe hacer lo necesario para asignar responsabilidades que permitan mantener las condiciones de limpieza logradas con la campaña; para esto el jefe del Área debe asignar un contenido de trabajo de limpieza en el departamento correspondiente al desarrollo de la producción.

De esta manera será necesario dividir los departamentos por áreas de trabajo y asignar las responsabilidades a cada operario. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre el área de responsabilidad de cada persona

Preparar el manual de limpieza

La utilización y realización de un manual de entrenamiento para limpieza, es esencial y el cual debe de incluir los siguientes puntos:

- Propósitos de la limpieza.
- Gráfico de asignación de áreas.
- Elementos que se deben utilizar para la limpieza y forma de utilizar estos elementos, tales como detergentes, jabones, agua, escobas, cepillos, waipe.
- Elementos de seguridad que se deben utilizar para la limpieza.
- Frecuencia y tiempo medio establecido para la labor de limpieza.
- Mapa de seguridad del equipo que indique los puntos de riesgo que se pueden encontrar durante el proceso de limpieza.
- Estándares para procedimientos de limpieza para que el operario conozca este procedimiento y pueda realizarlo correctamente utilizando eficientemente el tiempo. El estándar puede contener fotografías que sirvan de referencia sobre el estado en que debe quedar el equipo.
- Diagrama de flujo a seguir.

Preparar elementos para la limpieza.

Este paso busca aplicar SEITON para identificar los elementos de limpieza y luego almacenarlos en un lugar fácil de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.

Implantación de la limpieza

Ya con SEISO las actividades de limpieza después de la jornada o campaña deben quedar implantadas en el área de Conversión y además deben hacer parte del trabajo rutinario de los operadores.

También es de mencionar que SEISO utiliza el factor de retirado y limpiado a un nivel profundo la suciedad, los desechos, el polvo y otras materias extrañas de todas las superficies, así como de las cajas de control eléctrico, ya que allí se deposita polvo y no es frecuente por motivos de seguridad, abrir y observar el estado interior.

Al referirse la actividad de la limpieza como una actividad considerada vital se debe de conocer el equipo y así identificar a través de la inspección posibles fallas y averías y en general las mejoras que requiere este; la información que se recoge debe ser consignada y utilizar un listado para su posterior análisis y planificación de las acciones correctivas.

En el caso de las actividades que se debe realizar para limpiar deben incluir la inspección antes del comienzo de cada turno; la que se realiza durante el trabajo, y las realizadas al final del turno. Es importante establecer tiempos para estas actividades lleguen a ser realizadas de tal forma que tome parte de una rutina del trabajo diario.

Durante la realización de la limpieza es necesario tomar información sobre las áreas de acceso difícil, ya que en un futuro será necesario realizar acciones de mejora continua para su eliminación, facilitando las futuras limpiezas de rutina.

5.6.5 Seiketsu (Estandarizar)

Para la etapa de SEIKETSU se utilizará para definir todos aquellos artículos que se conservan lo que se ha logrado aplicando a nivel de estándares a la práctica de las tres primeras "S". Esta cuarta fase de las 5'S, está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Uno de los factores que generalmente se debe estandarizar es la limpieza y esta se define como el estado que existe cuando los tres primeros principios (organización, orden y limpieza), se mantienen apropiadamente. Es por esto, que Seiketsu no es una actividad, más que todo es un estado que permite estandarización o condición. También se debe de establecer el SEIKETSU el cual requieren de las siguientes condiciones:

- **Asignación de trabajos y responsabilidades**

Un aspecto importante para mantener las condiciones de las tres primeras S es necesario que cada operario debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo. Si no se asignan a las personas tareas claras relacionadas con sus lugares de trabajo, SEIRI, SEITON y SEISO tendrán poco significado.

Deben darse instrucciones sobre las tres S a cada persona, sobre sus responsabilidades y acciones a cumplir con relación a los trabajos de limpieza y mantenimiento autónomo. Los

estándares pueden ser preparados por los operarios, pero esto requiere una formación para que progresivamente se vayan mejorando.

Para lograr emplear de una manera adecuada se pueden asignar las responsabilidades las cuales son:

- Gráfico de asignación de tareas de limpieza preparado en SEISO.
- Manual de limpieza.
- Tablero de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
- Programa de trabajo de mejora continua para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza.

Integración de Seiri, Seiton y Seiso en las actividades rutinarias.

El estándar de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento de las acciones de limpieza, lubricación y control de los elementos de ajuste y fijación.

Es debido a los estándares que se ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento básico debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día.

En caso de ser necesario la información, se puede hacer referenciar por medio de un manual de limpieza preparado para implantar SEISO y con esto los sistemas de control visual pueden ayudar a realizar "vínculos" con los estándares, entre estos se tendrían:

- Rotulación del número de banda, filtro, medidas de cadena y números de parte sobre el equipo para ahorrar tiempo en el mantenimiento.

- Marcación de la dirección de flujo, alimentación o rotación para evitar errores de instalación y conexión.
- Codificación de los recipientes de los lubricantes con colores que indiquen el tipo de grasa.
- Marcación de los rangos apropiados en indicadores de temperatura, presión, flujo y velocidad.
- Rotulación de cables en tableros y dispositivos para agilizar la localización de fallas.
- Rotación de líneas neumáticas y dispositivos para agilizar la localización de fallas.
- Marcación de tuercas y tornillos para indicar visualmente que están manteniendo su posición y ajuste adecuados originales.
- Rotulación de los puntos de lubricación.

5.6.6 Shitsuke (Disciplina)

Esta es una de las 5'S más importante debido a que es la disciplina un factor no visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, el orden, la limpieza y la estandarización; por lo tanto, esta sería, la "S" más difícil de alcanzar e implementar, por lo tanto, permite a su vez alcanzar y mantener las tres primeras S (Seiri, Seiton y Seiso).

Esta S, busca manejar una visión compartida que permita desarrollar a las organizaciones fundamental para que exista un desarrollo completo entre la visión organizacional y la de sus empleados. Por lo tanto, es necesario que la dirección de la empresa considere la necesidad de liderar esta convergencia hacia el logro de metas comunes de prosperidad de las personas, clientes y organización.

También el factor de formación es indispensable para que se logre la implementación de las 5'S como parte de una orden dada mediante un documento. Es por esto por lo que es necesario educar e introducirse mediante un entrenamiento que permita aprender durante la relación cada una de las S.

Para lograr una formación efectiva se debe de hacer según las necesidades de seguir algunas de las siguientes recomendaciones:

- Es necesario que los empleados participen activamente en las etapas de sensibilización e implementación de la filosofía de las 5'S.
- El uso de "carteles" con frases, eslóganes y caricaturas divertidas como medio para sensibilizar al trabajador son parte de la iniciativa en la realización de dicha herramienta
- Este proceso es igual que todos los procesos de creación de cultura y buenos hábitos en el trabajo se logran preferiblemente con el ejemplo, por lo tanto, no se le puede pedir a los operarios que mantengan sus puestos de trabajo en orden, si los jefes, supervisores, entre otros, tienen desordenados sus escritorios o áreas de trabajo, dando un mal ejemplo a sus colaboradores.

5.6.7 Checklist para 5S

El checklist de 5S es una herramienta fundamental dentro del proceso de implementación de esta metodología, ya que permite evaluar de manera objetiva el grado de cumplimiento alcanzado en cada una de sus etapas: Seiri (clasificación), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización) y Shitsuke (disciplina). Esta herramienta tiene como propósito dar

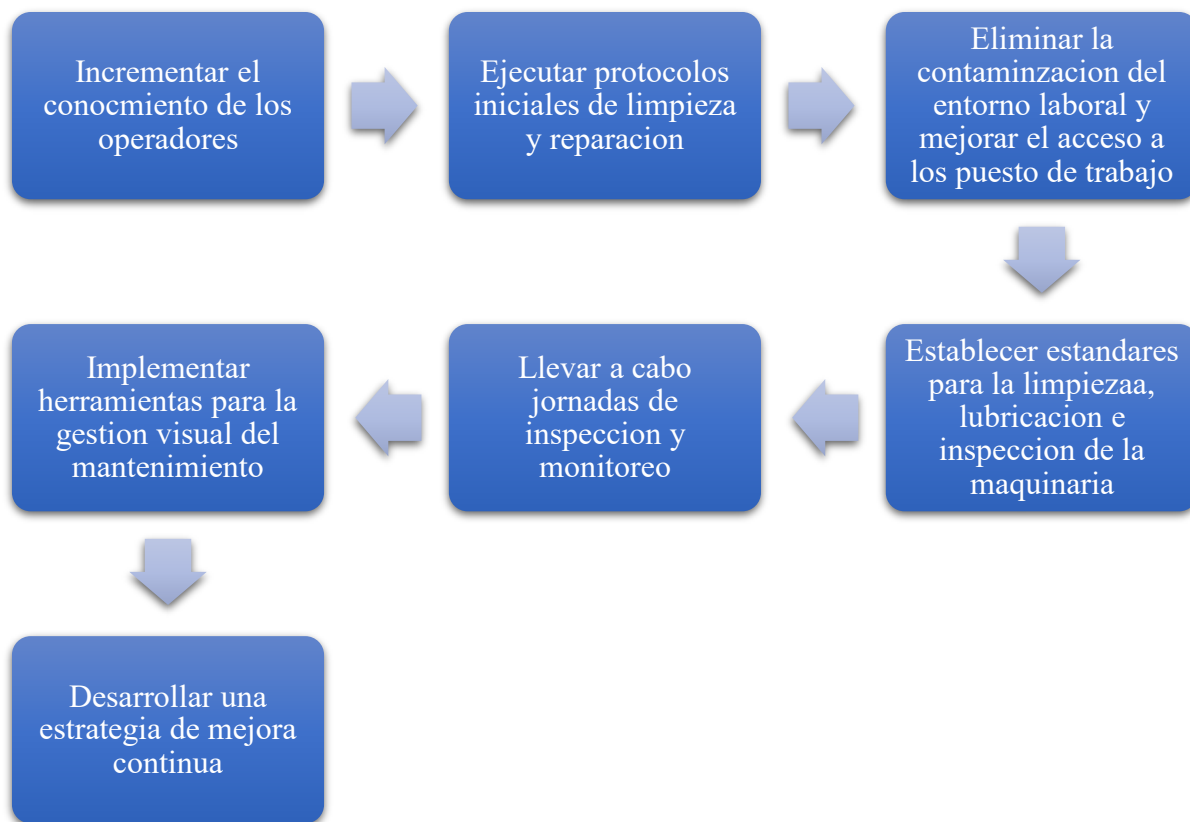
seguimiento a la aplicación de las actividades propuestas en el plan de acción, identificar desviaciones respecto a los estándares establecidos y generar información confiable para la toma de decisiones. De esta manera, el checklist se convierte en un apoyo esencial para garantizar la sostenibilidad de las 5S en el área de bordado de League América Central y asegurar mejoras permanentes en la productividad, calidad y ambiente laboral.

 Checklist de Auditoría 5S – Área de Bordado Empresa: League América Central Área: Bordado Fecha: _____ Auditor: _____			
Elemento	Criterio de Evaluación	Cumple (✓ / X)	Observaciones
Seiri (Clasificación)	No hay materiales obsoletos en el área.		
	Se utilizan tarjetas rojas para identificar innecesarios.		
Seiton (Orden)	Cada herramienta tiene lugar asignado y señalizado.		
	Los hilos están clasificados y etiquetados por color/tipo.		
Seiso (Limpieza)	Las máquinas están libres de polvo, hilos o grasa.		
	El área de trabajo (mesas y piso) está limpia.		
Seiketsu (Estandarización)	Existen instructivos visuales en cada estación.		
	Se realizan auditorías semanales de 5S.		
Shitsuke (Disciplina)	El personal conoce y aplica 5S.		
	Se hace seguimiento a los hallazgos de auditorías.		
	Existen reconocimientos/incentivos para buenas prácticas.		

Fuente: elaboración propia

5.7 Desarrollo de la propuesta de mantenimiento autónomo

Para lograr que TPM se desarrolle y enfoque en un mantenimiento autónomo de utilidad para la empresa League Central América, se deben seguir las siguientes fases:



Fuente: Comparasoftware Blog

Considerando las siguientes etapas anteriores se presenta a continuación el desarrollo de la propuesta de implementación de mantenimiento autónomo para la empresa League Central América en sus procesos.

1. Incrementar el Conocimiento de los Operadores

El primer paso para implementar el mantenimiento autónomo en Textil League Central América consiste en capacitar a los operadores de maquinaria textil (como tejedoras, bordadoras y cortadoras) en conceptos básicos de mantenimiento. Esto incluye formación en: identificación de fallos comunes (ej. hilos atascados, desgaste de agujas), uso correcto de lubricantes y comprensión de manuales técnicos. La empresa puede desarrollar talleres prácticos con simulaciones de averías y guías visuales, asegurando que los operadores adquieran habilidades para detectar anomalías antes de que escalen.

2. Ejecutar Protocolos Iniciales de Limpieza y Reparación

En la industria textil, la acumulación de fibras, polvo y residuos en máquinas es una causa frecuente de fallos. Se establecerán protocolos diarios de limpieza (ej.: aspiración de restos de tela en máquinas de coser) y reparaciones menores (ajuste de tensión de hilos). Estos protocolos se documentarán en listas de verificación (Check list) con imágenes ilustrativas para garantizar su correcta aplicación en todas las líneas de producción.

3. Eliminar Contaminación y Mejorar Accesibilidad

La contaminación por pelusas o químicos en áreas de tintorería o corte puede afectar la precisión de los equipos. Se implementarán mejoras ergonómicas, como:

- Rediseño de espacios alrededor de máquinas para facilitar la limpieza.
- Uso de cubiertas antipolvo en equipos sensibles.
- Señalización de zonas críticas con etiquetas de color (ej.: rojo para áreas de alto riesgo de contaminación).

4. Establecer Estándares de Limpieza, Lubricación e Inspección

Para máquinas como Overlock o rectas, se crearán estándares basados en:

- **Frecuencia:** Lubricación cada 8 horas de uso (según manual del fabricante).
- **Métodos:** Uso de lubricantes específicos para evitar daños en telas.
- **Inspección:** Verificación de agujas y guías antes de cada turno. Estos estándares se integrarán en formatos digitales o pizarras Kanban en el taller.

5. Jornadas de Inspección y Monitoreo

Se debe de realizar inspecciones semanales colaborativas entre operadores y técnicos, enfocadas en:

- Análisis de vibraciones en máquinas de alta velocidad.
 - Revisión de bandas transportadoras para evitar desalineamientos.
- Los datos recopilados se registrarán en software como **CMMS** (Computerized Maintenance Management System) para identificar tendencias de fallos.

6. Gestión Visual del Mantenimiento

Se emplearán herramientas como:

- **Tarjetas Andon:** Alertas luminosas en máquinas que indiquen estados (verde = operativa, amarillo = requiere atención).
- **Diagramas de flujo:** Pasos simplificados para limpieza o ajustes, pegados en cada equipo.

Esto reducirá la dependencia de manuales y agilizará la respuesta ante incidencias.

7. Estrategia de Mejora Continua

Se adoptará un ciclo **PDCA** (Plan-Do-Check-Act) para:

- Evaluar mensualmente los indicadores de fallos (ej.: tiempo medio entre averías).
- Realizar ajustes en los protocolos basados en feedback de los operadores.
- Reconocer equipos o turnos con mejores prácticas mediante incentivos.

Consideraciones de la implementación del mantenimiento autónomo

Los pasos para su gestación aplican a la prevención, detección y mantenimiento de las condiciones básicas de las máquinas, estas etapas generalizan la inspección de las máquinas y el luego el mantenimiento y estandarización. Para luego finalizar para permitir una evaluación de las actividades para mejorar continuamente el mantenimiento autónomo y lograr que el sistema se mantenga y no se tome solo como una moda.

Establecimiento de las condiciones básicas de las máquinas.

Para el caso de las condiciones básicas de los equipos y maquinarias se deberá considerar los siguientes partes.

Limpieza inicial.

Se refiere a la limpieza identificada como el hecho de remover suciedad, polvo, residuos y todo tipo de materiales extraños que se adhieren a todos los elementos del área de trabajo, tales como máquinas, herramientas, pisos y paredes. Con el fin de realizar un procedimiento que implica realizar una inspección que permita visualizar y tocar cada componente de la máquina

con el fin de detectar problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de defecto existente en el sistema productivo.

Acciones contra las fuentes de polvo y contaminación (Formato de sugerencia)

Los operadores de las máquinas al aceptado realizar la limpieza y dediquen esfuerzos en lograr que este proceso sea estándar, y lograr así permitir una experiencia que permita la necesidad de encontrar y proponer medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad y desajustes. Para estimular estas iniciativas de parte de los operarios se propone manejar un formato de sugerencias e ideas que permitan disminuir la contaminación y los tiempos de limpieza entre otros, con el fin de recabar información permitiente al proceso de manera que se busque desarrollar un pensamiento de mejora continua que quienes llenen dicho formato.

A continuación, se presenta un formato de sugerencias el cual es **vital** en programas como TPM o Kaizen porque estructura y canaliza las ideas de mejora de los colaboradores, facilitando la identificación de problemas, causas y soluciones de manera clara y organizada. Promueve la participación, agiliza el análisis de propuestas y fortalece la cultura de mejora continua al garantizar que ninguna idea se pierda y que cada contribución sea evaluada y retroalimentada. Además, sirve como herramienta de registro y seguimiento, permitiendo medir el impacto real de las mejoras implementadas.

PROB-001	
	Formato de sugerencias
Area: _____ Operario: _____	Fecha : _____ Maquina / equipo: _____
Descripcion de la fuente que genera contaminacion:	
Propuesta de mejora:	
Firma Operario	Firma jefe del proceso

Nota: Para el caso de las ideas presentadas por parte de ^{Ilustración 11 - Formato de sugerencias} e deben evaluar por un comité de TPM y de esta manera se tomarán las medidas necesarias para eliminar las fuentes de contaminación, teniendo en cuenta la participación del operador que presenta las posibles sugerencias de mejora. Esto permitirá estimular a los operadores para que propongan mejoras de las máquinas y con esto aumenten la satisfacción que sienten cuando dichas mejoras tengan éxito.

5.8 Desarrollo de estándares de limpieza y lubricación

La implementación de actividades de limpieza y la aplicación de medidas preventivas contra las fuentes de contaminación son fundamentales para que los operarios y técnicos de mantenimiento alcancen un nivel uniforme en las condiciones de limpieza de los equipos. Para lograr este estándar, es necesario definir procedimientos claros que permitan realizar tareas de mantenimiento básicas de manera ágil y eficiente. Es así que para el área de producción, el establecimiento de estándares de limpieza y lubricación se apoya en la ejecución de actividades de mantenimiento autónomo. Estas actividades deben ser documentadas utilizando un formato específico que facilite la estandarización de los procesos de limpieza y asegure el cumplimiento de los requerimientos de lubricación de cada equipo.

La implementación de un formato de estándares de limpieza y lubricación es esencial en programas como el TPM (Mantenimiento Productivo Total) porque establece criterios claros y repetibles para garantizar que estas actividades críticas se realicen de manera consistente, eficiente y segura. Este formato evita omisiones, reduce variabilidad en los procesos y facilita la capacitación del personal, asegurando que cada paso (qué limpiar, con qué frecuencia, qué lubricantes usar y en qué cantidad) esté documentado visualmente. Además, sirve como referencia para auditorías, ayuda a prevenir fallos prematuros en equipos y refuerza la disciplina operativa, clave para maximizar la disponibilidad y vida útil de la maquinaria.

A continuación, se presenta un formato adjunto diseñado para estructurar la obtención de la información de manera sistemática y que permita facilitar la obtención de la información de limpieza y lubricación en el área a ser considerada.

Formato de estándares de limpieza y lubricación

PROB-002



Estándares de limpieza y lubricacion

Codigo de maquina: _____
Fecha: _____

Estándares de limpieza	Metodo de limpieza	Tiempo	Periodo		
			Día	Semana	Mes

Estándares de limpieza	Metodo de limpieza	Tiempo	Periodo		
			Día	Semana	Mes

Observaciones: _____

Ilustración 12 - Formato de estándares de limpieza y lubricación

Sera necesario tomar en cuenta que los estándares de limpieza y lubricación deben tener en cuenta los puntos críticos particulares de cada una de las máquinas. Los tiempos de la limpieza

y lubricación estandarizados establecidos mediante a partir de la opinión de los mismos operadores, los técnicos de mantenimiento y aplicando los límites definidos por el jefe de área.

5.9 Inspección general

Como parte de un programa de mantenimiento autónomo se debe de capacitar y adiestrar a los operadores para que realicen inspecciones de rutina utilizando una lista de chequeo, la cual permita detectar y evidenciar el deterioro, defectos y en general necesidades de mantenimiento de las maquinas. A partir de los resultados de una inspección se deben generar las correspondientes solicitudes de mantenimiento y órdenes de trabajo, según las anomalías detectadas, a partir de los posibles resultados de una inspección se pueden ver limitado por algunas razones tales como:

- Inspecciones obligadas e impuesta, por lo que los operarios que no conocen la importancia de estas en la prevención del deterioro de la máquina y por ende no se encuentran motivados.
- No se dispone del tiempo suficiente para llevar a cabo la inspección.
- La inspección implica una revisión de los elementos.
- En el diseño de los formatos de chequeo no deben participan los operadores.
- Los operadores no cuentan con las destrezas necesarias para realizar la inspección.

5.10 Listas de chequeo para el área el área de producción

La creación de las listas de chequeo se diseñó para ser utilizadas para las máquinas en general y se consideró su aplicabilidad en TPM, de las cuales se presenta y capacita al personal con el fin de establecer tareas que ejecuten el equipo de mantenimiento de la empresa.

La lista de chequeo propuesta se subdivide en cada uno de los sistemas de la máquina (neumático, hidráulico, mecánico y eléctrico) y sus respectivas actividades.

Los tiempos de inspección para las actividades de las listas de chequeo deben ser determinados a partir de la experiencia del personal de mantenimiento. Se recomienda realizar un ejercicio en el que se mida el tiempo empleado por los técnicos de mantenimiento en la realización de esta inspección, adaptando el resultado a las capacidades de los operadores.

Los tiempos resultantes de este ejercicio están sujetos a modificaciones dependiendo de los registros posteriores de inspección, según los operadores vayan adquiriendo destreza en las actividades de chequeo.

A continuación, se presenta el formato propuesto con la estructura para ser utilizada por la empresa League Central América, esta fue validada por la misma por parte del equipo técnico de la empresa.

Nota: se presenta luego del formato un instructivo del uso de este.

5.10.1 Formato de chequeo para maquinaria y equipo de la empresa

		LISTA DE CHEQUEO		PROB-003
		Codigo de la maquina: _____		Fecha: _____
Sistema	Componente	Inspección	Tiempo	
Sistema neumático	Tubería y equipo	¿Tiene fugas de algún equipo neumático?		
		¿Hay pernos sueltos, vibración anormal o tubo doblados?		
	Válvula	¿El flujo de aire se corta completamente cuando se cierra las válvulas?		
		¿Las válvulas presentan dificultad para abrir o cerrar?		
		¿Los indicadores de presión de aire están limpios y en buen estado?		
Sistema Hidráulico	Tubería y mangueras	¿Hay holgura en mecanismo o tubería?		
		¿Las placas de los mecanismos pueden ser leídas con facilidad?		
		¿Hay tuberías flexibles o juntas con fugas?		
Sistema Mecánico	Correas	¿Hay superficies con desgaste, cuarteadas o contaminadas de aceite?		
		¿Es uniforme la tensión de las correas?		
		¿Las poleas se encuentran alineadas?		
	Cadenas	¿Es deficiente el engranaje entre cadena y clientes por el estiramiento de la cadena?		
Sistema eléctrico	Control y fuerza	¿Están los contactos sulfatados?		
		¿Las cajas de control y sus componentes se encuentran limpios y en buen estado		

Ilustración 13 - Formato de chequeo

5.10.2 Instructivo Técnico para el Uso y Llenado del Formato de Lista de Chequeo

Este instructivo detalla el procedimiento técnico para el correcto uso y llenado del formato de lista de chequeo adjunto. El objetivo principal de este formato es establecer un registro sistemático de las inspecciones realizadas a diferentes sistemas de la maquinaria, permitiendo identificar posibles anomalías, asegurar el correcto funcionamiento y facilitar el mantenimiento preventivo.

Encabezado del Formato:

Al inicio del formato, se encuentran campos destinados a la identificación general de la inspección. Es crucial completar estos campos con precisión antes de proceder con la revisión de los sistemas.

- **"LISTA DE CHEQUEO":** Este título identifica claramente la naturaleza del documento.
- **"Fecha:"** En este espacio, se debe registrar la fecha exacta en la que se está llevando a cabo la inspección. Utilice un formato de fecha estándar (ej: DD/MM/AAAA) para asegurar la consistencia en los registros.
- **"Código de la máquina:"** Introduzca el código o número de identificación único asignado a la máquina que está siendo inspeccionada. Esta información es vital para el seguimiento histórico de las condiciones de cada equipo.

Cuerpo del Formato: Inspección por Sistemas

El cuerpo principal del formato se organiza por sistemas específicos de la maquinaria. Para cada sistema, se detallan los componentes clave a inspeccionar y las preguntas o criterios de verificación correspondientes.

1. **"Sistema"**: Esta columna identifica el sistema específico que se está evaluando (ej: Sistema Neumático, Sistema Hidráulico, Sistema Mecánico, Sistema Eléctrico). Asegúrese de revisar cada sistema listado en el formato.
2. **"Componente"**: Dentro de cada sistema, se listan los componentes particulares que requieren inspección (ej: Tubería y equipo, Válvula dentro del Sistema Neumático). Preste especial atención a cada componente indicado.
3. **"Inspección"**: Esta columna presenta las preguntas o criterios específicos que deben verificarse para cada componente. Estas preguntas están formuladas para identificar posibles fallas, desgastes, fugas o condiciones anómalas. La respuesta a cada pregunta debe ser un simple "Sí" o "No", indicando si la condición descrita se observa o no durante la inspección. Es importante realizar una observación detallada para responder con precisión.
4. **"Tiempo"**: Esta columna está destinada a registrar el tiempo empleado en la inspección de cada componente o del sistema en general. Registrar el tiempo ayuda a optimizar los procesos de inspección futuros y a tener una referencia de la dedicación requerida para cada tarea. El tiempo puede registrarse en minutos.

Llenado Específico por Sistema:

- **Sistema Neumático:** Inspeccione la tubería y el equipo en busca de fugas audibles o visibles. Verifique si existen ruidos extraños, vibraciones anormales o dobleces en la tubería. Asegúrese de que el flujo de aire se corte completamente al cerrar las válvulas. Revise las válvulas para detectar dificultad al abrir o cerrar. Verifique que los indicadores de presión estén limpios y en buen estado de funcionamiento.
- **Sistema Hidráulico:** Inspeccione la tubería y las mangueras en busca de holgura en mecanismos o en la propia tubería. Verifique si las placas de los mecanismos pueden ser leídas con facilidad, asegurando la correcta identificación de componentes. Revise si existen tuberías flexibles o juntas con fugas de aceite.
- **Sistema Mecánico:**
 - **Correas:** Inspeccione las superficies de las correas en busca de desgaste, cuarteaduras o contaminación con aceite. Verifique si la tensión de las correas es uniforme y adecuada para la transmisión de potencia. Asegúrese de que las poleas se encuentren correctamente alineadas para evitar un desgaste prematuro de las correas.
 - **Cadenas:** Evalúe si el engranaje entre la cadena y los dientes de los piñones es eficiente y si existe un estiramiento excesivo de la cadena que pueda comprometer su funcionamiento.

- **Sistema Eléctrico:** Inspeccione los contactos en busca de signos de sulfatación, que pueden indicar corrosión y problemas de conductividad. Verifique que las cajas de control y sus componentes internos se encuentren limpios y en buen estado físico, sin polvo, humedad o daños visibles.

Consideraciones Finales

- Realice la inspección de manera metódica, siguiendo el orden de los sistemas y componentes listados en el formato.
- Sea observador y detallista al responder cada pregunta de la columna "Inspección". Ante la duda, registre la observación y notifíquela para una revisión más exhaustiva.
- Registre el tiempo empleado en cada inspección de manera precisa.
- Este formato es una herramienta para la detección temprana de problemas. Cualquier respuesta "Sí" a una pregunta de condición anormal debe ser reportada de inmediato al personal de mantenimiento para su evaluación y corrección.
- Mantenga los formatos de lista de chequeo archivados de manera organizada para facilitar el seguimiento histórico del estado de la maquinaria y la planificación del mantenimiento preventivo.

El correcto llenado y uso de este formato contribuirá significativamente a la seguridad operativa, la eficiencia de los equipos y la reducción de paradas no planificadas.

5.10.4 Inspección Autónoma

En este punto serán los estándares de limpieza, lubricación e inspección que se establecen, comparados con la realidad, y evaluados para eliminar cualquier inconsistencia para luego asegurar las actividades del mantenimiento autónomo.

Lo anterior es posible sólo cuando los operadores y técnicos de mantenimiento están completamente entrenados para conducir la inspección, la cual le dará las herramientas necesarias para seguir un proceso de mejoramiento continuo de los estándares.

Para obtener un mejoramiento continuo por medio de los estándares cuando se desarrolla la inspección autónoma, por lo tanto, se puede diferenciar por medio de los siguientes pasos.

1. Se debe de evaluar los lineamientos que componen los estándares existentes.
En este punto se debe de organizar reuniones de forma periódicas con los grupos de trabajo enfocados en TPM, con la participación del Jefes de las Áreas, y aquellas personas involucradas en el proceso deben de contar con una capacitación previa en el diseño y mejoramiento de estándares.
2. Un ingeniero de mantenimiento deberá redactar el nuevo estándar o modificar de forma clara y precisa, para facilitar el entendimiento por parte de las personas involucradas. De igual forma se debe de establecer una fecha a partir de la cual comienza a aplicar el estándar y como las áreas implicadas deben evitar confusiones.
3. El ingeniero de mantenimiento en conjunto con el Jefe de Área deberá de crear medios para divulgar las actualizaciones de los estándares, para asegurar que todas las personas involucradas conozcan dichos cambios.

Para lograr esto, se debe utilizar la comunicación mediante fichas o carteleras sin olvidar las reuniones donde se mencione dichos puntos, las cuales facilitan la explicación de forma clara del cambio, sus razones y demás aspectos importantes.

4. Se debe de asegurar de que todos los operadores tengan la capacidad de ejecutar los nuevos procedimientos estándares, recurriendo al entrenamiento en el puesto de trabajo.
5. Se debe de establecer un sistema de revisión periódica de los estándares, con su respectivo cronograma, para evitar que estos caigan en una rutina y la obsolescencia. (diseñado y liderado por el comité TPM.)

5.11 La organización

La implantación de un mantenimiento autónomo en una empresa debe buscar inicialmente evaluar el papel de los operarios y técnicos de mantenimiento, identificando la reasignación de responsabilidades de estos.

Funciones de los operadores

Al tener un mantenimiento autónomo los operadores deben tener en cuenta las nuevas responsabilidades que los comprometen más con el cuidado de sus máquinas, el mantenimiento de las condiciones básicas y la prevención del deterioro.

Entre estas se encuentran:

- Operar el equipo correctamente
- Mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación y sujeción de tornillos)
- Realizar ajustes necesarios en los equipos y mantenimientos.
- Anotar datos de averías y otros defectos de funcionamiento e informar de forma oportuna.
- Realizar inspecciones diarias.
- Realizar las inspecciones periódicas de forma programadas.
- Realizar reparaciones menores (sustitución simple de piezas y reparaciones temporales).
- Colaborar con el departamento de mantenimiento en la reparación de averías esporádicas.
- Trabajar en el diseño y mejoramiento continuo de los estándares.

5.12 Obligaciones para el personal de mantenimiento

El mantenimiento autónomo no es posible sin la participación de los técnicos de mantenimiento. Este debe participar en todas las actividades de preparación e implantación del mantenimiento autónomo, tales como:

- Proporcionar soporte técnico a las actividades autónomas de mantenimiento.
Instruir a los operarios.

- Restablecer la operatividad cuidadosa y precisamente utilizando inspecciones, supervisión de condiciones y repaso general.
- Contribuir en el diseño, desarrollo y mejoramiento continuo de estándares de mantenimiento.
- Intensificar las destrezas de mantenimiento en lo que se refiere al chequeo, supervisión de condiciones, inspecciones y repaso general.

5.13 Términos para la implantación del mantenimiento autónomo

Al lograr una implementación del mantenimiento autónomo los operadores estarán más capacitados y entrenados, y esto ayudara a obtener una alta moral en el trabajo. Con esto alcanzarán cierto grado de independencia y autonomía, lo cual le permite generar su propio trabajo y el mejoramiento de su máquina, proceso y herramientas.

El mantenimiento autónomo tiene un alto grado de interdependencia debido a que la filosofía de las 5'S, el mantenimiento preventivo y la eficiencia global de producción, posee una estructura estratégica para las empresas. De la misma manera implica un alto grado de capacitación, entrenamiento y compromiso por parte de todos los implicados en este proceso.

Es necesario trabajar para mantener permanentemente el estado alcanzado de mantenimiento autónomo, ya que este no es una moda o campaña, sino una cultura de mantenimiento vital en la implementación del Mantenimiento Productivo Total.

5.14 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en una inspección periódica ente máquinas, donde se busca optimizar por medio de una gestión del mantenimiento de estas desde la concepción y diseño. Su finalidad es detectar las condiciones de operación que puedan ocasionarles averías, detención de la producción o pérdidas que perjudiquen la función, combinada con mantenimiento destinado a eliminar, controlar o remediar tales condiciones en sus fases iniciales.

Su objetivo es el de crear una medida preventiva que permita que una máquina sea de fácil operación y mantenimiento y así elevar los niveles de fiabilidad, economía y seguridad.

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas. La disponibilidad puede definirse como la probabilidad de que una máquina sea capaz de funcionar siempre que esta sea requerida. La confiabilidad es la probabilidad de que la máquina esté funcionando en un momento determinado. En general el mantenimiento preventivo busca aumentar la máximo disponibilidad y la confiabilidad de un equipo o maquinaria.

5.14.1 Estandarización de las actividades de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento deben estandarizarse por diferentes razones tales como

- Las actividades de rutina, las reparaciones menores y la mantenibilidad de las máquinas, no pueden realizarse eficazmente si los operadores las realizan de cualquier manera.
- Es muy demorado adquirir la destreza necesaria y dominar las técnicas de mantenimiento. Además, cuando sólo los empleados experimentados saben

aplicar estas técnicas, las peticiones que recibe el departamento de mantenimiento por lo general sobrepasan su capacidad y no se alcanzan las metas propuestas.

- El mantenimiento de las máquinas por lo general menos eficiente que el de producción, debido esencialmente a que éste no es repetitivo y requiere una gran preparación y grandes márgenes de error que no pueden ser permisibles.

A manera de una definición operativa la estandarización trata de que cada uno de los problemas que se pueden presentar en la maquinaria, tales como: averías, detención en la producción, entre otros. Por estas razones es indispensable disponer de manuales comprensivos y estándares que incorporan las experiencias y tecnologías derivadas de situaciones pasadas de la compañía. Tales documentos permiten que un gran número de trabajadores incluyendo los recientemente incorporados, lleven a cabo las actividades que sólo los empleados experimentados podían realizar.

5.14.2 Descripción de las actividades de mantenimiento

Esta descripción contiene en las actividades de mantenimiento que se deben realizar a cada máquina, con la finalidad de eliminar o disminuir los problemas más frecuentes que puedan provocar la paralización de una o varias máquinas. Estas actividades de mantenimiento se obtienen de los manuales de los fabricantes y de la experiencia del Ingeniero de mantenimiento, trabajadores y técnicos de mantenimiento.

Tomando en cuenta lo antes mencionad se presenta a continuación un formato donde se describirán las actividades para la ejecución del mantenimiento de cada una de las máquinas, la frecuencia de trabajo (diario, semanal, mensual, semestral o anual) y los materiales y repuestos que serán utilizados durante dicha actividad. Además, contiene datos como: el nombre de la

empresa, código de la máquina y sección a la que pertenece. Este formato se compone de la siguiente estructura:

- En la primera columna se enumeran las actividades de mantenimiento.
- En la segunda columna se describen las actividades de mantenimiento que se deben realizar a cada sistema de la máquina.
- En la tercera columna se coloca la frecuencia o periodicidad de los trabajos de mantenimiento.
- En la cuarta y última columna se listan los materiales o repuestos indispensables para ejecutar dicha actividad.
- Esta descripción de las actividades para el mantenimiento de las máquinas será utilizada posteriormente en la elaboración del plan de mantenimiento.

5.14.3 Implementación de las F-TAG

La tarjeta roja es una herramienta visual utilizada en la metodología de las 5S y, en el marco de TPM, su función principal es identificar materiales, herramientas, equipos o insumos que son innecesarios, defectuosos o que no cumplen con los requisitos para el proceso productivo. Su aplicación fomenta la cultura de orden y eliminación de desperdicios en el área de trabajo.

Posteriormente, se establece un plazo para que dicho objeto sea evaluado y se determine si debe eliminarse, repararse o reubicarse. De esta manera, la tarjeta roja actúa como un mecanismo de control visual que asegura la eliminación sistemática de elementos que afectan la eficiencia, evitando que se acumulen en el área de producción y contribuyendo a la mejora continua dentro de TPM.

5.14.2.1 Ficha de registro de la máquina

	Ficha tecnica de maquinaria				PROB-004
					Area
					Inventario N°
Codigo:					Modelo:
Proceso de adquisición			Indicaciones	Serie:	Tipo:
Fecha:	Adquisición:		Capacidad:	Altura manométrica:	Criticidad:
	Instalación:		Fabricante:	Año de fabricación:	Velocidad:
Características tecnicas					
				Principales partes	
Amperaje	Tensión (Voltaje)	PH	RPM	1	7
				2	8
				3	9
				4	10
				5	11
				6	12
Observaciones					

5.14.2.2 Formato de descripción de las actividades de mantenimiento.



PROB-005

Descriptor de actividades de mantenimiento

Codigo de la maquina:

Mantenimiento preventivo

Numero de la actividad	Actividad que se debe realizar	Frecuencia de trabajo	Materialiales y repuestos
	Sistema mecanico		
	Sistema hidraulico		
	Sistema electrico		

Ilustración 15 - Formato de descriptor de actividades

5.14.3 Plan de mantenimiento

A continuación, se presenta un formato de plan de mantenimiento el cual fue evaluado y revisado por el ingeniero de mantenimiento el cual permite programar y atender a las actividades que se deben realizar concierne al desarrollo de un buen mantenimiento de forma periódica durante cada mes para los equipos y maquinarias.

 Plan de mantenimiento							
Equipo/Máquina	Código del Equipo	Ubicación	Frecuencia (Mensual/Trimestral/Anual)	Responsable	Actividades	Fecha Propuesta	Observaciones
Máquina de coser	MC-01	Área de confección	Mensual	Técnico de mantenimiento	Limpieza, ajuste de agujas, lubricación	01/11/2024	Requiere repuesto de aguja
Secadora textil	SD-01	Área de secado	Trimestral	Supervisor de producción	Revisión de filtros, inspección de correas	15/11/2024	Correa cercana a desgaste
Planchadora industrial	PL-01	Área de acabado	Mensual	Encargado de calidad	Revisión de control de temperatura y presión	01/11/2024	Control operativo
Tejedora	TJ-01	Área de tejido	Trimestral	Técnico de mantenimiento	Lubricación de piezas móviles	10/12/2024	Sin observaciones
Tinturadora	TN-01	Área de tintura	Anual	Supervisor de planta	Calibración de parámetros de tintura	20/12/2024	Pendiente calibración

Nota: Tomar en cuenta que actualmente en la parte de mantenimiento no utilizan ningún tipo de sistema ni formatos, sino reportaría por medio de una bitácora.

A continuación, se muestra un **formato de solicitud de servicio y orden de trabajo** de mantenimiento el cual deberá ser utilizado por la empresa en el cual se deberá de anotar la información concierne a este procedimiento.

		PROB-006						
		League Central América Solicitud de servicio / Orden de trabajo						
Solicitud de servicio								
Código de la maquina: _____					Fecha: _____			
Solicitado por: _____					Turno: _____			
Descripción del problema: _____								
Firma del solicitante					Firma de encargado de mantenimiento			
Orden de trabajo								
Prioridad	Emergencia	Urgente	Normal	Programado	Orden N°	Eléctrico	Mecánico	Hidraulico
Criticidad	1	2	3		Tipo de trabajo	E	M	H
Actividades								
Costo total estimado					Tiempo total estimado			
Fecha de inicio: _____					Hora: _____			
Fecha de Entrega: _____					Hora: _____			
Centro de costos: _____								
Mano de obra								
Especialidad	Horas hombres propuestas	Horas hombre	Costo por cada hora hombre			Valor Total		
Material y repuesto								
Nombre	Cantidad		Costo Unitario		Costo Total			
Observaciones: _____								

Ilustración 16 - Formato de Orden de trabajo

Los aspectos que se toman en cuenta en el formato anterior son:

- **Código de la máquina.** Se coloca el código que se ha asignado previamente a la máquina; el cual, lo identifica dentro del área de la empresa y es vital para evitar confusiones.
- **Turno:** Se coloca el turno en el cual se presentó la solicitud del servicio de mantenimiento.
- **Descripción del problema:** acá el usuario de la máquina realiza una breve explicación del defecto o mal funcionamiento que presenta la máquina.
- **Aprobación:** Es una forma de controlar el proceso de cada solicitud y su ejecución, se exige el visto bueno del Jefe de mantenimiento, así como de la persona solicitante.
- **Prioridad del trabajo:** acá están las palabras de emergencia, urgente, normal o permanente.
- **riticidad:** Acá se define el nivel en que se encuentra clasificada la máquina según el impacto que esta causa en la producción cuando presenta una falla.
- **Número de la Orden:** Se refiere al número consecutivo siendo el caso de presentarse una solicitud de emergencia, se realiza la actividad y posteriormente se regula la documentación.
- **La naturaleza de la inspección:** Eléctrica, Mecánica o Hidráulica.
- **Actividades:** En este punto de la orden o solicitud de trabajo el Ingeniero de Mantenimiento describe las actividades de mantenimiento a realizar.

- **Costo total estimado:** Se refiere a la sumatoria de los costos de mano de obra, materiales y repuestos presupuestados en la orden de trabajo.
- **Tiempo tota estimado:** Es el tiempo total presupuestado para la ejecución de la orden de trabajo.
- **Mano de obra:** incluye especialidad del técnico de mantenimiento, horas hombre presupuestadas, costo de la hora-hombre y valor total de la mano de obra.
- Repuestos utilizados: nombre del repuesto, cantidad, costo unitario y costo total.

El volumen de solicitudes y órdenes de servicio de mantenimiento procesadas para un año por lo general es mayor, por lo tanto, el éxito de este sistema depende del control cuidadoso y el estado de cada orden desde el momento en que se origina la solicitud de servicio y la reciba el responsable o jefe del área, hasta el momento en que entra al archivo de órdenes terminadas tanto en mantenimiento como en el área que se consideren.

5.14.4 Solicitud de repuestos y materiales

Con el fin de completar las actividades necesarias para ejecutar un TPM en una organización se debe obtener la actividad de proveer de materiales y repuestos para con el personal de mantenimiento, por lo tanto, se elabora una ficha denominada como solicitud de repuestos y materiales, donde el responsable o jefe de área solicita al almacén de los insumos necesarios para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento una vez los técnicos de mantenimiento han determinado los materiales requeridos. Esta ficha servirá para llevar un control adecuado de repuestos y materiales, logrando un control aceptable para la empresa. Además, se debe ir acompañada siempre de la orden de trabajo.

El siguiente formato es para la **solicitud de repuestos y materiales**, donde se debe de anotar el número de solicitud, la fecha, el turno, el código de la máquina, la sección a la que pertenece y la descripción de los repuestos o materiales que se piden, permitiendo así lograr establecer una trazabilidad en el proceso.

		PROB-007
Solicitud de repuestos y materiales		
Correlativo N°:		Area:
Fecha:		Codigos de la maquina:
Prioridad: U	E	N
U=	E=	N=

Item	Descripcion de los repuestos y materiales	Unidad	Cantidad	Firma de quien recibe

Observacion:				

Firma del solicitante

Ilustración 17 - Formato de Solicitud de repuestos y materiales

5.14.5 Reporte semanal de mantenimiento

El reporte semanal de mantenimiento sirve para registrar el estado de las órdenes de trabajo al finalizar cada semana, esto permite verificar que órdenes de trabajo fueran ejecutadas en los procesos. A partir de este punto se debe utilizar un registro de programación el cual es un documento que permite visualizar y verificar el desarrollo de las actividades, debe ser comprensible, sencillo y práctico, también debe realizarse tableros, carteleros, hojas de cálculos o un formato que permita manejar al jefe del Área. Este documento debe contar preferiblemente con los siguientes datos:

- Fecha del reporte. Día, mes y año en que se lleva a cabo el reporte de mantenimiento.
- Número de la orden de trabajo. Es el número consecutivo que identifica la orden de trabajo.
- Fecha de la orden de trabajo que corresponde a la fecha en que se planeó la orden de trabajo.
- Código de la máquina la cual es asignada previamente para su identificación dentro del área.
- Estado de la orden de trabajo indica el grado en que se ejecutaría la cual se encuentran las órdenes de trabajo planeadas, es así como cuando una orden no ha sido completamente realizada al momento de la elaboración del reporte, el estado debe expresarse con el porcentaje de actividades cumplidas de la orden con respecto al total de las actividades de ésta. Por otro lado, cuando la orden esté finalizada el estado se expresa con la palabra “ejecutada”.

- Fecha de finalización de la orden de trabajo, se refiere a cuando la casilla anterior tiene la palabra “ejecutada”, siendo esta parte la que debe relacionar la fecha en que se finalizó la orden de trabajo.
- Tiempo real de la ejecución del trabajo según la orden de trabajo, en esta se indica la duración total de los trabajos de mantenimiento planeados en cada orden de trabajo.
- Observaciones, permite escribir aspectos fuera del común o importantes del proceso.
- Firma del responsable del reporte, será la del Jefe de Mantenimiento.
- Reporte semanal de mantenimiento sirve para registrar el estado de las órdenes de trabajo al finalizar cada semana, es decir, permite verificar que órdenes de trabajo fueron ejecutadas y cuáles se encuentran en este proceso.
- Firma del jefe de mantenimiento, se refiere que es aquellas partes donde el responsable da su validación del formato.

A continuación, se presenta el formato propuesto con los puntos anteriormente descritos.

5.14.5.1 Formato de reporte semanal de mantenimiento

[illegible]

Ilustración 18 - Formato de Reporte Semanal

5.14.6 Almacén de repuestos

El almacén de repuestos es un factor importante para las políticas de reducción de costos, ya que permite un control adecuado de los repuestos, materiales y accesorios de mantenimiento. Si no se establece correctamente, el manejo del almacén podría generar sobrecostos por inventarios excesivos o paros prolongados en la producción debido a la falta de recursos necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento a tiempo.

Es importante mantener un registro de control de materiales para conocer el stock disponible y determinar el momento adecuado para realizar pedidos. Para ello, se deben establecer puntos de reorden en el inventario de repuestos e insumos de mantenimiento, definiendo los niveles mínimos que indiquen la necesidad de nuevos pedidos. Esto garantiza un stock mínimo seguro sin incurrir en costos elevados.

Posteriormente, se elabora una ficha de registro para gestionar las existencias del almacén. De esta manera, cuando el inventario alcance el nivel mínimo aceptable, se podrán realizar los pedidos correspondientes.

El siguiente formato se utilizará para adquirir repuestos y registrar las existencias de los accesorios más necesarios, asegurando el funcionamiento de equipos y maquinarias. Este registro puede ser virtual o físico, según las políticas de la empresa.

El solicitante de los accesorios (y responsable de su recepción) será el jefe del área donde se encuentre el equipo que los requiera.

5.14.6.1 Formato de solicitud de accesorios y repuestos

[illegible]

Ilustración 19 - Formato de solicitud de accesorios y repuestos

5.15 Cálculo de los índices de mantenimiento

Con el fin de buscar un control y evaluación del programa de mantenimiento preventivo es necesario utilizar índices de mantenimiento. Estos pueden ser:

Índice de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo: se refiere al índice que mide el grado de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo el cual; se identifica mediante la relación entre las órdenes de trabajo planeadas en el plan de mantenimiento y las órdenes de trabajo ejecutadas.

$$\text{Índice de cumplimiento del programa de mantenimiento: } \frac{\text{OT Ejecutadas}}{\text{OT planeadas}} \times 100\%$$

La meta de este indicador debe ser el 100%

Índice de trabajos de mantenimiento correctivos.

Este cálculo mide el porcentaje de órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo con respecto al total de órdenes de trabajo ejecutadas durante un período.

$$\text{Índice de trabajo de mantenimiento correctivo } \frac{\text{OT Ejecutadas}}{\text{OT planeadas}} \times 100\%$$

La meta de este indicador es de 0%

Creación de organizaciones para promover el TPM

La estructura promocional del TPM se basa en una matriz organizacional, que se conforma por el Comité de TPM y dependerá de la organización el crear más de uno. La creación de estos grupos debe llevarse a cabo mediante una reunión organizada para tal fin.

La estructura puede ser conformada por: la alta gerencia, jefe de producción, jefe de mantenimiento y coordinador de calidad.

Adicional a la promoción del TPM entre las funciones de este comité se encuentra:

- Liderar las actividades de implementación del TPM y crear procedimientos para mantener dichas actividades.
- Preparar el plan maestro de TPM
- Evaluar el progreso de los grupos TPM.
- Dirigir campañas sobre temas específicos.
- Liderar la sensibilización, capacitaciones y entrenamientos desarrolladas en la introducción del TPM y en cada uno de los programas, filosofías y actividades de mantenimiento que hacen parte del Programa TPM.
- Divulgar información y organizar la publicidad del TPM.
- Estimular a los operadores para que propongan modos prácticos de mejora las máquinas, por medio de la participación que permitan aumentar la satisfacción de los operadores cuando dichas mejoras son exitosas.
- Participación en el diseño y mejoramiento de estándares y en las actividades de programas TPM.

5.16 Enfoque Filosófico del TPM para la empresa League Central América

El Mantenimiento Productivo Total implica la unificación y práctica de los Mantenimientos Correctivo, Preventivo, de Mejora y Prevención del mantenimiento, aplicados con la finalidad del progreso continuo⁸. Es decir que los procedimientos que son determinados y flexibles, por lo tanto, se debe aprovechar la realimentación de experiencias y planes de acción para ser mejorados y lograr eliminar de forma progresiva las causas de pérdidas.

El objetivo final es alcanzar los objetivos y obtener cero averías, cero defectos, cero paradas, cero accidentes, cero stocks, entre otros, todo esto mediante la implicación diaria de todos los actores de todos los departamentos y funciones.

A un nivel tradicional se ha marcado una separación entre el departamento de mantenimiento y el de producción. Cada vez más exigen necesidades del mercado, hacen necesario un cambio radical en la forma de llevar a cabo el mantenimiento, y el grupo es consciente de ello.

5.17 Selección de la maquinaria a desarrollar el plan de mantenimiento

Para realizar una selección del equipo se utilizaron dos técnicas para luego se compararon los resultados, la primera de ellas es el diagrama de Pareto y la segunda es el Método de Jerarquización y se muestran a continuación

Diagrama de Pareto

Para esta selección de maquinaria se consideran los paros por mantenimiento de cada una de las máquinas productivas correspondientes al proceso productivo de la empresa League

⁸ Lean Expertise, (2024), <http://www.leanexpertise.com>

Central América, donde se seleccionó y ordeno con anterioridad, éste diagrama permitirá hacer una selección de la maquinaria en base al criterio del número de fallas. Se emplea el mismo rango de tiempo usado para ser seleccionado y se enlistan los paros por mantenimiento obtenidos por parte de la empresa.

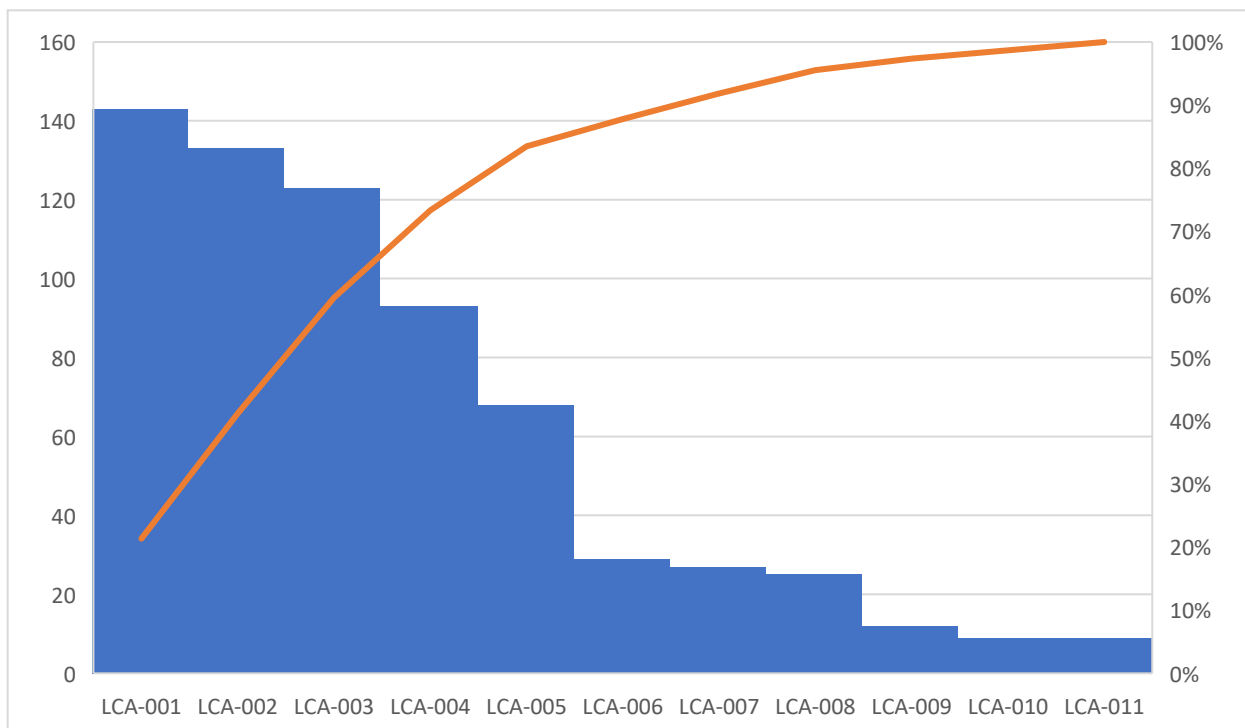
Tabla 4 - Cuadro de paros por mantenimiento de máquinas productivas

Código de maquina	Paros por mantenimiento	Acumulado de paros	Porcentaje	Porcentaje acumulado
LCA-001	143	143	21%	21%
LCA-002	133	276	20%	41%
LCA-003	123	399	18%	59%
LCA-004	93	492	14%	73%
LCA-005	68	560	10%	83%
LCA-006	29	589	4%	88%
LCA-007	27	616	4%	92%
LCA-008	25	641	4%	96%
LCA-009	12	653	2%	97%
LCA-010	9	662	1%	99%
LCA-011	9	671	1%	100%
	671		100%	

Como se muestra en la tabla anterior se muestra que los equipos seleccionados a través de este método permiten observar que se incluye la mayor cantidad de los equipos que pueden aportar un alcance del valor el cual es de 83% acumulado.

Tomando en cuenta que al obtener esta muestra se logra visualizar una curva de donde los cambios de pendiente no son muy pronunciados, de los datos resultantes se seleccionan aquellos equipos que alcanzan un valor porcentual acumulado de fallas de un 80%.

Ilustración 20 - Diagrama de Pareto de maquinaria



Con el Diagrama de Pareto se logró concentrar el mayor número de paros en un pequeño grupo de máquinas, permitiendo concentrar o dirigir las actividades de mantenimiento hacia éstas y corregir la gran mayoría de las fallas.

En este caso en particular se observan que hay máquinas que concentran el 73% de los paros, de los cuales no difieren mucho entre sí, por lo que las tareas de mantenimiento preventivo pueden hacerse para todas estas, y diferenciándose en la frecuencia con que se realizan e integran con algunas otras actividades debido a la presencia de nuevos sistemas y cambios en el diseño de las máquinas.

Manual de mantenimiento



	Manual de mantenimiento		Seccion:
			Código
			Elaborado por
			Revisado por:
			Aprobado por:
			Fecha: 18/10/2024

Manual de mantenimiento

Un Manual de Mantenimiento, también conocido como Manual de Operación y Mantenimiento (O&M), es un documento esencial que recopila información técnica y administrativa sobre los procesos requeridos para preservar la funcionalidad y seguridad de una instalación, herramienta o equipo. Su objetivo principal es estandarizar las prácticas de mantenimiento, optimizar recursos y garantizar la continuidad operativa.

Alcance y Propósito

El desarrollo de un manual es:

- Presentar el procedimientos y operaciones necesarios para gestionar el mantenimiento de manera eficiente.
- Acciones clave: ajustes, modificaciones, limpieza, inspecciones y reparaciones programadas.
- Normativas aplicables para el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.
- Estrategias para maximizar el ciclo de vida de los activos y minimizar paros no planificados.
- Métodos para reducir costos operativos y mantener condiciones seguras para el personal.

	Manual de mantenimiento	Seccion:
		Código
		Elaborado por
		Revisado por:
		Aprobado por:
		Fecha: 18/10/2024

Estructura del Manual

El contenido se organiza según los procesos básicos de la administración de mantenimiento:

1. Planeación: Definición de cronogramas, recursos y metas.
2. Organización: Asignación de responsabilidades y protocolos.
3. Ejecución: Guías paso a paso para intervenciones.
4. Control: Monitoreo, registro y evaluación de resultados.

El siguiente manual ayudara a referenciar al equipo técnicos, supervisores y operarios a asegurando que todas las actividades se realicen bajo estándares de calidad, seguridad y eficiencia.

5.18 Manual de mantenimiento propuesta para empresa

Introducción

El presente Manual de Mantenimiento está diseñado para estandarizar las prácticas de mantenimiento en League Central America, con el fin de garantizar la disponibilidad, seguridad y eficiencia de los equipos e instalaciones. Este documento servirá como guía para técnicos,

	Manual de mantenimiento	Seccion:
		Código
		Elaborado por
		Revisado por:
		Aprobado por:
		Fecha: 18/10/2024

supervisores y operarios, asegurando que todas las intervenciones se realicen bajo normas de calidad, prevención de riesgos y optimización de recursos.

En la industria textil, donde la maquinaria como telares, recubridora, tintorerías y equipos de acabado son críticos para la producción, un mantenimiento adecuado reduce paros no planificados, prolonga la vida útil de los activos y minimiza costos operativos.

Este manual establece los procedimientos, responsabilidades y metodologías necesarias para lograr estos objetivos.

Alcance

Este manual aplica a:

- **Equipos de producción:** Máquinas de tejer, cortadoras, calandras, tintorerías, etc.
- **Sistemas auxiliares:** Bombas, compresores, sistemas eléctricos y de vapor.
- **Instalaciones:** Edificios, almacenes y áreas comunes.

Objetivos del manual de mantenimiento

- Estandarizar los procesos de mantenimiento (preventivo, correctivo, predictivo).
- Minimizar fallas y tiempos de inactividad en producción.
- Optimizar costos mediante un control eficiente de repuestos y mano de obra.
- Garantizar seguridad en las operaciones de mantenimiento.

	Manual de mantenimiento	Seccion:
		Código
		Elaborado por
		Revisado por:
		Aprobado por:
		Fecha: 18/10/2024

- Documentar procedimientos para capacitación y auditorías.

Estructura del Manual

El manual se organiza en cuatro fases clave de la gestión de mantenimiento:

Planeación

Cronogramas de mantenimiento:

- Inspecciones diarias (limpieza, lubricación).
- Mantenimiento preventivo mensual/semestral (cambios de piezas, ajustes).
- Revisiones predictivas (análisis de vibraciones, termografías).
- Presupuesto y recursos: Asignación de repuestos, herramientas y personal.

Organización

Roles y responsabilidades:

- **Jefe de Mantenimiento:** Supervisión general.
- **Técnicos especializados:** Ejecución de reparaciones.
- **Operarios:** Mantenimiento autónomo (limpieza básica, detección de anomalías).
- **Protocolos de comunicación:** Reporte de fallas, solicitud de repuestos.

	Manual de mantenimiento	Seccion:
		Código
		Elaborado por
		Revisado por:
		Aprobado por:
		Fecha: 18/10/2024

Ejecución

Procedimientos detallados por equipo:

Mantenimiento de un Telar Industrial:

1. Verificar tensión de hilos y correas.
2. Lubricar rodamientos según especificaciones del fabricante.
3. Inspeccionar sensores y actuadores.

Listas de verificación (Check list) para cada máquina.

Control y Mejora Continua

Indicadores de desempeño (KPIs)

- **OEE** (Eficiencia General de Equipos).
- **Registro de incidencias:** Bitácoras digitales o físicas.
- **Auditorías periódicas** para evaluar cumplimiento.

	Manual de mantenimiento	Seccion:
		Código
		Elaborado por
		Revisado por:
		Aprobado por:
		Fecha: 18/10/2024

Tipos de Mantenimiento Aplicados

Mantenimiento Preventivo

- **Limpieza programada** de cabezales, ventilación y sistemas de aspiración.
- **Cambio de componentes** (correas, filtros) antes de su falla.

Mantenimiento Correctivo

- **Protocolos de reparación rápida** para minimizar paradas.
- **Inventario crítico de repuestos:** Agujas, boquillas, rodillos.

Mantenimiento Predictivo (Monitoreo con tecnología)

- Sensores de temperatura en motores.
- Análisis de vibración en cardas.

Seguridad en Mantenimiento

- **Equipo de protección personal (EPP):** Guantes antipinchazos, gafas, cascos.
- **Bloqueo y etiquetado (LOTO)** en intervenciones eléctricas.
- **Capacitación anual** en normas OSHA o equivalentes locales.

	Manual de mantenimiento		Seccion:
			Código
			Elaborado por
			Revisado por:
			Aprobado por:
			Fecha: 18/10/2024

Este manual es una herramienta dinámica que se actualizará según cambios tecnológicos o nuevos equipos. Su implementación permitirá a la empresa League Central América alcanzar mayor productividad, menores costos y un entorno laboral seguro.

Elaborado por:

Revisión anual:

5.19 Capacitación y entrenamiento al personal

Las capacitaciones requeridas se dividen en campaña educativa sobre TPM, Eficiencia de producción, cambio de actitud frente a las averías, 5'S y mantenimiento autónomo, mantenimiento preventivo y trabajo en equipo.

La campaña educativa tiene como objetivo sensibilización y divulgar el sistema TPM, de los cuales se dan en la etapa inicial del proceso de implementación. Para el caso de la eficiencia se debe de desarrollar el cálculo y su importancia con relación a las seis grandes pérdidas y las condiciones operativas de las maquinas. Para las actitudes ante las averías se debe de acondicionar a los operaciones o encargados de su revisión en máquinas con respecto a las ocurrencias y lograr analizar las causas raíz de lo que ocurre y por último establecer capacitación de las 5S y Mantenimiento autónomo es esencial para desarrollar enseñanzas y adiestramiento de mantenimiento para estandarizar el orden y limpieza del área y los equipos de la empresa.

Como propuesta se ha considerado los siguientes temas para las capacitaciones a ser desarrolladas en la empresa.

Temas de Capacitaciones propuestas
Capacitación de Mejora enfocada en TPM
Aplicación y desarrollo de 5'S
Implementación de mantenimiento autónomo
Capacitación del Mantenimiento preventivo dirigidos a operadores y supervisores

Nota: los temas propuestos se desarrollaron con el acompañamiento de una empresa consultora nacional.

5.20 Desarrollo del comité de TPM propuesto

Una metodología integral que busca maximizar la eficiencia de los equipos y procesos mediante la participación de todos los niveles de la organización. Para implementar con éxito esta filosofía, es fundamental establecer un Comité de TPM, el cual será responsable de liderar, coordinar y supervisar las iniciativas de mejora continua en materia de mantenimiento y productividad.

El Comité de TPM propuesto tendrá como objetivo principal fomentar una cultura de colaboración entre operadores, técnicos, ingenieros y gerentes, con el fin de eliminar pérdidas operativas, reducir tiempos de inactividad y optimizar el rendimiento de los equipos. Este equipo multidisciplinario se encargará de:

- Definir estrategias y políticas de TPM alineadas con los objetivos de la empresa.
- Capacitar y sensibilizar al personal sobre los pilares del TPM (autonomía, mantenimiento planificado, mejora continua, etc.).
- Implementar planes de acción para abordar problemas críticos en maquinaria y procesos.
- Monitorear indicadores clave (OEE - Eficiencia General de los Equipos).
- Promover la mejora continua mediante auditorías y revisiones periódicas.

La conformación de este comité representa un paso estratégico hacia la excelencia operacional, ya que no solo busca reducir costos y fallas, sino también empoderar a los colaboradores para que sean parte activa del cuidado y mejora de los equipos que utilizan. A través de un enfoque estructurado y colaborativo, se espera lograr un impacto significativo en la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de los activos industriales.

Conformación y Funciones del Comité de TPM

La implementación exitosa del Mantenimiento Productivo Total (TPM) requiere de un comité líder que guíe, supervise y promueva las actividades relacionadas con esta metodología. Este equipo debe estar conformado por representantes clave de diferentes áreas de la organización, asegurando una visión integral y un compromiso desde los niveles estratégicos hasta los operativos.

Integrantes del Comité de TPM

El comité estará compuesto por:

- Gerente General: Brinda respaldo institucional y alinea el TPM con los objetivos corporativos.
- Jefe de Producción: Garantiza que las mejoras en mantenimiento se traduzcan en eficiencia operativa.
- Jefe de Mantenimiento: Diseña e implementa las estrategias técnicas de mantenimiento autónomo y preventivo.
- Coordinador de Calidad: Vela por el cumplimiento de estándares y la mejora continua en los procesos.

Esta estructura asegura que las decisiones tomadas tengan un impacto real en la productividad, calidad y sostenibilidad de los equipos.

Funciones Principales del Comité

El comité de TPM no solo se limita a supervisar, sino que actúa como motor de cambio dentro de la organización. Sus responsabilidades incluyen:

1. Liderazgo en la Implementación

Desarrollar procedimientos para mantener las prácticas TPM a largo plazo y elaborar el plan maestro de TPM, definiendo metas, cronogramas y recursos necesarios.

2. Seguimiento y Evaluación

Monitorear el avance de los grupos de trabajo TPM y ajustar estrategias según los resultados. Realizar revisiones periódicas para actualizar estándares y corregir desviaciones.

3. Capacitación y Sensibilización

Organizar campañas de concientización sobre la importancia del mantenimiento autónomo y gestionar capacitaciones técnicas para operadores y supervisores, fomentando la cultura de mejora continua.

4. Comunicación y Motivación

Difundir información relevante sobre TPM mediante boletines, carteleros o plataformas digitales y la implementar mecanismos de participación (como sugerencias o concursos) para incentivar a los operadores a proponer mejoras en máquinas y procesos.

Grupos de Trabajo y su Rol en el TPM

Además del comité central, el TPM se sustenta en **grupos de trabajo multinivel**, donde líderes de cada área promueven la metodología en sus equipos. Sus funciones clave son:

- **Promoción Activa:** Difundir los beneficios del TPM y asegurar su adopción en todos los departamentos.
- **Apoyo a la Oficina Central TPM:** Ejecutar las directrices del comité y reportar avances o dificultades.
- **Diseño de Mejoras:** Participar en la creación y optimización de estándares de mantenimiento.
- **Socialización de Resultados:** Realizar reuniones periódicas para compartir experiencias, lecciones aprendidas y buenas prácticas.

Estos grupos funcionan como enlaces entre la dirección y los colaboradores, asegurando que el TPM no sea un proyecto aislado, sino parte de la cultura organizacional.

5.21 Efectividad total de los equipos con indicador OEE

La escala de calificación del OEE (Overall Equipment Effectiveness) constituye un estándar que permite evaluar de manera objetiva la eficiencia global de los equipos de producción. Esta escala se basa en tres indicadores fundamentales: disponibilidad, rendimiento y calidad, cuya combinación refleja el desempeño real de la maquinaria frente a su capacidad

teórica. La calificación del OEE mediante esta escala facilita la identificación de áreas críticas, establece referencias comparativas y proporciona información confiable para la toma de decisiones orientadas a la mejora continua. Su aplicación en el área de bordado de League América Central permite determinar el nivel de efectividad de las máquinas, establecer prioridades de mantenimiento y optimización, y orientar las acciones de TPM y 5S hacia la maximización de la productividad.

Escala de Calificación del OEE
Según estándares internacionales (JIPM / TPM):
85% o más: Clase mundial (excelente desempeño).
60% – 84%: Nivel aceptable, con áreas de mejora.
Menos de 60%: Desempeño bajo, requiere acciones inmediatas

La siguiente tabla muestra los datos adquiridos a través de los indicadores de la eficiencia global del departamento cuyas mediciones son la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Los valores han sido separados por maquina y el resultado promedio por día. Los resultados mostraron que los niveles se encuentran elevados en tiempo de paro dando por resultado un porcentaje del OEE demasiado bajo debido a todas las fallas reportadas por maquina en el área de bordado.

Código de maquia	T. falla mecánica (min)	T. Falla electrónica (min)	T. falla eléctrica (min)	T. error de software (min)	T. error de operación (min)	T. error de programación (min)	Tiempo total(min)
LCA-001	45	24	18	5	25	48	165
LCA-002	60		16	18	27	32	153
LCA-003	47	17	10		50	23	147
LCA-004	50		12	12	29	37	140
LCA-005	34		26		33	39	132
LCA-006	30	15			49	30	124
LCA-007	45			15	27	34	121
LCA-008	22	14	7	10	17	43	113
LCA-009	22		12	24	28	12	98
LCA-010	10	23	10		11	16	70
LCA-011	15	10			8	26	59

Tabla 5 – Tiempos de maquinas

5.21.1 Tabla del OEE antes de su implementación

Codigo de maquia	Tiempo planeado	Produccion teorica dia	Total de prendas	Producctos defectuosos	Produccion real	Tiempo disponible	Tiempo de paro	Tiempo perdido por descarte	T. paro por disponibil1dad	minutos	Tiempo en piezas buenas	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad	OEE
LCA-001	540	216	118	32	150	375	165	80	85	295	295	69.4%	78.7%	78.7%	43%
LCA-002	540	216	128	27	155	387	153	68	86	320	320	71.7%	82.6%	82.6%	49%
LCA-003	540	216	136	21	157	393	147	53	95	341	341	72.8%	86.6%	86.6%	55%
LCA-004	540	216	140	20	160	400	140	50	90	350	350	74.1%	87.5%	87.5%	57%
LCA-005	540	216	150	13	163	408	132	33	100	376	376	75.6%	92.0%	92.0%	64%
LCA-006	540	216	155	11	166	416	124	28	97	389	389	77.0%	93.4%	93.4%	67%
LCA-007	540	216	159	9	168	419	121	23	99	397	397	77.6%	94.6%	94.6%	69%
LCA-008	540	216	164	7	171	427	113	18	96	410	410	79.1%	95.9%	95.9%	73%
LCA-009	540	216	170	7	177	442	98	18	81	425	425	81.9%	96.0%	96.0%	75%
LCA-010	540	216	182	6	188	470	70	15	55	455	455	87.0%	96.8%	96.8%	82%
LCA-011	540	216	188	4	192	481	59	10	49	471	471	89.1%	97.9%	97.9%	85%

Tabla 6: OEE antes de su implementación

En el siguiente grafico podemos observar el comportamiento de las paradas no programadas por diferentes fallas dando como resultado un OEE con un promedio del 65% este porcentaje nos permite analizar la información obtenida de cada una de las máquinas y poder realizar un plan de mejora para el área de bordado poniendo como prioridad la maquinaria con más índice de paros no programados y poder hacer un plan de mejora para poder reducir cada uno de sus fallos y aumentar eficiencia y reducir costos en el área de producción.

Etiquetas de fila	Promedio de OEE
LCA-001	43%
LCA-002	49%
LCA-003	55%
LCA-004	57%
LCA-005	64%
LCA-006	67%
LCA-007	69%
LCA-008	73%
LCA-009	75%
LCA-010	82%
LCA-011	85%
Total general	65%

Tabla 7 – Promedio OEE

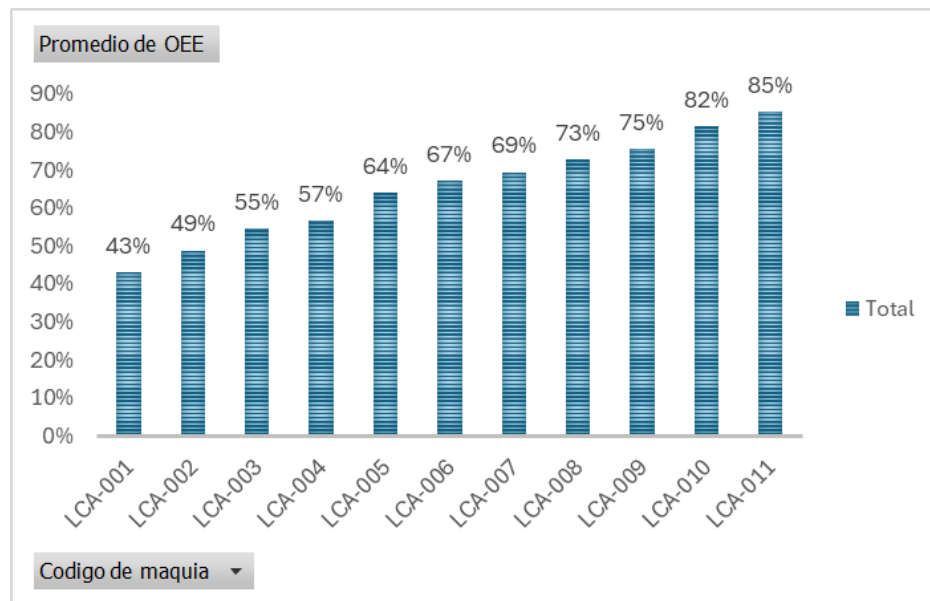


Ilustración 21 - Diagrama de promedio OEE antes de implementación

5.22 OEE después de su implementación

La siguiente tabla muestra los datos adquiridos a través de los indicadores de la eficiencia global del departamento cuyas mediciones son la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Los valores han sido separados por maquina y el resultado promedio por día. Los resultados mostraron que los niveles reflejan una reducción de tiempos muertos después de la implementación del plan.

Código de maquina	T. falla mecánica (min)	T. fallo electrónica (min)	T. falla eléctrica (min)	T. error de software (min)	T. mal operación (min)	T. error de programación (min)	Tiempo total (min)
LCA-001	35		10	16	16	33	110
LCA-002	47		25		17	19	108
LCA-003	20	23	27		11	1	82
LCA-004	32	20		5	20	15	92
LCA-005	19	12	9	3	19	24	86
LCA-006	31	17			14	16	78
LCA-007	27		8	8	9	18	70
LCA-008	14		7		21	23	65
LCA-009	26	18		10	13	7	74
LCA-010	20	15	5		5	12	57
LCA-011	15		15		6	14	50

Tabla 8 – OEE después de implementación

5.22.1 Tabla del OEE después de su implementación

La siguiente tabla contiene los datos obtenidos a través de los indicadores de eficiencia global del departamento de bordado con la comparación al OEE que se realizó antes de la implementación obtuvimos una mejora del 9% son los resultados obtenidos gracias a los cambios que se realizaron en el proceso, área, y metodología de trabajo.

Codigo de maquia	Tiempo planeado	Produccion teorica dia	Total de prendas	Productos defectuosos	Produccion real	Tiempo disponible	Tiempo de paro	Tiempo perdido por descarte	T. paro por disponibilidad	minutos	Tiempo en piezas buenas	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad	OEE
LCA-001	540	216	149	23	172	430	110	58	53	373	373	79.6%	86.6%	86.6%	60%
LCA-002	540	216	151	22	173	432	108	55	53	377	377	80.0%	87.3%	87.3%	61%
LCA-003	540	216	164	19	183	458	82	48	35	411	411	84.8%	89.6%	89.6%	68%
LCA-004	540	216	160	19	179	448	92	48	45	401	401	83.0%	89.4%	89.4%	66%
LCA-005	540	216	167	15	182	454	86	38	49	417	417	84.1%	91.7%	91.7%	71%
LCA-006	540	216	172	13	185	462	78	33	46	430	430	85.6%	93.0%	93.0%	74%
LCA-007	540	216	180	8	188	470	70	20	50	450	450	87.0%	95.7%	95.7%	80%
LCA-008	540	216	183	7	190	475	65	18	48	458	458	88.0%	96.3%	96.3%	82%
LCA-009	540	216	181	5	186	466	74	13	62	454	454	86.3%	97.3%	97.3%	82%
LCA-010	540	216	188	5	193	483	57	13	45	471	471	89.4%	97.4%	97.4%	85%
LCA-011	540	216	193	3	196	490	50	8	43	483	483	90.7%	98.5%	98.5%	88%

Tabla 9: OEE después de su implementación

En el siguiente grafico podemos observar el comportamiento de las paradas no programadas por diferentes fallas dando como resultado un OEE con una mejora del 9% dando un promedio del 74% este porcentaje nos permite interpretar la información obtenida y analizar los resultados de la implementación del plan TPM en el área de bordado y su impacto en la producción mejorando los tiempos operativos y reduciendo los costos por reprocesos o paros inesperados.

MAQUINAS ▼	PROMEDIO DE OEE
LCA-001	60%
LCA-002	61%
LCA-003	68%
LCA-004	66%
LCA-005	71%
LCA-006	74%
LCA-007	80%
LCA-008	82%
LCA-009	82%
LCA-010	85%
LCA-011	88%
Grand Total	74%

Tabla 10 – Promedio OEE

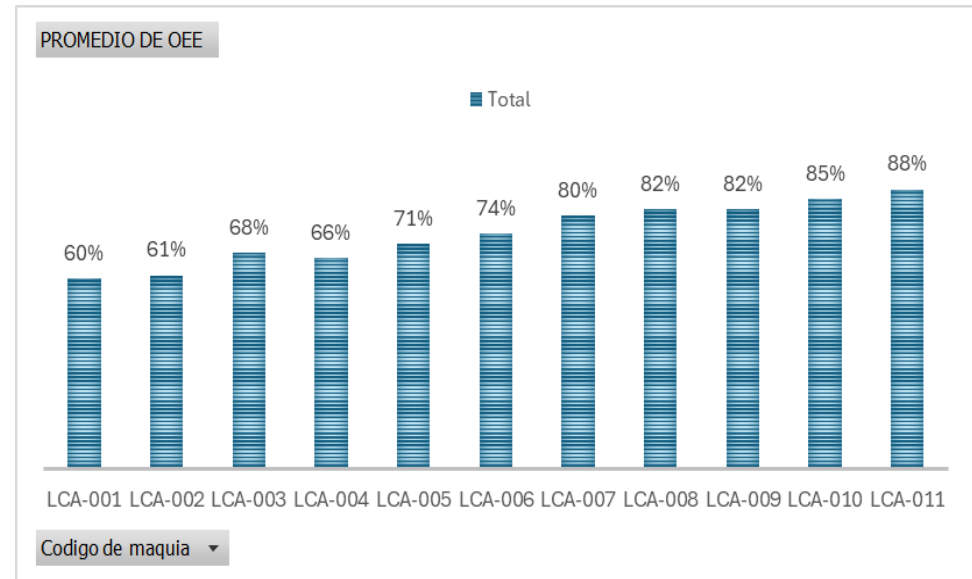


Ilustración 22 - Diagrama de promedio OEE

Para analizar nuestro beneficio obtenido comparando los datos antes y después de la implementación haremos nuestro calculo con la siguiente formula.

DATOS	
Costo por min	\$0.13
Producción por hora	24
Producción real antes de la implementación	1847
Producción real después de la implementación	2027
FORMULA:	
COSTO POR MIN X 60=COSTO POR HORA/24 UNIDADES	

- Costos por producción diaria antes de la implementación

$$\$0.13 \times 60 = 7.8 / 24 = \$0.325 \times 1847 = \$600.27$$

- Costos por producción diaria después de la implementación

$$\$0.13 \times 60 = 7.8 / 24 = \$0.325 \times 2027 = \$658.77$$

- Los resultados se restan para obtener el beneficio diario

$$\$658.77 - \$600.27 = \$58.50$$

- Luego el beneficio diario se multiplica por mes y por año

$$\$58.50 \times 20 = \$1,170.00 \times 12 = \$14,040.00$$

- **Beneficio total por año**

\$14,040.00

5.23 Costo – Beneficio de la propuesta

En el entorno industrial actual, donde la competitividad y la eficiencia operativa son determinantes para el éxito, la toma de decisiones estratégicas debe sustentarse en un análisis riguroso de costos y beneficios. Este enfoque es especialmente relevante al evaluar inversiones significativas, como la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), una metodología que busca optimizar la disponibilidad y rendimiento de los equipos mediante la participación de toda la organización.

Para League Central América de El Salvador, adoptar el TPM no solo implica una inversión inicial en capacitación, reorganización de procesos y posible adquisición de herramientas, sino también la oportunidad de generar beneficios tangibles a mediano y largo plazo. Entre estos destacan:

- **Reducción de costos operativos** (menos paros no planificados, menor consumo de repuestos).
- **Aumento de la productividad** (equipos más confiables y ciclos de producción eficientes).
- **Mayor vida útil de los activos** (gracias al mantenimiento preventivo y autónomo).
- **Mejor clima laboral** (al involucrar a los operadores en el cuidado de sus máquinas).

Este análisis costo-beneficio permitirá a la empresa cuantificar tanto los recursos requeridos para la implementación como los retornos esperados, facilitando una decisión informada. Además, considerará variables como:

- **Costos directos:** Capacitaciones, herramientas tecnológicas y equipo.
- **Beneficios cualitativos:** Mejora en la seguridad, empoderamiento del personal y alineación con estándares internacionales.

Al contrastar ambas dimensiones, se podrá determinar si el TPM es una inversión viable para League Central América, no solo desde una perspectiva financiera, sino también como un pilar para la transformación cultural hacia la excelencia operacional.

Para implementar un plan de mantenimiento enfocado en TPM (Mantenimiento Productivo Total) se proporciona un análisis con valores estimados que podrían ser realizado.

5.23.1 Revisión de Costos Estimados

Capacitación del Personal

Rol	Personas
Gerencia	1
Supervisores	2
Operarios	15
Mecánicos	2
TOTAL	20

Nota: La capacitación se llevará a cabo en dos turnos para no afectar en ningún momento la producción ya que los equipos de trabajo constan con dos personas y la ausencia de uno no afectaría el flujo de trabajo se tomó a bien hacerlo en dos fases en diferentes días para poder apoyar de una mejor manera cada una de las actividades.

Capacitación de la propuesta	Cantidad de capacitaciones	Colaboradores	Total, de horas	Costo total anual
Capacitación de Mejora enfocada en TPM	1	20	8	\$ 4, 000
Aplicación y desarrollo 5 s	1	20	8	
Implementación de mantenimiento autónomo	1	20	8	
Capacitación de mantenimiento preventivo dirigido a operadores y supervisores	1	20	8	
Total	4		32	\$ 4,000

Costo por equipo EPP

Equipo EPP	Modelo	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Alfombras dieléctricas Clase 4	ASTM D178	11	\$ 250.00	\$ 2,750.00
Mascarillas	MASC-DESCH	100	\$ 2.50	\$ 250.00
Protectores auditivos	PROTECOID25DB3M	50	\$ 2.25	\$ 112.50
Gafas	2179869	50	\$ 2.50	\$ 125.00
TOTAL				\$ 3,237.50

Inversión anual

Implementación de herramientas:

Herramientas	Códigos	Unidades	Costo por unidad	Costo total
Desarmador de 1/8	STHT69103	11	\$ 3.30	\$ 36.30
Aceiteras	148765	11	\$ 4.80	\$ 52.80
Wiper	-	11	\$ 0.90	\$ 9.90
Tenazas 6 pulgadas	19598	11	\$ 7.95	\$ 87.45
Llave Allen 3mm	69-256	11	\$ 14.75	\$ 34.10
Cinta de métrica	235292	11	\$ 3.10	\$ 34.10
Brocha	36611	11	\$ 0.65	\$ 7.15
TOTAL				\$ 261.80

Inversión anual

Análisis de cálculo:

Descripción	Costo
Costo por capacitación	\$ 4,000
Costo por herramientas	\$ 261.80
Costo por equipo EPP	\$ 3,237.50
Costo total	\$ 7,499.30

5.23.2 Beneficios de las propuestas presentadas

Para calcular el beneficio, se considera la propuesta antes presentada y se estima el beneficio económico que se obtendrá de llevarse a cabo la propuesta.

Beneficios por Implementación de 5S

Reducción de Costos por:

- Menor tiempo de búsqueda de herramientas y repuestos
- Reducción de pérdidas por materiales mal almacenados
- Menor daño a equipos por objetos extraños

Beneficios del Mantenimiento Autónomo

Ahorros Generados

- Reducción de fallas por lubricación inadecuada
- Detección temprana de anomalías
- Menor dependencia de técnicos externos

Beneficios de Estándares de Limpieza/Lubricación

Ahorros Generados

- Optimización consumo lubricantes
- Menor contaminación de productos

Beneficios del Mantenimiento Preventivo

Reducción de Costos:

- Disminuciones paradas no planificadas
- Menor consumo de repuestos
- Optimización mano de obra

Beneficios del Plan de Mantenimiento y Sistema de Solicitudes

Eficiencias Obtenidas:

- Reducción tiempos de respuesta
- Mejor gestión de inventario de repuestos
- Planificación eficiente de recursos

Resumen de Beneficios anual estimados

Área de Beneficio
Mejoras obtenidas por 5'S
Mantenimiento Autónomo
Estándares Limpieza/Lubricación
Mantenimiento Preventivo
Plan de Mantenimiento y Sistema de Solicitudes

Período de Recuperación:

$$\text{Recuperación} = \text{Costo Total} / (\text{Beneficio Anual} / 12)$$

$$\text{Recuperación} = \$ 7,499.30 / (\$14,040.00 / 12) = 6.4 \text{ meses}$$

Nota: La inversión se recupera en **6.40 meses**

Relación Costo-Beneficio (BCR - Benefit Cost Ratio)

$$\text{BCR} = \text{Beneficios Totales} / \text{Costos Totales}$$

$$\text{BCR} = \$14,040.00 / \$7,499.30 = \$1.87$$

Por cada dólar invertido, se generan **\$1.87** en beneficios.

Considerando

- $\text{BCR} > 1$ = El proyecto es rentable (por cada dólar invertido, se recupera \$0.87 de dólar).
- Si BCR fuera 1.0: El proyecto se pagaría exactamente a sí mismo (sin ganancias ni pérdidas).
- Si $\text{BCR} < 1 \rightarrow$ No sería rentable.

5.25.3 Análisis Costo-Beneficio para la Implementación de TPM

Al evaluar la implementación de un sistema TPM en League Central América, se debe considerar no solo los indicadores financieros, sino también su impacto en la eficiencia del sistema productivo. Según el análisis una relación de beneficio-costos de \$1.87, donde por cada dólar invertido se generan \$1.87 de retorno anual. Este es un resultado sustentado en la optimización de los procesos de mantenimiento y la mejora continua de la eficiencia operativa.

El período de recuperación de apenas 6.4 meses demuestra una alta liquidez del proyecto.

La implementación fue aplicada por fases esto permite validar los beneficios antes del escalamiento, aplicando el principio de mejora continua de Deming.

Conclusión

El mantenimiento es un pilar fundamental para garantizar la eficiencia operativa y la calidad en los procesos productivos. Su correcta implementación no solo permite restablecer las máquinas a su estado óptimo de funcionamiento, sino que también actúa como una estrategia competitiva clave para League Central América. Un programa estructurado de Mantenimiento Productivo Total (TPM) asegura que los equipos operen bajo condiciones de cero averías, minimizando la variabilidad en la producción y reduciendo los defectos en los productos textiles. Esto se traduce en una mayor satisfacción del cliente, cumplimiento de entregas y, en última instancia, en un incremento de las utilidades de la empresa.

La implementación del TPM en League Central América generará beneficios significativos, entre los que destacan:

1. **Reducción de tiempos de parada no planificados:** Al estandarizar procesos de limpieza, lubricación y mantenimiento autónomo, se disminuirán las fallas repentinas, optimizando la disponibilidad de los equipos y evitando pérdidas por producción detenida.
2. **Aumento en la calidad del producto:** Un mantenimiento preventivo bien ejecutado reduce las inconsistencias en la operación de las máquinas, lo que se refleja en una menor tasa de productos defectuosos y un mejor aprovechamiento de los materiales.
3. **Extensión de la vida útil de los activos:** La aplicación de estándares de mantenimiento proactivo evita el desgaste prematuro de los equipos, retrasando la necesidad de inversiones en reposición y disminuyendo los costos de reparaciones mayores.

4. **Optimización de costos operativos:** La reducción en el consumo de repuestos, la menor dependencia de técnicos externos y la eficiencia en la gestión de inventarios contribuirán a un ahorro anual significativo, mejorando la rentabilidad de la empresa.
5. **Cultura de mejora continua y trabajo en equipo:** El TPM fomenta la participación de los operarios en el cuidado de los equipos, creando un entorno colaborativo que impulsa la productividad y la seguridad laboral.

Para lograr estos beneficios, es fundamental que League Central América continúe con una implementación por fases, comenzando con un piloto en áreas críticas como serigrafía y corte, para luego escalar a toda la planta. La capacitación del personal, la documentación de procedimientos y el monitoreo constante mediante indicadores clave como el OEE serán esenciales para garantizar el éxito del programa.

En conclusión, la adopción del TPM no solo mejorará la confiabilidad de los equipos, sino que también posicionará a League Central América como una empresa más competitiva en el sector textil, capaz de producir con altos estándares de calidad, eficiencia y rentabilidad. Este programa no debe verse como un gasto, sino como una **inversión estratégica** que generará retornos significativos en el corto, mediano y largo plazo, alineándose con los objetivos de crecimiento y sostenibilidad de la organización.

Recomendaciones

Como parte de las recomendaciones se debe conformar nuevamente un departamento de mantenimiento, liderado por un profesional con los conocimientos, habilidades y experiencia requeridos para desempeñar el cargo de Ingeniero o jefe de Mantenimiento.

Es necesario que la empresa reconozca la importancia de un mantenimiento organizado para el alcance de mayores niveles de eficiencia, productividad y calidad.

En el proceso de implementación del TPM es necesario invertir tiempo y recursos en capacitaciones, ya que estas permiten introducir la filosofía TPM y darles a los operadores, técnicos de mantenimiento y personal en general los conocimientos requeridos para llevar a cabo un programa de TPM exitoso.

Puede resultar de gran beneficio contratar servicios externos de expertos o instituciones con la experiencia y metodologías más adecuadas.

El Departamento de Mantenimiento y el Área de Conversión deben trabajar conjuntamente en el logro de los objetivos TPM; es decir, compartiendo la responsabilidad del mantenimiento de las máquinas.

La empresa debe organizar su programa de mantenimiento preventivo e implementar el manejo de los respectivos documentos o fichas de trabajo que permitan la planeación, control y costeo del mantenimiento; así como la recopilación de información que permita una acertada toma de decisiones.

Las personas implicadas en el desarrollo del TPM deben comprender que las actividades implicadas en este son necesarias, lo cual no implica una actitud de imposición por parte de mandos medios y alta gerencia, sino un entendimiento y concientización de la importancia de esta cultura en el logro de objetivos de producción, de mantenimiento y de la empresa en General.

La función de mantenimiento en la empresa League Central América y sus respectivos indicadores debe ser incluidos en el Sistema de la Gestión de la Calidad.

Para el desarrollo del TPM es importante que exista una convergencia entre la visión de la organización y la de sus empleados. Por lo tanto, la dirección de la empresa debe liderar dicha convergencia hacia el logro de metas comunes de las personas, clientes y organización.

El mantenimiento productivo total constituye en sí mismo una filosofía o cultura de mantenimiento, no debe ser considerado como una moda sino como el medio de elevar la productividad de la planta.

Bibliografía

- Hernández, S. R. Fernández, C. Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F. McGraw Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Metodología de la investigación, Roberto Hernández Sampieri, pág. 7-15
- Hernán Soto, (2020), Metodología de la Investigación: Guía para la Elaboración de Tesis, Anteproyectos y Proyectos de Investigación, Editorial: Pearson.
- Tokutaro Suzuki, (2015), TPM en industrias de procesos, México D.F. McGraw Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Nyumon, (1993), TPM introducción al TPM, 3º Edición Instituto de mantenimiento de plantas.
- Francisco Madariaga, (2019), Lean Manufacturing, México D.F. McGraw Hill.
- Julián López Peralta, E. A. (2014). *Estudio de Tiempos*. México DF: Grupo Editorial Patria.
- justicia, C. s. (Mayo de 2000). Ley de adquisiciones y contrataciones de la administración pública. San Salvador, El Salvador: Centro de documentación Judicial.
- Lean Manufacturing. Conceptos, t. e. (2013). *Juan Carlos Hernández Matías, Antonio Vizán Idoipe*. Madrid: Fundación EOI.
- Muñoz, E. M. (2011). *Fundamentos de la investigación*. México: Alfaomega.
- Tokutaro Suzuki. (1992). TPM en la Industria de Procesos. En M. N. Suzuki, *TPM en la Industria de Proceso* (págs. 8-20). Japón: TGP-HOSHIN, S.L. Marqués de Cubas, 25, España.

- Organización Y Gestión Integral Del Mantenimiento, Santiago García Garrido.
- 3 TPM EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS. Tokutaro Suzuki 1992. Necesidad del TPM en los departamentos administrativos y de apoyo. Pág. 283.
- 4 MANTENIMIENTO. Planeamiento, ejecución y control. Alberto Mora Rodríguez. Pilares del TPM.
- Mantenimiento productivo total. Ingeniería Técnica Industrial U.L.P.G.C, Carolina Gómez Santos. Pag 9Mantenimiento de las áreas administrativas. Pág. 242
- Mantenimiento productivo total. Ingeniería Técnica Industrial U.L.P.G.C, Carolina Gómez Santos. Pag 10
- Barboza Castillo, K y Guette Castilla, L. (2006). Diseño de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de conversión de la empresa Cellux Colombiana S.A. Universidad de Cartagena. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/691>

Glosario

- **Adiestramiento:** El adiestramiento es el que busca desarrollar habilidades y destrezas de carácter más que nada físicos, es decir, de la esfera psicomotriz.
- **Autónomo:** Es la palabra que se utiliza para asignar la condición de libre que una persona posee y que le permite por caso desenvolverse correctamente en cualquier actividad sin necesidad de una ayuda externa.
- **Bordado:** conjunto de pasos y técnicas utilizadas para decorar una superficie textil mediante la aplicación de hilos u otros materiales.
- **Calidad:** Se refiere a la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un parámetro.
- **Defectos:** Es la carencia o falta de cualidades propias y naturales de una cosa o cualquier imperfección natural.
- **Desperdicio:** Es el mal aprovechamiento que se realiza de alguna cosa o de alguien. Es decir, se tiene algo, una máquina a la cual no se la explota como se debe para que rinda su máximo y por tanto se la trabaja al mínimo nivel, desperdiciando su capacidad.
- **Despilfarro:** Gasto excesivo e innecesario de dinero o bienes materiales.
- **Eficiencia - Eficacia:** La diferencia es que la eficiencia hace referencia a la utilización o empleo de un número menor de recursos; por otra parte, la eficacia hace referencia a la consecución de un objetivo o meta de manera satisfactoria, aunque en el proceso no se hayan utilizado los recursos de manera óptima.

- **Filosofía:** Es una doctrina que usa un conjunto de razonamientos lógicos y metódicos sobre conceptos abstractos como la existencia, la verdad y la ética. Hace también referencia al espíritu, principios y conceptos generales de una materia, una teoría o una organización.
- **FODA:** Es una herramienta de estudio de la situación de una empresa para analizar sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, y Amenaza.
- **JIPM:** Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas.
- **JIT:** Justo a tiempo.
- **Mantenimiento Autónomo:** Es un pilar del TPM y busca que los operadores sean responsables de los mantenimientos más sencillo que requieren los equipos.
- **Optimización:** Es el procedimiento usado en el diseño de un sistema para maximizar o minimizar algún índice de desempeño.
- **PHVA:** Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.
- **Polivalente:** Que tiene varias funciones o puede desempeñar varias funciones.
- **Reorganizar:** Modificar la manera en que está estructurada u organizada cierta cosa.
- **SPP:** Sistema de participación de personal.
- **TPM:** Mantenimiento Productivo Total

Anexo

Anexo #1 Cuadro maestro de formatos sugeridos en la implementación.

 CUADRO MAESTRO DE FORMATOS		
N°	FORMATO	CODIGO
1	Formato de sugerencias	PROB-001
2	Estandares de limpieza y lubricacion	PROB-002
3	Lista de chequeo	PROB-003
4	Ficha tecnica de maquinaria	PROB-004
5	Descriptor de actividades de mantenimiento	PROB-005
6	Solicitud de servicio / Orden de trabajo	PROB-006
7	Solicitud de repuestos y materiales	PROB-007
8	Reporte Semanal de mantenimiento	PROB-008
9	Registro de existencias Bodega de Repuestos	PROB-009

Anexo #2 Equipo para EEP

Equipo EPP	Modelo	Imagen
Alfombras dieléctricas Clase 4	ASTM D178	
Mascarillas	MASC-DESCH	
Protectores auditivos	PROTECOID25DB3M	
Gafas	2179869	

Anexo #3 Herramientas para Mantenimiento Autónomo

Herramientas	Códigos	Imagen
Desarmador de 1/8	STHT69103	
Aceiteras	148765	
Wiper	-	
Tenazas 6 pulgadas	19598	
Llave Allen 3mm	69-256	
Cinta de métrica	235292	
Brocha	36611	

Anexo #4 Proforma de la consultora



C & S Aplicación de Kaizen básico.

Entre 81 y 83 Av. Sur calle Cuscatlán, N 133
 Colonia Escalón, San Salvador, El Salvador. Teléfono (503) 25113005 /
 70450437 / 79873217

Oferta económica:

Con el fin de continuar fortaleciendo lazos comerciales al formar parte de su grupo de proveedores de servicio, la oferta económica para un grupo cerrado de su empresa League Central América es de:

INVERSIÓN = \$4,000 dólares exactos (NO INCLUYE IVA)

Temas propuestos
Capacitación de Mejora Enfocada en TPM
Aplicación y Desarrollo de 5S
Implementación de Mantenimiento Autónomo
Capacitación de Mantenimiento Preventivo dirigido a Operadores y Supervisores

Esta oferta incluye:

- De 20 colaboradores.
- 4 sesiones de 8 horas.
- Modalidad Presencial.
- Kit académico digital, presentaciones y complementos académicos.
- Diploma para los participantes.

Será una satisfacción desarrollar historias de éxito y aprendizaje con su empresa.

Atentamente,

Marlene Cordero
 Gerente Administrativo
 Causa & Solución

CAUSA & SOLUCION